



HAL
open science

Système d'indicateurs spatialisés pour la gouvernance territoriale : application à l'occupation des sols en zone périurbaine languedocienne

Maud Balestrat

► **To cite this version:**

Maud Balestrat. Système d'indicateurs spatialisés pour la gouvernance territoriale : application à l'occupation des sols en zone périurbaine languedocienne. Géographie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2011. Français. NNT : . tel-00655401

HAL Id: tel-00655401

<https://theses.hal.science/tel-00655401>

Submitted on 3 Jan 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Arts, Lettres, Langues,
Sciences Humaines et Sociales



Sciences, eaux & territoires
**Institut de recherche en
sciences et technologies pour
l'environnement**

ÉCOLE DOCTORALE

Territoires, Temps, Sociétés et Développement

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ PAUL VALÉRY – MONTPELLIER III

Discipline : Géographie

Maud BALESTRAT

SYSTÈME D'INDICATEURS SPATIALISÉS POUR LA GOUVERNANCE TERRITORIALE : APPLICATION À L'OCCUPATION DES SOLS EN ZONE PÉRIURBAINE LANGUEDOCIENNE

Thèse dirigée par Jean-Philippe TONNEAU
(Géographe, CIRAD)

Soutenue publiquement le 29 juin 2011

Membres du jury :

Mr Eduardo CHIA - Directeur de recherche, INRA SupAgro Montpellier - Rapporteur
Mme Christiane WEBER - Directrice de Recherche, Université de Strasbourg - Rapporteur
Mr Emmanuel ROUX - Maître de Conférences, Université J.Fourier Grenoble - Examineur
Mr Jean-Philippe TONNEAU - Directeur de Recherche, CIRAD Montpellier - Directeur
Mr Jean-Pierre CHÉRY - Maître de Conférences, AgroParisTech Montpellier - Co-encadrant

Thèse préparée au sein de l'Unité Mixte de Recherche Territoires, Environnement, Télédétection et
Information Spatiale



AgroParisTech-Cemagref-CIRAD

*« Et à l'aurore, armés d'une ardente patience,
nous entrerons aux splendides villes »*

A.Rimbaud, *Une saison en enfer*, 1873

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas été possible sans l'investissement et le soutien de nombreuses personnes que je veux remercier ici.

Merci à mon directeur de thèse, Jean-Philippe Tonneau, de m'avoir accompagnée à chaque instant, tant sur le plan humain que professionnel. Son expérience et son savoir, ses conseils avisés ont été des guides précieux pour progresser.

Merci à mon encadrant, Jean-Pierre Chéry, de m'avoir donné l'opportunité d'engager ce travail, sa compétence et son sens aiguisé de la critique m'ont été indispensables pour avancer.

Permettez moi de vous adresser ici, toute ma sincère reconnaissance pour votre disponibilité et pour votre confiance tout au long de cette expérience parfois éprouvante mais toujours captivante et enrichissante grâce à vous.

Je tiens à remercier les membres de mon comité de thèse d'avoir suivi mes travaux et d'avoir contribué à les enrichir par le regard critique qu'ils se sont appliqués à y porter : Patrick Caron, Emmanuel Roux, Christine Voiron-Canicio et Christiane Weber. Merci également à Eduardo Chia, Emmanuel Roux et Christiane Weber d'avoir accepté de relire ce travail et de faire partie du jury de soutenance de cette thèse.

Merci au Cemagref et au CIRAD de m'avoir permis de mener ces travaux de recherche dans de bonnes conditions. Je souhaite aussi remercier l'équipe de l'UMR TETIS, tout particulièrement Éric Barbe et Stéphane Dupuy pour leur investissement et pour cette chaleureuse et fructueuse collaboration. Merci aussi à tous les chercheurs, ingénieurs, doctorants, assistants de direction, stagiaires et agents de service côtoyés au cours de mon séjour dans les locaux de la Maison de la télédétection et du CIRAD à Baillarguet, pour leur soutien. Merci notamment à André Miralles, Pierre Martinand, Élodie Valette, Pierre Maurel, Sylvie Blin, Kenji Ose, Guy Roussin et Sylvain Labbé.

Merci aux personnes de la DRAAF, des DDT(M), du CG34, des EPCI, de la DREAL et collectivités mobilisées pour le temps précieux qu'elles m'ont accordé pour me livrer leurs représentations du territoire languedocien.

Merci à l'équipe de l'UR DTM de Grenoble pour le partage de ses connaissances et pour son accueil en terre grenobloise, en particulier à Estelle Ancelet, Frédéric Bray, André Torre, Mihai Tivadar et Marie-Pierre Arlot.

Merci à Marie-Christine et Paspas pour leur travail de relecture.

Je tiens à remercier mes amis, toujours présents, d'avoir partagé mes doutes et mes rires et auprès de qui j'ai puisé la force d'avancer. Merci à Éric, Mathilde, Vincent, Magali, Rémy, Anouk, Pierre, Nico et à tous ceux qui ne sont pas nommés ici mais qui ont compté aussi. Merci à mes colocataires de Gascogne de m'avoir supportée et motivée, Amandine, Thibault, Malou, Nicolas, Guilhem, Pierrot et Julie. Merci aux amis de Saint-Pierre-de-Chartreuse, de Paris, de Tabant et de Montréal pour leur accueil durant les séjours sur place. Et merci à la colocation d'Anduze pour les week-ends printaniers.

Des remerciements plus personnels s'adressent à ma famille, d'un soutien inconditionnel et vital. Merci à mes parents Christine et Rémy, à mon frère Renaud, à son amie Audrey et à mes neveux, Berhane et Aloha, pour nos moments de bonheur partagés.

RÉSUMÉ

En France, les phénomènes de périurbanisation imposent une réflexion sur les conditions d'un développement urbain durable. En zone languedocienne, dans un contexte de forte attractivité démographique, l'urbanisation rapide et mal maîtrisée se fait aux dépens des terres agricoles les plus productives de la région, sur la plaine littorale. L'évolution des demandes sociales et les enjeux autour de la sécurité alimentaire mondiale interrogent sur la façon dont les politiques de planification périurbaine intègrent le foncier agricole. Pour objectiver les débats et appuyer les décisions, les instances agricoles expriment des besoins urgents en indicateurs spatialisés. L'objectif de cette thèse est de proposer une démarche de co-construction d'un système d'indicateurs pour suivre les processus d'artificialisation des terres. Modélisation systémique et concertation itérative ont été retenues comme les approches adaptées pour guider le processus de constitution et de sélection des indicateurs. Cette recherche revisite le modèle DPSIR en l'adaptant au concept de système territorial et propose d'organiser la participation des acteurs pour garantir une légitimité d'utilisation des indicateurs. L'application de la méthode, inscrite dans des impératifs d'opérationnalité, porte sur la production et la mise à disposition en ligne d'un ensemble organisé de 141 indicateurs spatialisés liant l'évolution du capital foncier à celle de la tache artificialisée languedocienne.

Mots-clés

1-Système d'indicateurs	5-Système territorial
2-Périurbanisation	6-Participation
3-Modèle DPSIR	7-Espace agricole
4-Indicateur spatialisé	8-Tache artificialisée

UMR TETIS - Unité Mixte de Recherche Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale - La Maison de la Télédétection - 500 rue Jean-François Breton 34 093 Montpellier Cedex 5 France

ABSTRACT

Spatial Indicator System for Territorial Governance: an Application to Land Cover in Languedoc Suburban Areas

In France, suburbanization phenomena impose to think the conditions for sustainable urban development. In the Languedoc region, in a context of a strong demographic attractiveness, fast and uncontrolled urbanization happens at the expense of the most productive farmland in the region, on the coastal plain. The evolution of social demands, as well as issues around food security on a world scale, raise the question how suburban planning policies deal with the agricultural land issue. In order to objectify discussions and support the decisions, the agricultural authorities have expressed an urgent need for spatial indicators. The objective of this thesis is to propose an approach to co-build a system of indicators so as to monitor the land urbanization process. Systems modeling and iterative consultation were chosen as the appropriate approaches to lead the making up process and the selection of indicators. This research revisits the DPSIR model by adapting it to the concept of territorial system and proposes to organize the participation of stakeholders to ensure legitimacy for the use of indicators. The method application, part of the operational requirements, covers the production and availability online of a structured set of 141 spatial indicators linking the evolution of land assets and the one of the languedocian “artificialized patch”.

Key words

1-Indicator system	5-Territorial system
2-Suburbanization	6-Participation
3-DPSIR model	7-Agricultural land
4-Spatial indicator	8-Artificialized patch

TETIS JRU - Remote Sensing and GeoInformation for Environment and Land Management
Joint Research Unit - The Remote Sensing Center - 500 rue Jean-François Breton 34 093
Montpellier Cedex 5 France

SOMMAIRE

Remerciements	5
Résumé	6
Abstract	7
Sommaire	9
Introduction générale	13
PARTIE I – Périurbanisation et agriculture : une nouvelle gouvernance	31
CHAPITRE 1. Périurbanisation et développement durable : des injonctions paradoxales ?	33
1.1. L’espace périurbain : produit de la croissance urbaine	34
1.1.1. De la banlieue à la formation de l’espace périurbain	34
1.1.2. Une évolution des modes de vie et des rapports aux territoires	37
1.2. Une évolution et une diversité des approches qui témoignent de la complexité du phénomène périurbain	41
1.2.1. Une pléthore de concepts pour qualifier un phénomène naissant	41
1.2.2. Discontinuité croissante du tissu urbain et redistribution des densités de population.....	43
1.3. L’étalement urbain ou le « malaise » périurbain	46
1.3.1. Une critique culturelle et symbolique	46
1.3.2. Des modes de vie inconciliables avec un développement urbain durable ?.....	48
1.3.3. La « ville durable » : un concept politique porteur de contradictions.....	50
1.3.4. Les enjeux de gouvernance des espaces périurbains.....	51
1.4. La nécessité de renouveler les approches pour proposer de nouveaux regards sur la périurbanisation	54
1.4.1. L’obsolescence du couple ville/campagne ?	54
1.4.2. Des scénarios prospectifs d’évolution des relations villes/campagnes	56
1.4.3. L’activité agricole périurbaine comme condition au maintien de « systèmes urbains durables ».....	60
Synthèse du chapitre 1	61
CHAPITRE 2. La reconsidération des enjeux agricoles dans les politiques de planification urbaine	63
2.1. Des espaces agricoles soumis à la pression urbaine	65
2.1.1. L’agriculture périurbaine : essai de définition	65
2.1.2. Une activité agricole fragile qui résiste mal à la pression urbaine.....	65
2.1.3. La confrontation entre activités agricoles et pratiques périurbaines : une source de conflits d’usages nombreux	67
2.2. L’émergence de la problématique agricole dans la planification territoriale ... 68	
2.2.1. Des pratiques foncières mal contrôlées par les pouvoirs publics.....	69
2.2.2. Un bien commun au service des populations urbaines et périurbaines.....	70
2.2.3. La place de l’agriculture dans les SCoT.....	71
2.3. Des besoins en méthodes et outils pour quantifier, spatialiser et qualifier la perte d’un « patrimoine agronomique »	74
2.3.1. L’évolution récente des textes de lois en faveur d’une utilisation rationnelle de l’espace.....	74
2.3.2. Des impératifs de préservation d’un « patrimoine agronomique »	74
2.3.3. La commande de la DRAAF Languedoc-Roussillon.....	76
Synthèse du chapitre 2	78

CHAPITRE 3. Un contexte de renouvellement des indicateurs pour accompagner les dispositifs de gouvernance territoriale	79
3.1. Éléments de définition.....	80
3.1.1. Une synthèse chiffrée à valeur informative.....	80
3.1.2. Indicateurs, variables et indices : des acceptions qui diffèrent	80
3.2. Généralisation des Indicateurs de Développement Durable	82
3.2.1. Des démarches de production de listes d'indicateurs génériques... ..	82
3.2.2. ...aux démarches concertées de production d'indicateurs spécifiques aux enjeux de territoires locaux	85
3.3. Les enjeux des démarches de production d'indicateurs.....	89
3.3.1. Des tensions entre fiabilité scientifique et représentations des acteurs.....	89
3.3.2. L'emploi de modèles génériques pour la production de systèmes d'indicateurs : intérêts et limites	91
3.3.3. Des enjeux liés à l'usage de l'information spatiale dans les politiques publiques	96
Synthèse du chapitre 3	100
PARTIE II – Une démarche modélisatrice et participative.....	101
CHAPITRE 4. La démarche de co-construction du système d'indicateurs.....	103
4.1. Élaborer un modèle conceptuel du système territorial.....	104
4.1.1. Poser la problématique	104
4.1.2. Analyser et modéliser le système territorial.....	105
4.1.3. Définir les interactions qui intègrent les indicateurs en un tout organisé	118
4.2. Définir les objectifs et sous-objectifs à atteindre avec les acteurs.....	121
4.2.1. Contexte et organisation.....	121
4.2.2. Analyser précisément les besoins des acteurs	122
4.2.3. Identifier les indicateurs adaptés aux besoins des acteurs.....	123
4.3. Passer d'un modèle causal à un système d'aide à la décision.....	124
4.3.1. Confronter les résultats de l'analyse des besoins et de la modélisation pour préciser le choix des indicateurs.....	124
4.3.2. Accompagner la communication et l'évaluation du système d'indicateurs	126
Synthèse du chapitre 4	127
CHAPITRE 5. Modélisation des dynamiques de périurbanisation caractérisant le territoire languedocien	129
5.1. Les forces motrices de la périurbanisation en zone languedocienne.....	130
5.1.1. Le différentiel d'attractivité du territoire	130
5.1.2. Les effets de la mondialisation sur le système productif régional	137
5.1.3. L'évolution des valeurs sociétales et des modes de vie	139
5.2. Analyse historique : des modèles	142
5.2.1. Situation T1 (1950-1970) : ouverture du territoire et prémices de la périurbanisation	142
5.2.2. Situation T2 (1970-1990) : intensification de l'attractivité littorale et généralisation des dynamiques de périurbanisation	148
5.2.3. Situation T3 (1990-2010) : prise de conscience de la nécessité d'une gestion durable des ressources et tentatives de maîtrise de l'étalement urbain	154
5.3. Les apports de la modélisation systémique.....	166
5.3.1. Synthèse de l'analyse historique	166
5.3.2. Le recentrage du modèle sur la question de la DRAAF LR.....	168
Synthèse du chapitre 5	171
CHAPITRE 6 : Résultats de l'analyse approfondie des besoins	173
6.1. Contexte et organisation	174

6.1.1. Différents niveaux de préoccupation et degrés d'implication.....	174
6.1.2. Différents niveaux de besoins en fonction des acteurs institutionnels mobilisés	178
6.2. La présélection des indicateurs adaptés aux besoins des acteurs	181
6.2.1. Hiérarchisation des enjeux prioritaires.....	181
6.2.2. Définition des critères de mesure et indicateurs correspondants	182
6.3. Des besoins en indicateurs pour suivre et analyser la perte d'un capital foncier liée à la progression des espaces artificialisés	184
Synthèse du chapitre 6	186
PARTIE III – Information spatiale et système d'indicateurs spatiaux : résultats, évaluation et discussion	187
CHAPITRE 7. Étude méthodologique pour la production de données spatiales de référence.....	189
7.1. Élaboration d'une méthode pour le suivi spatio-temporel des espaces artificialisés	190
7.1.1. Exploration des méthodes et données mobilisables	190
7.1.2. Options méthodologiques retenues pour la production de taches artificialisées	192
7.1.3. Étude comparative des données mobilisables pour la production de taches artificialisées.....	197
7.2. Élaboration d'une méthode de traitement d'images satellitaires pour la production de taches artificialisées.....	208
7.2.1. Choix, acquisition et préparation des images satellitaires.....	208
7.2.2. Adaptation de la nomenclature.....	209
7.2.3. Traitement spécifique des routes.....	210
7.2.4. Extraction des éléments d'artificialisation basée sur une méthode de classification orientée objet.....	212
7.2.5. Validation des résultats de la classification.....	216
7.2.6. Production de taches artificialisées	218
7.2.7. Synthèse de la méthode proposée.....	219
7.3. Élaboration et application d'une méthode pour la production d'un indice de qualité des sols spatialisé.....	221
7.3.1. Caractériser la notion de potentiel agronomique des sols	221
7.3.2. L'Indice de Qualité des Sols	221
7.3.3. Spatialisation et classification de l'IQS	223
Synthèse du chapitre 7	224
CHAPITRE 8. Production du système d'indicateurs appliqué à l'usage des sols en zone périurbaine languedocienne	225
8.1. Organisation des indicateurs dans un système d'aide à la décision	226
8.2. Des choix conditionnés par les variables disponibles.....	232
8.2.1. Les taches artificialisées 1997 et 2009	232
8.2.2. La carte de potentiel agronomique des sols	236
8.2.3. Les variables complémentaires utilisées	239
8.3. Le système d'indicateurs produit.....	241
8.3.1. Restitution et interprétation de quelques indicateurs représentatifs du système d'indicateurs	242
8.3.2. Élaboration d'une interface de consultation du système d'indicateurs	255
Synthèse du chapitre 8	257
CHAPITRE 9. Évaluation de la démarche, discussion et perspectives	259
9.1. Les enjeux liés à la modélisation	260

9.1.1. Apports et limites des choix de modélisation.....	260
9.1.2. De l'utilité du modèle comme outil de réflexivité	261
9.2. De la nécessité d'accompagner.....	262
9.2.1. Des enjeux liés à l'interprétation.....	262
9.2.2. Des enjeux liés à l'opérationnalité	266
9.3. Perspectives de recherche.....	267
9.3.1. Enrichir le système d'indicateurs	267
9.3.2. Consolider la démarche de production d'un système d'indicateurs.....	274
Synthèse du chapitre 9	276
Conclusion générale.....	277
Bibliographie	283
Table des illustrations.....	315
Liste des sigles, acronymes et abréviations.....	323
Tables des matières	327
Annexes	333

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le pourquoi du projet de thèse

La ville et l'explosion urbaine

En ce début de XXIème siècle, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, les villes regroupent plus de la moitié de la population mondiale, soit environ 3,3 milliards d'êtres humains. Selon les chiffres de l'Organisation des Nations Unies (ONU) parus en 2008, le taux d'urbanisation mondial¹ atteindra près de 60 % en 2030 et près de 70 % en 2050² (Cf. Figure n°1). En Europe³, en 2007, la population urbaine représentait déjà 72 % de la population totale (INSEE, 2007). En France, de 1950 à 2006, la part de population urbaine est passée de 57 % à 82 %, soit de 24 à 50 millions d'habitants (INSEE, 2006).

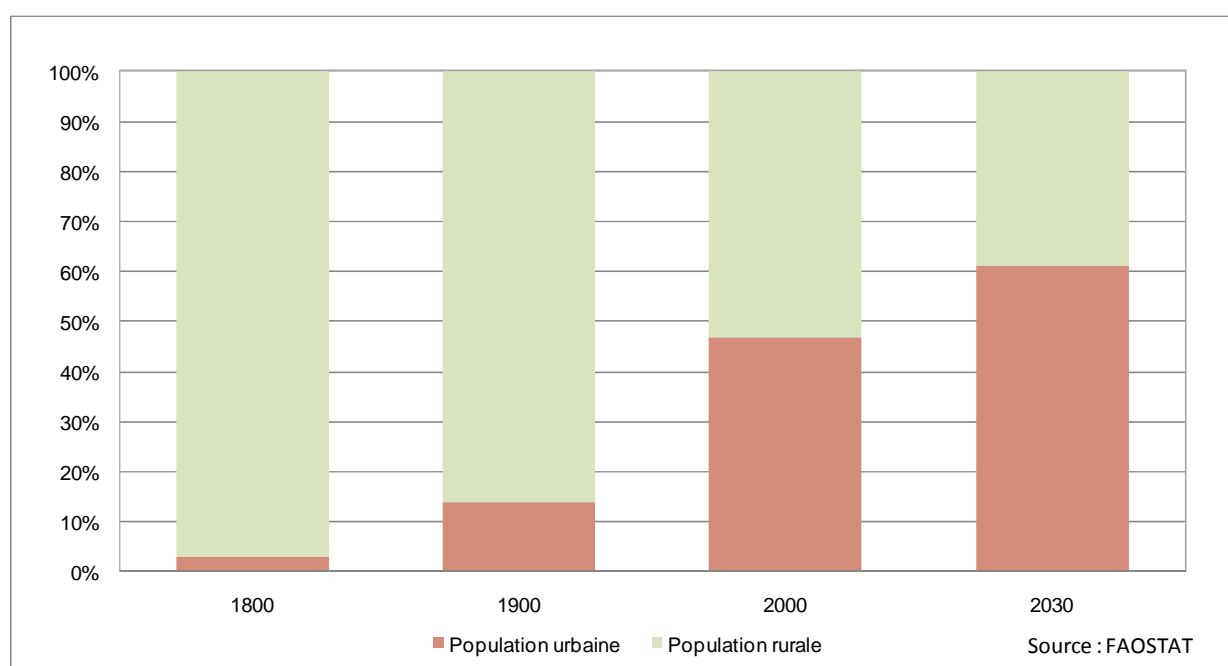


Figure 1 : La part des populations urbaines et rurales dans le monde, entre 1800 et 2030

« **L'urbanisation du Monde**⁴ » s'accompagne de changements profonds dans les modes d'habiter, de consommer, d'exploiter et d'échanger.

En France, depuis la fin des années 1960, cette croissance des villes prend la forme du phénomène de **périurbanisation**. De villes compactes, où les lieux de travail, d'habitat et de loisir étaient fortement imbriqués, les villes sont aujourd'hui passées à un modèle éclaté, avec une « spécialisation » de l'espace entre zones industrielles, commerciales et résidentielles, en

¹ Il existe des seuils statistiques très variables, d'un pays à l'autre, pour définir le nombre d'habitants à partir duquel une commune est dite urbaine, en France ce seuil est de 2000 habitants agglomérés.

² On observe cependant de grandes variations entre les différentes parties du monde : en 2006 le continent américain abritait près de 80 % des urbains, alors que seulement 40 % des populations africaines et asiatiques étaient urbanisées. En revanche, c'est actuellement sur ces deux derniers continents que la croissance urbaine est la plus rapide (OCDE et al., 2007).

³ Europe géographique au sens de l'INSEE.

⁴ Titre du numéro 114 de la revue bimestrielle *Manière de voir* du Monde diplomatique (décembre 2010 – janvier 2011).

« absorbant » les communes périphériques. La ville « s'étale » (Bauer et al. 1976 ; Kayser et al., 1982 ; Steinberg, 1991 ; Le Jeannic, 1997), la ville devient « diffuse » (Secchi, 1994). Les couronnes périurbaines se caractérisent par des formes urbaines de faible densité, sans continuité de l'habitat et par des processus de re-densification qui donnent lieu à la formation de nouvelles polarités en périphérie (Roux et Vanier, 2008).

De nombreux néologismes ont été créés pour qualifier le phénomène de croissance des villes : rurbanisation, contre-urbanisation, urbanisation diffuse ou éparpillée, périurbanisation, métropolisation, etc. Cette terminologie foisonnante semble témoigner de la difficulté d'appréhender les processus en œuvre. Dans les années 1990, le périurbain est désigné comme une nouvelle catégorie d'espace qui ne s'apparente ni aux espaces ruraux ni aux espaces urbains, mais à une imbrication des deux. « *L'espace périurbain, processus naissant d'une nouvelle forme d'urbanisation, émerge comme une catégorie officielle d'espace, reconnue socialement, économiquement et circonscrite spatialement, sur laquelle des politiques d'aménagement, des actions vont pouvoir s'appuyer* » (Valette, 2003). Mais aujourd'hui encore la périurbanisation anime les débats des chercheurs et aménageurs. La création de plusieurs groupes et projets de recherche et la profusion de colloques et ouvrages récents sur le sujet⁵ en témoignent. Les travaux du groupe d'étude sur les « *espaces sous influences urbaines* »⁶ capitalisent et diffusent les nombreuses réflexions menées sur le thème de la périurbanisation. Les travaux du Groupe de prospective⁷ « *Futurs périurbains* », commandités par la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale⁸, proposent des scénarios sur les futurs périurbains.

Quel développement périurbain ? La place de l'agriculture

Ces initiatives interrogent les **conditions d'un développement urbain durable**. Dans la majorité des représentations, le développement périurbain est synonyme d'altération des ressources environnementales (pollution, dégradation paysagère, etc.), de gaspillage des ressources foncières (artificialisation, mitage, etc.) et d'impacts socio-économiques négatifs (ségrégation socio-spatiale, déstructuration de l'activité agricole, accroissement des coûts énergétiques, etc.). Pourtant, le concept de « ville durable », fondé en partie sur le modèle de la compacité, montre des limites liées notamment aux effets négatifs de la surdensité urbaine (congestion du trafic routier, concentration des nuisances et pollutions, manque d'espaces verts, etc.). La « ville étalée », modèle d'une forme d'habiter plus « aérée » et avec lui, celui d'une société plus mobile, ne constitue pas nécessairement un frein à la durabilité. Ces modes de vie périurbains peuvent être vus comme des signes d'innovation et d'une plus grande qualité de vie (Schubarth, 2008). La question des densités fait l'objet de nombreuses controverses. « *Il n'existe pas de consensus dans le monde universitaire concernant la nécessité de maîtriser l'étalement urbain. (...) Les diagnostics sur la gravité de la question*

⁵ Arlaud et al. 2005. *Rural-Urbain. Nouveaux liens, nouvelles frontières* ; Banzo et al., 2008. *Les périphéries urbaines entre normes et innovations. Les villes du sud de l'Europe.* ; Monteventi Weber et al., 2008. *Campagne-ville. Le pas de deux. Enjeux et opportunités des recompositions territoriales* ; Djellouli et al., 2010. *L'étalement urbain. Un processus incontrôlable ?* ; etc.

⁶ Groupe piloté par la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction (DGUHC) et le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Certu), entre 2008 et 2009.

⁷ Groupe de travail piloté par l'équipe de l'UMR PACT du CNRS de l'Université de Grenoble.

⁸ La DATAR a porté le nom de Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale, de 1963 à 2004, puis de Délégation interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires (DIACT), de 2005 à 2009, avant de prendre son nom actuel Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale.

(...) *divergent incontestablement* » (Djellouli et al, 2010). Mais au-delà de ce débat sur la densité, la proximité urbaine entraîne une concurrence entre usages naturels, usages agricoles et usages urbains.

Les **espaces agricoles périurbains** prennent une place centrale, pour l'approvisionnement des villes et comme élément d'aménagement urbain (Elloumi et Jouve, 2003). Ces espaces représentent un patrimoine productif à préserver, notamment en vue de favoriser le rapprochement des lieux de production et de consommation. Ils constituent également un instrument de limitation ou de maîtrise de l'urbanisation pour les communes confrontées à une forte pression de la demande résidentielle. Ils peuvent aussi garantir la qualité du cadre de vie des urbains en assumant des fonctions environnementales, l'entretien paysager et la gestion des espaces à risques. L'agriculture périurbaine, et plus largement les espaces non bâtis en périphérie urbaine, assurent ainsi de nouvelles fonctionnalités redéfinissant la vocation et le statut des espaces agricoles : d'espaces privés de production, ils passent à un statut d'espaces publics à vocation récréative et paysagère (Banos et Candau, 2006 ; Valette et Banzo, 2007).

Ces nouvelles fonctions apparaissent dans un **contexte de risques de rareté et pénurie**. Les espaces gagnés par l'urbanisation le sont souvent sur les terres agricoles. « *Chaque jour, 160 hectares de terre ou de bois disparaissent en France au profit d'habitations, de zones commerciales ou industrielles et d'infrastructures de transport* » dont « *80 % au détriment de l'agriculture* » (Kempf, 2008). Le contexte de flambée du cours des matières premières et de crise alimentaire mondiale annoncée induit la préoccupation subsidiaire de la consommation des terres agricoles par l'urbain. « *Les récentes crises alimentaires ont remis sur le devant de la scène l'agriculture et les questions de l'équilibre alimentaire mondial, de la capacité de la planète à nourrir l'humanité dans un contexte de croissance démographique* » (Bonney et al., 2008). Selon les conclusions de l'Académie d'Agriculture de France en 2009, la production alimentaire mondiale devra doubler d'ici 2050, cela nécessitera de mobiliser 180 millions d'hectares supplémentaires⁹. Les besoins en matières premières industrielles liés à la production agricole devraient également s'accroître. Les besoins de ces utilisations non alimentaires, difficiles à quantifier, sont évalués à plusieurs dizaines de millions d'hectares.

Pour faire face aux défis socio-économiques et environnementaux de demain, la **préservation des terres agricoles** devient un enjeu stratégique. De nombreuses conventions et protocoles internationaux sur la protection des sols ont été signés (Convention des Nations Unies sur la diversité biologique en 1992, Convention relative à la lutte contre la désertification en 2003, Directive cadre européenne sur la protection des sols en 2007). A l'échelle nationale, une réglementation plus rigoureuse pour la préservation des terres agricoles se met en place (Loi de Modernisation Agricole de 2010, Lois Grenelle de 2009 et 2010). Les notions d'utilisation économe de l'espace et de gestion équilibrée entre les espaces urbains, périurbains et ruraux sont désormais incluses dans l'article L.121-1 du code de l'urbanisme¹⁰. Le droit de l'urbanisme doit prendre en compte dans ses objectifs, la lutte « *contre la régression des surfaces agricoles et naturelles, les collectivités territoriales fixant*

⁹ En 2003, la superficie agricole mondiale était de 4,973 milliard d'hectares, les terres effectivement cultivées s'étendaient sur 1,540 milliard d'hectares soit 31 % de la superficie agricole totale (FAOSTAT, 2003).

¹⁰ Article définissant les principes fondamentaux s'appliquant aux documents d'urbanisme.

des objectifs chiffrés en la matière après que des indicateurs de consommation d'espace auront été définis »¹¹.

En France, l'évolution des demandes sociales et les enjeux autour de la sécurité alimentaire mondiale posent la question de la **place de l'agriculture dans les politiques de planification périurbaine**. Les points de vue s'opposent. Pour les urbanistes, les espaces agricoles sont de plus en plus considérés comme un bien commun qu'il s'agit de protéger pour sa valeur multifonctionnelle de services (environnementaux, paysagers, récréatifs) aux populations urbaines et périurbaines. Pour les institutions agricoles, il s'agit avant tout de défendre le caractère productif de l'activité indispensable à l'approvisionnement des populations. La préservation des sols à bon potentiel agronomique leur apparaît comme une priorité absolue. Les acteurs du monde agricole soulignent en particulier l'irréversibilité liée à l'artificialisation des sols. Le maintien de l'agriculture, condition au développement de systèmes urbains durables (Gauvrit et Mora, 2009), est désormais au cœur des négociations entre acteurs de l'aménagement urbain et régional.

Cette préoccupation a conduit la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (DRAAF LR), au nom des représentants de l'agriculture de cette région, à contacter le Cemagref¹² pour caractériser et mesurer l'impact de la périurbanisation sur les terres agricoles, dans une région particulièrement touchée par le phénomène de périurbanisation. Le choix de l'UMR TETIS¹³ comme opérateur induisit le recours à l'information spatiale. Ma thèse s'est inscrite en accompagnement de cette étude¹⁴. Les travaux de recherche ont ainsi été contraints par une demande relevant de la planification, de l'aménagement et de la gouvernance publique. Cette demande porte sur des enjeux du développement territorial.

Un cadre rénové de l'action publique

Développement durable, toujours

Les débats autour de la périurbanisation aujourd'hui se réfèrent aux principes du développement durable, construits depuis le rapport « provocateur » du Club de Rome en 1972 « *Halte à la croissance* », formalisés par le rapport Brundtland¹⁵ en 1987 et popularisés par la conférence de Rio. « *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins* ». Malgré les contradictions et ambiguïtés qu'il recouvre, le concept s'est progressivement imposé, tant dans la formulation des politiques publiques que dans leur mise en œuvre. Emelianoff et al. (in Lévy et Lussault, 2003) proposent une définition plus large, « *Cadre de débat politique et d'action publique, horizon pragmatique, mettant en scène et en tension d'un côté la préoccupation d'un développement équitable des sociétés, de l'autre la préservation de l'environnement* ». C'est cette définition opérationnelle que je retiens en m'appuyant sur la Stratégie Nationale de Développement Durable, induite par la création en 2003 du Comité Interministériel sur le Développement Durable.

¹¹ Extrait du Journal Officiel - Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

¹² Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.

¹³ Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale.

¹⁴ L'étude « *Analyse du potentiel agronomique affecté par l'aménagement du territoire* » a été réalisée par le Cemagref, le CIRAD (UMR TETIS) et l'INRA (UMR LISAH), à Montpellier (2008-2010).

¹⁵ Rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement, intitulé « *Our Common Future* ».

Cette stratégie renforce et coordonne les actions publiques autour de trois principes :

- La logique de **transversalité** (entre les piliers du développement durable et entre les échelles temporelles et spatiales) ;
- La prise en compte du **long terme** et des générations futures ;
- La **participation** de l'ensemble des types d'acteurs (individuels et collectifs, privés et publics, etc.).

Le **principe d'intégration**, traduction juridique de la transversalité « *résume presque à lui tout seul toute la philosophie du développement durable* » (Maljean-Dubois, 2009) (Cf. Figure n°2). Charlot-Valdieu et Outrequin (2006) définissent le développement durable comme « *une approche stratégique et politique fondée sur la notion de solidarité dans un espace (entre territoires) temps (entre générations) donné, ayant un triple objectif (efficacité économique, équité sociale, qualité environnementale)* ».

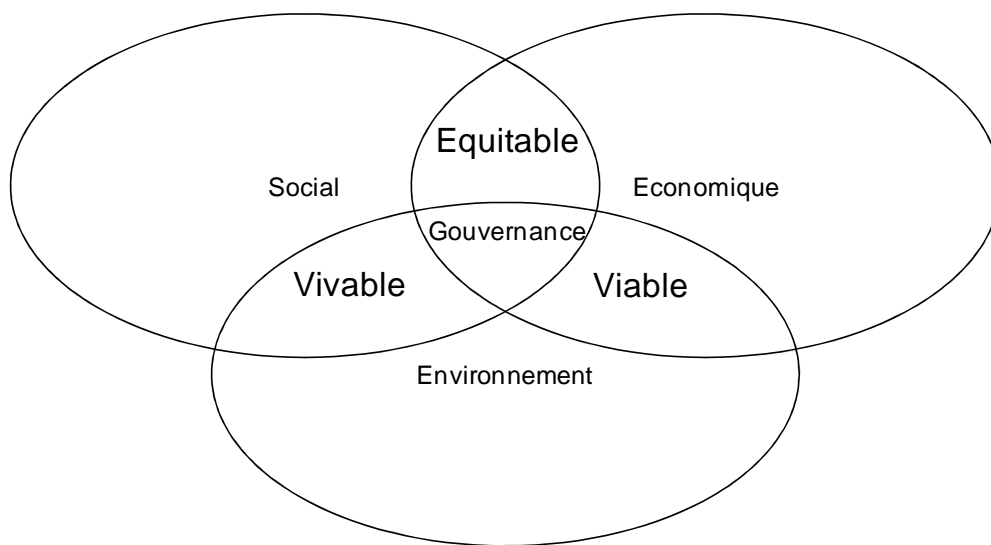


Figure 2 : Le développement durable, une vision transversale (Pingault et Préault, 2007)

Le Rapport Brundtland souligne également l'importance de l'implication des membres de la société : « *Le développement durable est affaire d'interprétation, de délibération et de jugements portés par les acteurs* ». Le **principe de participation**¹⁶, « versant social » du développement durable, est énoncé dès la conférence de Rio. Il veut favoriser la participation du public à la décision pour améliorer la performance des politiques publiques.

De nouvelles pratiques de l'action publique en France

Le développement durable et ces principes de participation et d'intégration ont fortement marqué les politiques publiques. La participation des acteurs, dans la gestion des affaires publiques, renvoie à la question de la **gouvernance**. En France, cette idée s'est renforcée avec la prise de conscience des inconvénients d'un pouvoir trop centralisé. Dans le

¹⁶ Principe 10 de la déclaration de Rio : « *La meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés, au niveau qui convient. Au niveau national, chaque individu doit avoir dûment accès aux informations relatives à l'environnement que détiennent les autorités publiques, y compris aux informations relatives aux substances et activités dangereuses dans leurs collectivités, et avoir la possibilité de participer aux processus de prise de décision. Les États doivent faciliter et encourager la sensibilisation et la participation du public en mettant les informations à disposition de celui-ci. Un accès effectif à des actions judiciaires et administratives, notamment des réparations et des recours, doit être assuré* ».

langage politique médiéval, la gouvernance constituait l'art ou la manière de gouverner. Une définition de la gouvernance proposée par Le Galès (in Levy et Lussault, 2003) se rapproche de cette conception « *C'est l'ensemble des processus et des institutions qui participent de la gestion politique d'une société* ». Le terme réapparaît de plus en plus fréquemment à partir des années 1990. Dans les discours, les acteurs doivent être davantage impliqués dans la prise de décision, d'abord au niveau de l'entreprise. C'est la conséquence de la révolution libérale des années 1980 qui remet en cause le rôle de régulateur de l'État. Selon la définition qu'en donnent Bertrand et Moquay (2004), la gouvernance est « *l'ensemble des nouvelles formes d'action publique qui permettent, sur le mode du partenariat, la négociation entre l'État, les collectivités territoriales, les secteurs économiques et associatifs, les groupes d'intérêt et la société civile* ». L'idée sous-jacente est que l'action publique n'est plus monopolisée par les institutions étatiques mais relève désormais d'une multiplicité d'acteurs « *dont la capacité d'action collective détermine la qualité* » (Duran, 2001). La gouvernance interroge sur le pilotage des politiques publiques à tous les échelons de territoire.

Progressivement, la loi française place le développement durable comme nouveau principe organisateur de l'**aménagement du territoire**¹⁷. La Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire (LOADDT)¹⁸ du 25 juin 1999, dite « Loi Voynet », précise les cadres et les outils à disposition des acteurs de l'aménagement du territoire pour mettre en place les conditions d'un développement durable. Elle confie aux assemblées régionales la mission d'élaborer le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable Du Territoire (SRADDT) et en fait le seul document de référence de l'action régionale qui se doit de fixer « *les orientations fondamentales, à moyen terme, du développement durable du territoire régional* ».

Avec les lois de **décentralisation**, l'État n'est plus le seul acteur de l'aménagement du territoire. Dès 1982, le renforcement des compétences des régions¹⁹ conduit au transfert d'une partie des pouvoirs régaliens au niveau territorial local. Dans les années 1990, on assiste à l'émergence de l'intercommunalité comme nouvel échelon d'action qui modifie en profondeur l'organisation territoriale du pays (Dubus et Masson-Vincent, 2010). La loi du 6 février 1992, sur l'administration territoriale de la République, puis la loi du 12 juillet 1999, dite « Loi Chevènement », instaurant les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI), participent à la simplification et au renforcement de la coopération intercommunale.

¹⁷ Il faut faire la distinction entre les notions d'aménagement et de planification territoriale. D'après Lussault et Thibault (in Lévy et Lussault, 2003) l'aménagement du territoire peut être défini comme « *l'ensemble des savoirs et des savoir-faire dont la construction et l'application servent à transformer et adapter volontairement des espaces d'échelles (...) et de types variés au bénéfice des sociétés qui les produisent et les occupent* ». La planification territoriale est un dispositif destiné généralement à la mise en œuvre des politiques d'aménagement du territoire au niveau d'une région urbaine. Elle se présente sous forme d'aménagements spécifiques définis dans les schémas d'aménagement et plans d'urbanisme. Les notions de planification régionale et territoriale « *correspondent à celles des actions des collectivités territoriales ou des Établissements Publics de Coopération Intercommunale qui visent à définir à moyen terme la forme de l'urbanisation, la localisation préférentielle des zones d'activités, résidentielles et la spatialité des servitudes d'utilité publique* » (Devisme in Levy et Lussault, 2003).

¹⁸ La LOADDT modifie la Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement du Territoire (dite « Loi Pasqua ») du 4 février 1995. Elle met en place les pays et agglomérations. Cependant, ces deux nouvelles entités ne sont considérées ni comme des échelons administratifs, ni comme des collectivités territoriales, elles doivent être porteuses de projets définissant les orientations de choix d'aménagement et de développement économique.

¹⁹ En 1956, la création des 24 régions françaises métropolitaines (réduites à 22 aujourd'hui), puis le renforcement de leurs compétences en 1982, sous l'effet des lois de décentralisation, conduisent au transfert d'une partie des pouvoirs régaliens à un échelon territorial local.

Ce nouveau contexte d'action publique s'accompagne d'un renforcement de la **démocratie locale** à tous les niveaux et introduit le **territoire** comme nouvel échelon d'action, entre échelon local et échelon de l'État (Lacour, 2006). Avec la mise en place d'une **gouvernance territoriale**, « *le territoire devient un lieu d'affirmation d'un projet commun aux acteurs* » (Coudel, 2009). En ce sens, le territoire ne se réduit pas à un simple échelon spatio-administratif mais à un « *construit social* » défini par un **projet** porté par des acteurs. « *Ce processus de fabrication des territoires (...) remplace de plus en plus les régulations étatiques pour « gouverner » la mutation des espaces* » (Mollard et Pecqueur, 2007). La démocratie participative s'affirme comme principe de la gouvernance territoriale, « *il s'agit d'emprunter de nouvelles voies de consultation, de participation et de légitimité afin de faire émerger non seulement des avis mais des processus et des décisions* » (Leloup et al., 2005).

La multiplication des **dispositifs d'aide à la décision** qui proposent des procédures et des outils pour améliorer l'utilisation de l'information, traduit ces objectifs de gestion collective des affaires communes en matière de planification urbaine locale. La loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU), instaurée en 2000 dans le cadre de la LOADDT place le développement durable au cœur de la démarche de planification. Elle instaure le **Schéma de Cohérence Territoriale** (SCoT) qui remplace le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU). Ce nouvel instrument d'action publique veut favoriser l'implication de l'ensemble des acteurs de la société (individuels ou collectifs, publics ou privés, etc.) dans la prise de décision. « *Le SCoT a l'ambition d'articuler et de faire dialoguer un ensemble d'acteurs hétérogènes, suivant une mobilisation sociale autour d'une ressource commune. Il apparaît ainsi comme un instrument de gouvernance. Cependant, cette gouvernance reste à définir et est un lieu à construire et à investir* » (Loudiyi, 2008). Le renouvellement des dispositifs de planification territoriale s'accompagne de la nécessité de disposer d'outils d'aide à la réflexion pour appuyer la décision.

L'information au centre des processus de décision

Dès les années 1970, émerge l'idée d'accompagner les politiques publiques d'instruments de mesure et d'évaluation (Sénécal, 2007). Dans les années 1980, des modèles de production d'**indicateurs** sur la biodiversité sont diffusés par les grands organismes internationaux. Les deux modèles les plus connus sont le modèle PER (Pression, État, Réponse) proposé à la fin des années 1980 par l'OCDE²⁰ et le modèle DPSIR (pour *Driving forces, Pressures, State, Impact, Responses* ; en français, FPEIR : Forces motrices, Pressions, Etats, Impacts, Réponses) proposé en 1998 pour pallier les limites du premier. A l'origine, ces modèles ont été conçus pour répondre à des problématiques environnementales, pour mesurer et comprendre les dynamiques d'altération de l'état « naturel » d'un milieu. L'usage de ce type de modèle s'est depuis peu étendu à d'autres problématiques, d'ordre socio-économique. Avec l'affirmation du développement durable, dans les années 1990, l'idée de disposer de **systèmes d'indicateurs** pour mesurer les progrès des territoires vers la voie de la durabilité s'est renforcée (Bovar, 2008). En France, la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle 1 de l'environnement, en 2009, préconise la mise à disposition d'indicateurs de développement durable à l'échelle nationale. « *L'État se fixe pour objectif de disposer en 2010 des indicateurs du développement durable à l'échelle nationale tels qu'ils figureront dans la stratégie nationale de développement durable (...)* »²¹. A toute politique publique

²⁰ Organisation de Coopération et de Développement Économiques

²¹ Extrait du Journal Officiel - Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

correspondent désormais des indicateurs qui président à sa conception, son suivi et son évaluation finale (Pingault et Préault, 2007).

La multiplication des initiatives de construction d'instruments de mesure, pour évaluer la performance des politiques publiques à toutes les échelles de territoire, soulève des questions d'ordre méthodologique en termes d'**intégration**, de **spécificité** et d'**appropriation** (Roth, 2002 ; Joerin et al., 2005 ; Rey-Valette et al., 2008 ; etc.). Les limites à l'applicabilité des indicateurs et la difficulté de proposer des approches intégrées et concertées sont importantes. De nombreux indicateurs sont définis au niveau international (OCDE, ONU, etc.), dans un souci de comparabilité du développement socio-économique des pays. Dans la plupart des cas, les décideurs sont confrontés à des batteries d'indicateurs sectoriels, structurées par pilier du développement durable (social, environnemental, économique). Peu adaptés pour cerner une problématique à niveau décentralisé, ils manquent d'opérationnalité pour répondre aux enjeux de gestion des territoires locaux (Deprez et Bourcier, 2004 ; Lavoux, 2006). A l'inverse, les indicateurs produits à un niveau local sont rarement transférables à des niveaux territoriaux élargis (Chamaret et al., 2006). Ces démarches de production d'indicateurs sont généralement confrontées à des contraintes de disponibilité et d'hétérogénéité des données qui limitent les possibilités de reproductibilité spatio-temporelle. Les méthodes et outils de mesure actuels pour accompagner les dispositifs d'aménagement et de planification apparaissent limités, en particulier pour appréhender la dimension spatiale de l'expansion des villes et ses conséquences sur l'évolution des espaces agricoles.

Dans un contexte de foisonnement des initiatives d'élaboration d'indicateurs, les outils spatiaux offrent des potentialités encore peu explorées. La mise en place de nouveaux dispositifs d'aide à la décision s'accompagne de la diffusion des techniques de traitement de l'information spatiale dans les institutions. Cependant, on peut constater le peu d'innovation dans **l'emploi de l'information géographique**. Elle sert habituellement, d'une part, à contextualiser les enjeux de développement selon les types d'occupation du sol et les modes de leur utilisation et, d'autre part, à appréhender les tendances d'évolution temporelle. Les méthodes spatiales proposées sont restreintes par le choix d'échelons d'analyse et de restitution. Or, la gestion des espaces périurbains nécessite des approches multi-scalaires. Les progrès, en termes de moyens et de performance, réalisés dans les domaines de la télédétection et de la modélisation spatiale, ouvrent cependant un large champ de recherche et d'applications (Weber et Hall, 2001 ; Desthieux, 2005 ; Guérois, 2003 ; Jaegger et al., 2009).

L'intégration de l'espace dans les questions de gouvernance des territoires est un champ thématique novateur qui intéresse directement la géographie. Les méthodes et outils de l'analyse et de la modélisation spatiales peuvent constituer des supports d'aide à la concertation pour guider la planification et traduire les enjeux de développement d'un territoire (Lardon et al., 2001). La **géogouvernance**²² émerge actuellement comme un concept porteur pour théoriser les processus consistant à créer et utiliser des outils spécifiques à la géographie pour aider à la construction collective des décisions. La définition proposée par Dubus et Masson-Vincent (2010) est la suivante : « *Le concept de géogouvernance repose sur la construction d'une démarche s'appuyant sur l'utilisation des méthodes et outils de l'analyse spatiale, destinée à rendre intelligible la complexité du territoire, à faire émerger les enjeux spatiaux et à mettre à portée de tous les acteurs une information territoriale pertinente et nécessaire à la mise en œuvre d'une gouvernance territoriale « éclairée »* ». Dans la pratique, l'expertise des géographes est plus que jamais mobilisée pour concevoir des

²² Concept proposé par l'équipe de l'UMR ESPACE à Nice.

projets d'aménagement de territoire. En amont, le géographe aide à l'expertise spatiale, en aval il devient « passeur de savoirs ». Il doit trouver les moyens de partager ses connaissances techniques et scientifiques pour en faire des éléments moteurs du processus participatif, favorisant l'implication et la remise en question des acteurs sur leurs pratiques d'aménagement au quotidien.

Mes travaux de recherche s'intéressent aux **questions méthodologiques que soulèvent la production de systèmes d'indicateurs spatialisés et spatiaux pour appuyer les démarches décisionnelles de planification urbaine.**

Problématique et hypothèses de recherche

La figure n°3 illustre la démarche de réflexion menée pour construire la problématique de thèse.

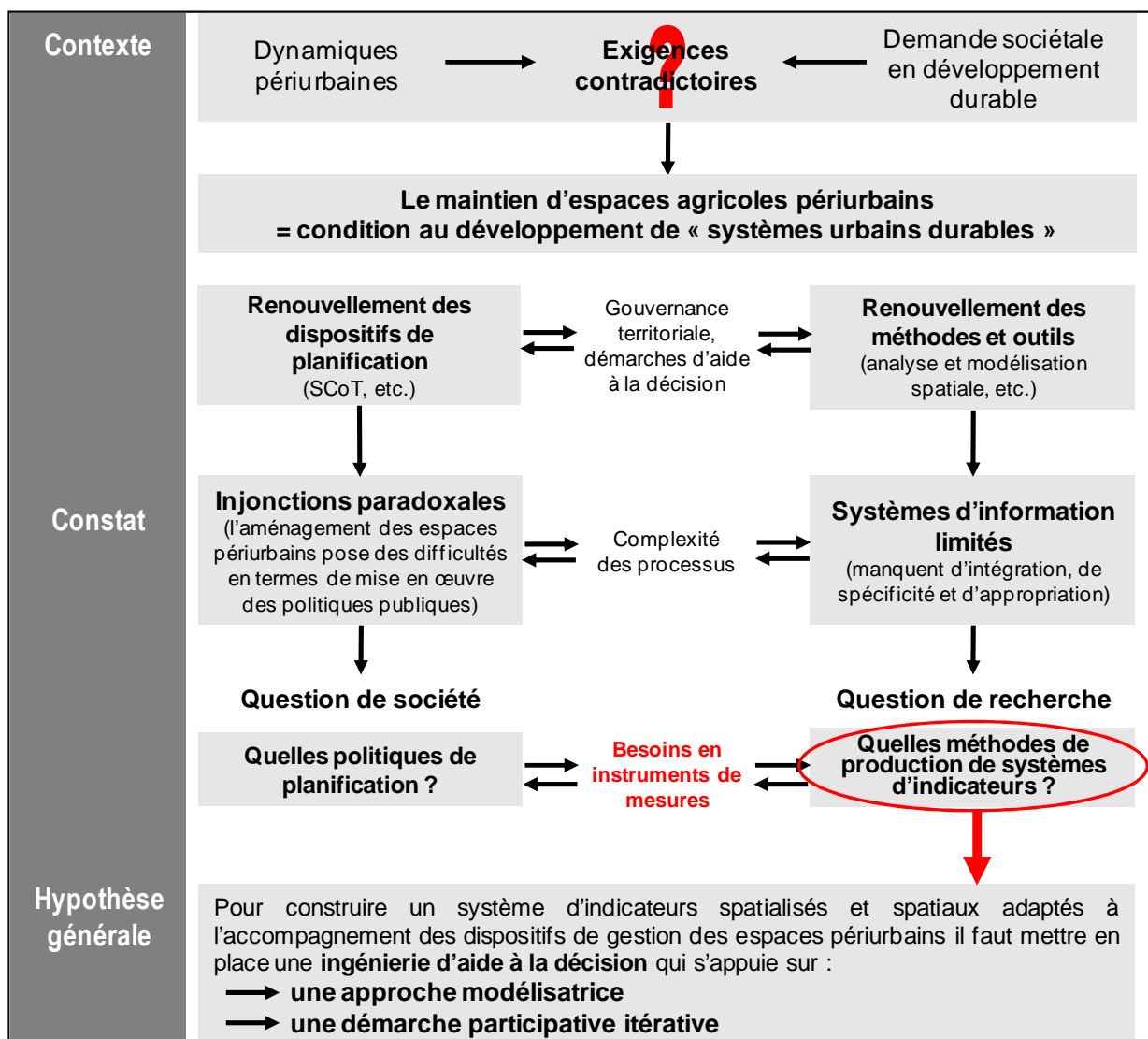


Figure 3 : Schéma synoptique de la problématique de thèse

Dans un contexte sociétal qui a vu s'imposer de nouvelles exigences sociales, environnementales et économiques, nées des dérives du modèle de croissance occidentale lié

aux révolutions industrielles, les scientifiques et les aménageurs s'interrogent sur les conditions du développement de systèmes urbains durables. L'aménagement des espaces périurbains est aujourd'hui au cœur des problématiques de gouvernance territoriale. Dans une perspective de gestion intégrée des territoires, il apparaît désormais nécessaire de reconsidérer la place des espaces agricoles périurbains dans les politiques de planification urbaine.

Les nouveaux dispositifs de gouvernance territoriale, les SCoT en particulier, doivent trouver les moyens de concilier les objectifs de durabilité (environnementale, sociale et économique) et faire des préconisations pour une plus grande prise en compte des espaces agricoles notamment. Il semble cependant que, jusqu'à présent, les préoccupations d'ordre environnemental aient dominé les débats « *L'agriculture dans les documents d'aménagement, n'est souvent qu'un sous chapitre du cadre de vie et de l'environnement* » (Tolron, 2005). Les approches restent sectorielles et les études d'aménagement sont toujours traitées sous un angle urbanistique, considérant l'espace périurbain en termes de réserve de terres à bâtir (Certu et CETE-Méditerranée, 2007). Plus généralement, les politiques de planification mises en œuvre rencontrent de nombreuses difficultés pour faire face à l'importance du développement urbain. La croissance urbaine apparaît généralement comme la seule alternative économique, à court terme. Le pouvoir des élus dans la délivrance des permis de construire et la durée des mandats l'emportent bien souvent sur les impératifs de durabilité. Les dispositifs existent ; leur efficacité est limitée. « *L'espace périurbain n'est pas sous-gouverné : il est suffisamment doté de cadres et de procédures d'action publique. Le problème c'est l'efficacité de ces cadres et procédures* » (Roux et Vanier, 2008). La périurbanisation, et avec elle les questions liées à la mise en œuvre de politiques de planification cohérentes à l'échelle de territoires élargis, impose de modifier en profondeur nos schémas de pensée construits sur des modèles dichotomiques simplistes (villes/campagne, centre/périphérie, etc.) et des grilles de lectures sectorielles des enjeux de développement.

La **complexité croissante** des systèmes spatiaux urbains les rend de plus en plus difficiles à appréhender. Si la reconnaissance d'un « tiers espace » est désormais proposée (Vanier, 2000), les espaces périurbains restent difficiles à circonscrire spatialement, à saisir structurellement et fonctionnellement (Julien, 2007). Les manifestations de la périurbanisation sont diverses. « *Elle produit des formes hybrides de territoires, difficiles à identifier et à catégoriser* » (Schubarth, 2008). Les différentes dimensions de la périurbanisation recouvrent les quatre composantes, reprises dans la figure n°4, de la complexité en géographie que propose Dauphiné (2003):

- une complexité dite « *structurelle* » qui dépend « *de la multiplicité des interactions qui unissent les différentes composantes d'un phénomène géographique, mais aussi de leur nature* » ;
- les deux complexités d'échelles et de niveaux qui « *mettent en relation le global et le local, le holisme et l'individualisme* » :
 - le passage d'une échelle spatiale à l'autre qui impose des procédés d'agrégation de variables ou le changement d'outil d'analyse ;
 - l'imbrication des niveaux d'organisation, propre à tout système vivant.
- enfin, la quatrième dimension de la complexité est liée au comportement totalement imprévisible des phénomènes étudiés.

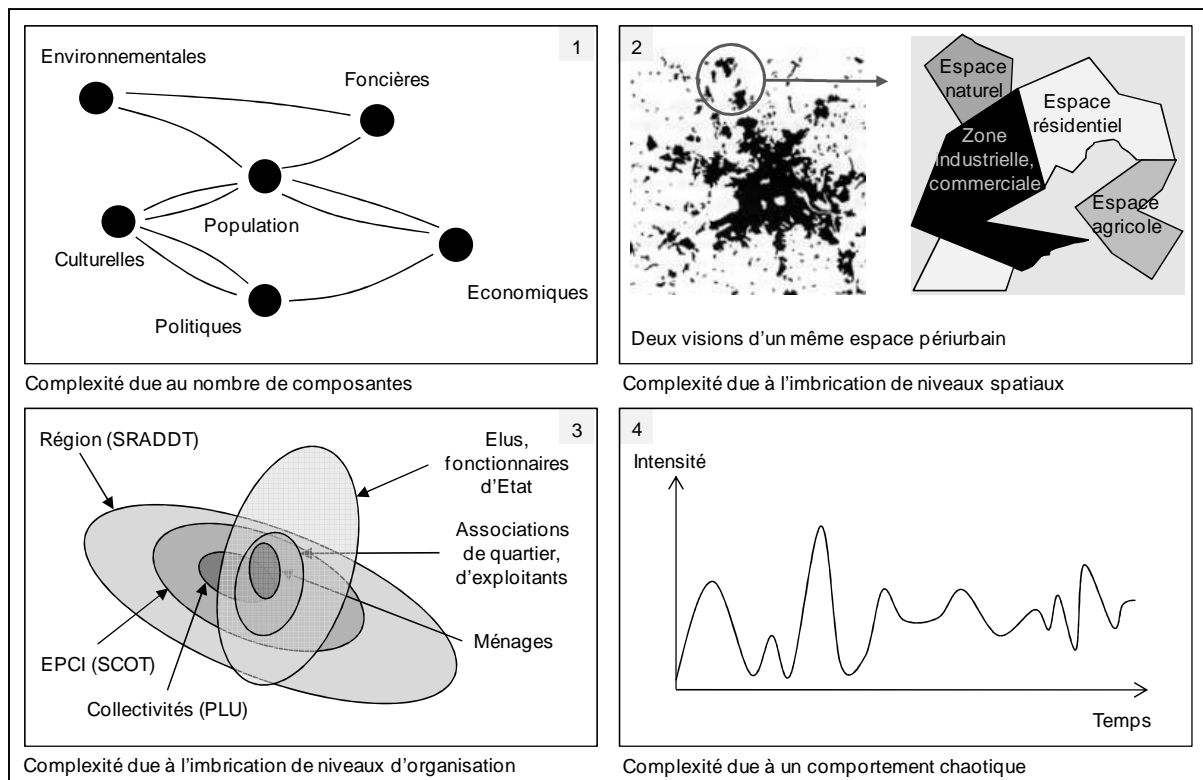


Figure 4 : Les quatre formes de la complexité inspirées de Dauphiné (2005), appliquées aux espaces périurbains

De par leur nature même, produit des articulations villes et campagnes et d'une mobilité accrue des populations, les espaces périurbains sont difficiles à saisir structurellement (1). L'échelle spatiale à laquelle on considère les phénomènes, oblige à changer d'outil de mesure pour appréhender la nature et les formes d'occupation du sol (2). La gestion des espaces périurbains est confrontée à l'imbrication des échelons de décision (communal, intercommunal, etc.). Le « mille-feuille institutionnel » et les considérations politiques, en particulier la compétitivité entre territoires, n'aident pas à la mise en œuvre de politiques de planification cohérentes à l'échelle de territoires élargis (3). C'est pourtant à ce niveau que les processus périurbains peuvent être appréhendés dans leur ensemble. Le développement des espaces périurbains dépend d'un ensemble de choix sociétaux dont l'intensité dans le temps est par nature imprévisible puisqu'ils sont le produit des stratégies et de la confrontation des intérêts d'une multiplicité d'acteurs (élus, propriétaires fonciers, promoteurs immobiliers, ménages, etc.) (4).

La mobilité croissante des sociétés, la diversité des configurations paysagères et des compositions socio-spatiales que produit l'interpénétration des espaces ruraux et urbains, nous obligent à inventer des modèles inédits d'appréhension de l'espace. L'enjeu pour les aménageurs est de disposer de territoires opérationnels, ce qui passe par la mise à disposition de concepts, de modèles explicatifs et d'instruments de mesure opérants, reconnus et partagés. La littérature cite de plus en plus d'expériences de construction de systèmes d'indicateurs appliqués spécifiquement à la problématique de l'étalement urbain (Scatter, 2002 ; Rondier, 2007 ; Dantas et Point, 2009, etc.). Un système d'indicateurs « *regroupe un ensemble organisé d'indicateurs* » (Joerin, 2006 in rondier, 2007). Il fait référence à un modèle explicite, pour obtenir une vision intégrée des enjeux de développement et relier les différents indicateurs par des relations de causalité. Je me suis particulièrement intéressée aux méthodes de production de **systèmes d'indicateurs** mises en œuvre dans le cadre de **processus décisionnels**, et aux modalités de l'emploi de l'information spatiale.

La question qui a guidé mes recherches est la suivante : **Comment produire un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux qui réponde aux enjeux de gestion des espaces périurbains et participe à une plus grande prise en compte des espaces agricoles dans les politiques de planification ?** Pour traiter de cette problématique j'ai focalisé mes travaux sur l'étude commanditée par la DRAAF LR, destinée à l'analyse et au suivi de l'artificialisation des sols en Languedoc-Roussillon, au cœur de mes questions de recherche. La demande traduit les dynamiques actuelles en faveur d'une plus grande implication des instances agricoles et d'une reconsidération de la place des espaces agricoles dans les politiques de planification urbaine. Le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire s'intéresse ainsi aux outils à la disposition de ses agents pour sensibiliser à la reconnaissance et à la préservation d'un patrimoine agronomique des sols.

L'hypothèse générale qui sous tend ces recherches peut être formulée de la façon suivante : **pour construire un système d'indicateurs adapté à l'accompagnement des dispositifs de gestion des espaces périurbains il faut mettre en place une ingénierie d'aide à la décision.** Cette hypothèse générale détermine deux sous-hypothèses portant sur la nature de l'ingénierie qui doit s'appuyer sur :

- **une approche modélisatrice** pour développer une approche systémique de la problématique périurbaine et envisager l'intégration des indicateurs dans un modèle d'analyse ;
- **une démarche participative itérative** de co-construction et de co-évaluation du système d'indicateurs.

Proposer une approche systémique de la problématique périurbaine

La systémique s'est affirmée dans la seconde moitié du XXème siècle, accompagnant l'évolution du positionnement épistémologique de nombreuses sciences (économie, physique, sociologie, etc.). Ce paradigme « *est né de la nécessité de rendre intelligible les phénomènes complexes dont les déterminants et aboutissants échappaient à la compréhension des démarches analytiques classiques* » (Taffani, 2010). Si tous les auteurs s'accordent sur les avantages de la systémique pour aborder la complexité des phénomènes, l'application des principes du développement durable dans les politiques publiques oblige à rendre opérationnels méthodes et outils d'analyse pour les mettre en œuvre. Le besoin en approches intégrées et globales des territoires est plus que jamais d'actualité et les questions de recherche qui s'y rattachent demeurent nombreuses.

Les **espaces périurbains** peuvent être identifiés comme des espaces à part entière, à travers des fonctions et des enjeux d'aménagement qui leur sont propres et qui les différencient des espaces ruraux et urbains. A l'opposé de cette approche sectorielle, ils peuvent aussi être abordés comme des espaces, **produits de la croissance urbaine**, intégrés au sein d'un processus plus global de redistribution du peuplement et des activités. J'ai privilégié l'**approche systémique** pour tenter de saisir la complexité des mécanismes en œuvre. L'approche systémique s'intéresse à fournir la structure et le fonctionnement d'un objet complexe, dans la plupart des cas à travers l'élaboration d'un modèle.

Intégrer les indicateurs dans un modèle d'analyse

Pour proposer des indicateurs qui offrent une vision transversale des enjeux de développement, ceux-ci doivent être intégrés dans un modèle d'analyse et adaptés sous la forme d'un système d'indicateurs. Un modèle est « *une représentation schématique de la réalité élaborée en vue d'une démonstration* » (Haggett, cité par Ferras, 1998). Il permet de mettre en relief une **logique d'organisation** et constitue ainsi une aide à la lecture de la complexité des mécanismes qui produisent les territoires. Le modèle explicite des phénomènes en mettant en évidence des relations de cause à effet. La **simplification** à travers la modélisation est un moyen de synthétiser l'information tout en conservant un niveau de complexité suffisant pour ne pas perdre les éléments de compréhension du fonctionnement du système étudié. En outre, la conception d'un modèle constitue en soi une aide à l'appréhension des articulations entre les différents échelons territoriaux donc susceptible, *a priori*, de pallier les problématiques de **changements d'échelles spatio-temporelles** et de comparer des situations géographiques et historiques différenciées. Comme le soulignent Joerin et al. (2005) « *afin que les indicateurs puissent véritablement aider les décideurs dans la phase de formulation du problème, il semble nécessaire de passer d'un ensemble d'indicateurs, à un véritable système d'indicateurs, constituant en soi un modèle de la complexité territoriale* ».

Passer d'un ensemble d'indicateurs à un système d'indicateurs consiste à **identifier les relations entre les indicateurs**. Ce type de méthode permet de dépasser l'approche classique des tableaux de bord et listes d'indicateurs sectoriels proposés par grande thématique. L'utilisation d'indicateurs déconnectés les uns des autres ne permet pas de rendre intelligible les processus qui font la complexité d'un système territorial. Ils offrent une information de base qui perd sens si elle n'est pas située dans un contexte donné. Le nombre d'habitants, le nombre de logements, la superficie moyenne des surfaces habitées offrent, par exemple, des éléments informatifs sur l'état d'un territoire à un instant t. En revanche, prises indépendamment ces valeurs mesurées n'apportent pas d'élément de compréhension du fonctionnement des dynamiques qui produisent le territoire. C'est la mise en valeur des relations de causalité entre ces phénomènes qui peut permettre d'identifier les enjeux de développement du territoire considéré.

L'élaboration d'un système d'indicateurs permet également d'**éviter les redondances et les lacunes** en indicateurs (Niemeijer et Groot, 2006). Plusieurs auteurs avancent que l'organisation d'un ensemble d'indicateurs sur la base d'un modèle conceptuel offre un guide, non seulement pour leur sélection, mais aussi pour leur agrégation (Meadows, 1998 ; Malkina-Pykh, 2002 ; Desthieux, 2005). Bien souvent, les utilisateurs se perdent parmi les possibilités variées d'aborder et de mesurer un phénomène. Les différentes expériences rapportées dans la littérature révèlent une tentation forte de production d'un grand nombre d'indicateurs qui ne sont pas tous utiles et pertinents. Certains sont pourtant plus adaptés que d'autres pour répondre à une question. Le modèle peut permettre de rapporter chacun des indicateurs à la compréhension globale du système et d'identifier leurs interactions. Cette conception d'un ensemble organisé d'indicateurs peut également permettre d'éviter l'oubli d'éléments de mesure essentiels pour comprendre le fonctionnement global du système territorial.

Enfin, dernier point, le modèle peut favoriser l'**appropriation** du système d'indicateurs en offrant un **cadre pour l'apprentissage**. Le modèle permet de conserver un certain niveau de complexité tout en offrant une représentation organisée et simplifiée de la

réalité, accessible à l'ensemble des acteurs participant à son élaboration. L'hypothèse sous-jacente est que la mise en place d'un modèle peut permettre de gérer la pluralité des objectifs et les contradictions entre acteurs d'un projet d'aménagement territorial. Elle se base sur l'évolution des concepts et méthodes de la **participation** appliqués au domaine de l'aménagement du territoire. La notion de processus participatif est apparue dans les pays anglo-saxons sous le terme « *d'advocacy planning* » pour décrire des méthodes destinées à la résolution de conflits (Davidoff, 1965, cité par Joerin et Rondier, 2007). Elle a évolué ensuite vers les méthodes de « *consensus building* » (Forester, 1999 cité par Joerin et Rondier, 2007) qui se fondent sur la construction de consensus. Selon Rey-Valette et al. (2006), la **co-construction** suppose la conception d'un **référentiel commun** qui peut se matérialiser dans un modèle. « *Organiser l'information disponible est le rôle de la modélisation. (...) L'information et sa formalisation sous forme de système apparaissent alors comme la composante du système productif au même titre que le capital, la démographie ou les ressources. Le système d'information est un outil qui permet à un groupe de mobiliser des connaissances et des données qui ont un sens, de l'information pour éclairer et orienter un processus de réflexion collective* » (Tonneau, 2003). Dans ce cas, le but du processus participatif va au-delà de la recherche d'un compromis. Il tend à faire évoluer la façon de penser des différents acteurs dans la conception du problème, le modèle constitue alors un **instrument de réflexivité**.

Proposer une démarche concertée et itérative de co-construction et de co-évaluation

L'**appropriation** des indicateurs par les utilisateurs est le gage de leur utilisation d'où une exigence de participation. La **légitimité** du système d'indicateurs est liée en grande partie au processus d'élaboration mis en œuvre. Cependant, les indicateurs doivent également répondre à des critères de **fiabilité scientifique**. L'un des enjeux des démarches de construction d'indicateurs semble résider dans leur capacité à répondre à ces deux objectifs de rigueur scientifique et de légitimité pour les utilisateurs. « *Les Indicateurs de Développement Durable sont des objets scientifiques construits et communiqués en vue d'un usage politique. Leur construction est soumise à trois exigences parfois difficilement compatibles : la rigueur scientifique, l'efficacité politique et la légitimité démocratique* » (Boulanger, 2004). En conséquence, le système d'indicateurs doit être conçu en reconnaissant non seulement les savoirs scientifiques mais également les savoirs véhiculés par les acteurs. « *Le système d'indicateur constitue un outil qui favorise la négociation et doit donc tenir compte de la variété des points de vue des décideurs* » (Rondier, 2007). Au cours de son élaboration, le système devient un élément à part entière du processus de planification participative, un **objet intermédiaire**, évoluant au fil de la construction d'une représentation globale et commune de la réalité du système territorial. Il se trouve au cœur d'un **processus d'apprentissage commun** aux scientifiques et aux acteurs. La position du chercheur, dans ce processus, est l'un des principaux enjeux des démarches participatives.

Objectifs et méthodologie

Trois grandes phases de recherche ont été menées pour vérifier chacune des hypothèses énoncées précédemment : modéliser les dynamiques de périurbanisation, analyser les besoins institutionnels, évaluer la démarche. Ces phases sont présentées dans la figure n°5 et décrites ensuite.

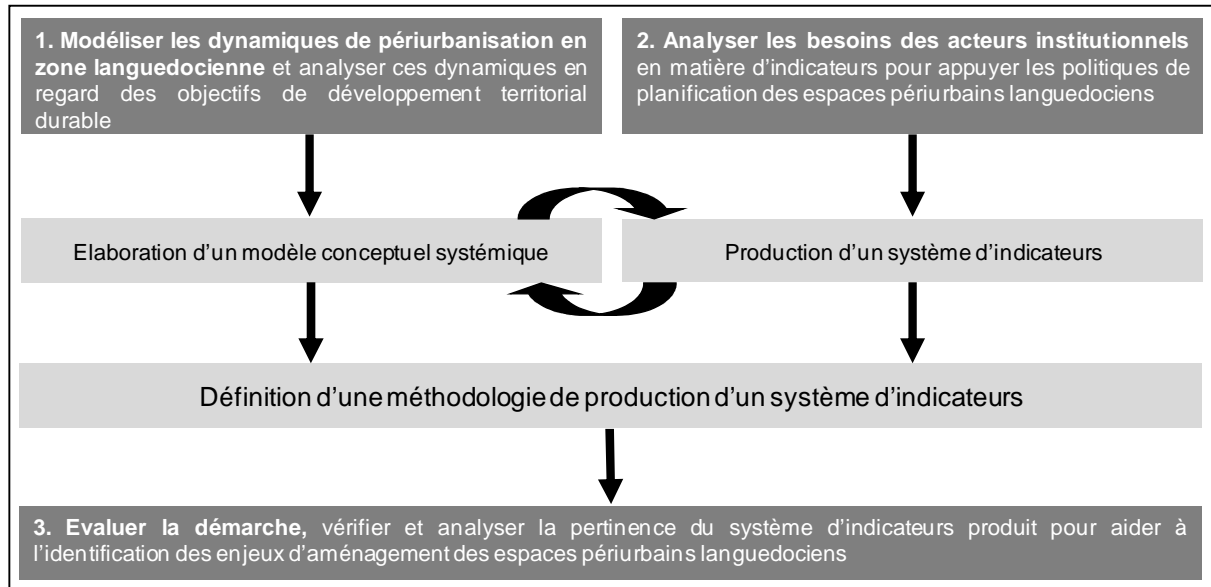


Figure 5 : Grandes phases méthodologiques des travaux de recherche

Modéliser les dynamiques de périurbanisation en zone languedocienne

La question centrale des démarches d'élaboration de systèmes d'indicateurs est celle du choix des indicateurs. Cependant, comme le soulignent Joerin et Rondier (2007), il s'agit davantage de concevoir un système que de sélectionner des indicateurs. La première phase a donc consisté à **choisir un cadre d'analyse** pour modéliser les processus de périurbanisation, aider à structurer la réflexion et organiser les indicateurs dans un schéma de causalité qui permette de les relier entre eux. La construction d'un nouveau référentiel me paraissait un choix trop périlleux en raison des enjeux liés à l'exercice de modélisation. Le besoin d'aboutir à un modèle « opérationnel », exploitable pour la construction d'un système d'aide à la décision et constituant en soi un objet de réflexivité adapté aux échanges avec les acteurs institutionnels, m'a conduit à structurer mes réflexions à partir d'un référentiel existant et connu des acteurs. J'ai opté pour le **modèle DPSIR**, fréquemment utilisé dans le cadre de la production d'indicateurs (AAE, 1995, 2001, 2006 ; Holten-Andersen et al., 1995 ; OCDE, 2003 ; UNEP, 2002 ; etc.). Fondé sur une approche relativement simpliste et occidentale des rapports homme/nature et considéré comme très mécaniste, ce modèle est souvent critiqué. Les limites et interrogations que son utilisation soulève se présentent, de mon point de vue, comme des pistes de réflexion à approfondir pour en proposer une adaptation. J'ai proposé une approche dynamique élargie du modèle DPSIR qui tient compte des variations de l'état d'un système territorial, dans un espace-temps donné, sous l'effet de forces motrices, de pressions et de réponses qui peuvent contribuer à la dégradation mais également à l'amélioration des « performances » du système étudié. L'exercice de modélisation mis en œuvre a consisté à analyser les processus de périurbanisation en zone languedocienne à travers l'élaboration d'un modèle conceptuel systémique. Cette démarche s'est appuyée sur

un travail de concertation itérative entre chercheurs et acteurs de l'aménagement du Languedoc-Roussillon. Ces interactions ont permis de construire une représentation partagée du système territorial languedocien.

Analyser les besoins des acteurs institutionnels

En parallèle de mes travaux, j'ai contribué activement au projet mis en œuvre sur la demande de la DRAAF LR. Dans le but d'objectiver et de légitimer leur discours dans les processus décisionnels, les services de l'État, à un niveau régional et départemental, expriment des besoins urgents en indicateurs pour mesurer et spatialiser la consommation d'un patrimoine agronomique des sols par l'artificialisation. Le **contexte** ainsi que les compétences et moyens à disposition ont été des éléments déterminants pour les choix méthodologiques adoptés. A l'origine, la démarche globale de production d'un système d'indicateurs envisageait de s'appuyer principalement sur l'exercice de modélisation. Afin de répondre à des enjeux d'opérationnalité et d'utilité des indicateurs, il est apparu indispensable de prendre en compte les attentes spécifiques des acteurs. Les priorités de mon travail s'en sont trouvées modifiées.

Un « bon indicateur » est un indicateur utilisé, il doit d'abord être en adéquation avec la question que se posent les acteurs. Afin d'assurer l'**opérationnalité** du système d'indicateurs, une analyse approfondie des besoins des utilisateurs potentiels est apparue indispensable pour orienter le choix des indicateurs. Pour réaliser ce travail, les acteurs mobilisés ont été des agents des services de l'État à un niveau régional et départemental travaillant dans le domaine de l'agriculture. Le travail d'analyse des besoins a cependant mobilisé un panel plus large d'acteurs institutionnels. Cela permettait d'objectiver la question de la gestion du foncier agricole en zone périurbaine languedocienne, mais également de bénéficier d'autres expériences en matière de production d'indicateurs pour accompagner les processus décisionnels.

Je me suis intéressée aux méthodes de **mobilisation des acteurs** dans les processus de conception et d'évaluation de système d'indicateurs. Leur degré d'implication varie beaucoup en fonction des approches. Pour une appropriation maximale des indicateurs, Audouit et al. (2006) préconisent une **démarche interactive et itérative** entre scientifiques et utilisateurs. C'est ce type d'approche concertée que j'ai retenue parce qu'elle m'a paru la plus adaptée pour tenter de dépasser les tensions entre représentations des acteurs et vérités scientifiques. Le processus de sélection des indicateurs, guidé par le modèle conceptuel systémique, a donc consisté à choisir les indicateurs selon une démarche « **chemin faisant** ».

Pour répondre à des impératifs d'opérationnalité du système d'indicateurs il est également apparu indispensable de produire des **données spatiales de référence**. La mise en œuvre des démarches de modélisation et d'analyse des besoins a fait émerger le manque de connaissances spatiales pour comprendre et suivre les processus d'artificialisation des sols. Un travail conséquent a donc été mené pour envisager deux méthodes de modélisation spatiale généralisables et reproductibles, l'une destinée à la production de taches artificialisées et l'autre à la spatialisation d'un Indice de Qualité des Sols.

Évaluer la démarche proposée

Le meilleur moyen d'évaluer le système d'indicateurs est de se rapprocher des acteurs qui vont l'utiliser et l'exploiter au quotidien. J'ai envisagé l'évaluation de la démarche adoptée au fur et à mesure du processus de co-construction. A l'issue des deux premières phases de recherche (élaboration d'un modèle conceptuel systémique, production d'un système d'indicateurs), l'évaluation du système d'indicateurs produit a permis de vérifier ou d'infirmer mes hypothèses. Il s'agissait notamment de considérer l'apport des choix méthodologiques retenus, en matière de modélisation et de participation, pour la mise en œuvre d'une démarche de production d'un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux destiné à appuyer les décisions en matière de gestion des espaces périurbains.

Structuration du mémoire de la thèse

La première partie a pour objectif de présenter les **principales avancées théoriques** auxquelles font référence mes travaux de recherche. Un premier chapitre analyse les problématiques de la périurbanisation face aux enjeux du développement de systèmes urbains durables. Les questions des espaces périurbains, sont traitées dans leur relation avec le monde agricole, dans un deuxième chapitre. La reconsidération de l'agriculture apparaît comme une condition indispensable à la mise en œuvre d'une gouvernance territoriale adaptée. Pour répondre à mes objectifs de compréhension des phénomènes périurbains, un autre élément analysé est lié à la légitimité des indicateurs et des démarches participatives mises en œuvre pour qu'ils puissent être effectivement utilisés dans les processus de prise de décision. C'est ce dont traite le chapitre 3.

La conception de systèmes d'indicateurs opérationnels, pour analyser le développement spatial des villes et accompagner les dispositifs d'aménagement des territoires, constitue une demande récurrente à tous les niveaux d'action (tant local que national, européen et international). La deuxième partie présente, dans un quatrième chapitre, les **options méthodologiques retenues** pour proposer une démarche de co-construction d'un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux adapté à ces problématiques. Celle-ci s'appuie à la fois sur une **approche modélisatrice** et sur une **approche participative itérative**. La construction d'une représentation simplifiée et partagée du système littoral languedocien, au travers de l'application du modèle systémique DPSIR adapté, fait l'objet d'un cinquième chapitre. L'analyse approfondie des besoins conduite en parallèle, auprès des acteurs institutionnels, est présentée dans un sixième chapitre.

La troisième partie **présente, discute et évalue les résultats**. Afin d'assurer l'opérationnalité du système d'indicateurs, les résultats de la modélisation et du travail de concertation ont fait émerger la nécessité de définir des méthodes de modélisation spatiale pour produire des données spatiales de référence (taches artificialisées et Indice de Qualité des Sols spatialisé) indispensables à la mise en œuvre des indicateurs. Le septième chapitre traite ce sujet. Le chapitre huit est consacré à la restitution du système d'indicateurs produit et propose d'interpréter quelques indicateurs représentatifs de l'ensemble. Enfin, un dernier chapitre évalue la démarche proposée. Sont discutées, les hypothèses avancées et les perspectives de recherche qu'il paraît intéressant d'approfondir.

**PARTIE I – PÉRIURBANISATION ET AGRICULTURE : UNE NOUVELLE
GOUVERNANCE**

CHAPITRE 1. PÉRIURBANISATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : DES INJONCTIONS PARADOXALES ?

« La ville inachevée, non point par suite d'une quelconque imperfection, mais comme horizon des horizons, toujours pressenti et jamais atteint » (Sansot, 2004)

Dans les années 1960, en France, l'augmentation de la population urbaine a conduit à l'accroissement périphérique des villes et à un desserrement²³ progressif du peuplement urbain. Ces processus ont été renforcés par une évolution des modes de vie et des valeurs sociétales encouragée par des politiques d'aménagement en faveur de l'accès à la propriété individuelle et la démocratisation de l'automobile. Devenu une étape de la trajectoire de vie des ménages, l'habitat périurbain, choix volontaire ou contraint de s'éloigner de la ville dense, continue aujourd'hui d'alimenter les dynamiques de périurbanisation.

Les deux dernières décennies (1990-2010) se sont accompagnées d'une stigmatisation de la périurbanisation, modèle de développement urbain aujourd'hui largement dénoncé pour ses impacts négatifs. Cette évolution correspond à la prise de conscience généralisée de la nécessité de raisonner le processus de croissance économique pour proposer des alternatives en faveur d'un développement plus durable des villes. Le phénomène de périurbanisation est généralement associé aux expressions péjoratives « d'étalement urbain » et de « fragmentation urbaine », synonymes de gaspillage des ressources (environnementales, économiques, foncières, etc.), d'une ségrégation socio-spatiale accrue et d'externalités économiques négatives. Pourtant ces critiques générales portées à la périurbanisation méritent d'être nuancées. Les urbanistes s'interrogent désormais sur la ville compacte en tant qu'idéal exclusif de prospective et développent des approches qui reconnaissent les qualités de la ville étalée (Schubarth, 2008). Certains perçoivent dans cette nouvelle forme d'habiter et cette intensification de la mobilité des révélateurs d'innovation et d'une plus grande qualité de vie.

On le voit, les facteurs qui ont contribué, depuis la fin du XX^{ème} siècle, aux dynamiques d'excroissance urbaine animent les débats des chercheurs et aménageurs. L'évolution des approches traduit les difficultés d'identifier et de définir les processus en œuvre. La périurbanisation s'affirme, par exemple, par des modes d'habiter ou de se déplacer ne s'apparentant pas aux modes de vie urbains et ruraux connus jusqu'alors et qui peuvent difficilement être résumés par des modèles morphologiques simples. « *Il n'existe pas de définition commune, ni de bonne manière d'appréhender spatialement ou de qualifier le système périurbain* » (Roux et Vanier, 2008). Malgré la reconnaissance de l'espace périurbain comme une catégorie spatiale à part entière son statut de transition entre ville et campagne reste flou. La nécessité de proposer de nouvelles approches pour dépasser les modèles fondés sur une vision dichotomique de l'espace est plus que jamais d'actualité.

²³ Le desserrement urbain peut être défini comme l'augmentation du ratio « surface urbanisée par habitant ».

1.1. L'espace périurbain : produit de la croissance urbaine

La seconde moitié du XX^{ème} siècle a été synonyme d'une véritable « *révolution urbaine* »²⁴. Avec la saturation des centres, les périphéries ont capté une part de plus en plus importante de la croissance urbaine. Ce mouvement a été renforcé par une dégradation de l'image des conditions de vie (liée à la sur-densification des centres-villes), par l'augmentation des coûts du logement (fonction de l'accessibilité aux centres urbains), le développement des réseaux de transport et la démocratisation de la voiture individuelle qui ont facilité l'accès à une banlieue de plus en plus éloignée.

1.1.1. De la banlieue à la formation de l'espace périurbain

L'expansion des villes à leur périphérie n'est pas un phénomène nouveau, le développement des **faubourgs**²⁵ en est la première manifestation. Dès le XVIII^{ème} siècle, la saturation des centres anciens conduit l'activité industrielle à se développer au-delà de la cité intra-muros. A la fin du XIX^{ème} siècle les enceintes des villes ont quasiment disparu, la notion d'**agglomération** apparaît pour définir la **ville-centre** et sa **banlieue**²⁶. La révolution industrielle marque un tournant dans l'extension spatiale des villes ; les migrations de travail saisonnières puis définitives de la campagne vers la ville s'intensifient. Au début des années 1930, la population française devient en majorité urbaine. Cependant l'urbanisation ne s'accélère véritablement qu'au sortir de la seconde guerre mondiale, sous l'effet conjugué des « Trente Glorieuses » et de la modernisation des pratiques agricoles. De 1945 à 1975, l'**exode rural** vide les campagnes. Après les années 1960, les villes vont croître bien au-delà des banlieues. Un nouveau type d'espace se forme, l'**espace périurbain**, qui se caractérise par de faibles densités, une absence de continuité de l'habitat avec l'agglomération urbaine et un mode de vie de ses habitants plus proche de celui des urbains que de celui des ruraux.

L'augmentation de la population urbaine est la première cause structurelle du phénomène périurbain. Dès le XIX^{ème} siècle, les villes européennes ont commencé à croître. Bairoch (1985, cité par Albert, 2007) explique ce phénomène par l'image que reflètent les villes à cette époque (centres d'innovations, marchés d'échanges commerciaux, etc.). Le taux d'urbanisation en Europe est ainsi passé de 12,1 % en 1800, à 37,9 % en 1900, pour atteindre 63,7 % de la population en 1970²⁷.

Comme l'indique la figure n°6, de 1936 à 2006, la population des villes de France métropolitaine a plus que doublé, passant de 22 à 50 millions d'habitants. À l'inverse, la

²⁴ Terme rendu célèbre par l'ouvrage d'Henri Lefebvre paru en 1970 : *La Révolution urbaine*, Paris, Gallimard.

²⁵ La notion de faubourg vient du latin « foris » qui signifie hors de, dehors et de « burgum » qui signifie bourg. C'est la partie de la ville qui est située hors de l'enceinte (Paulet, 2006).

²⁶ Le terme banlieue est très ancien. Au XIII^{ème} siècle il désigne « l'espace d'une lieue autour de la ville où s'exerce le droit de « ban » du seigneur ». Dès le XVII^{ème} siècle le mot est utilisé pour « désigner les campagnes et villages entourant une grande ville » (Paulet, 2004). Il perd ainsi son sens juridique et administratif. Aujourd'hui, le terme est utilisé pour désigner « la couronne dense la plus proche de la ville centrale ». Il est aussi parfois utilisé dans un sens abusif pour désigner les « quartiers périphériques défavorisés » (Dorier-Appril, 2001).

²⁷ Selon des sources et estimations de Bairoch (1985) cité par Albert (2007).

population rurale²⁸ est passée de 20 à 12 millions de personnes environ. Désormais, plus des trois quarts des Français vivent dans les **unités urbaines**²⁹ (Cf. Tableau n°1).

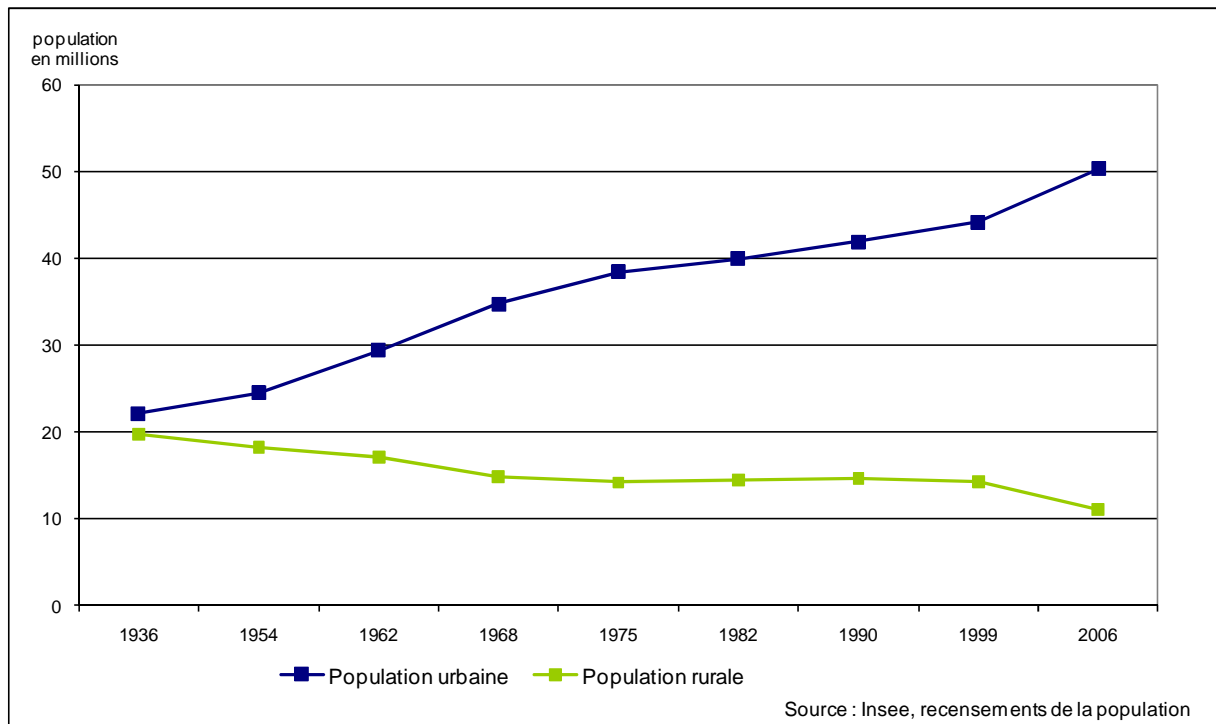


Figure 6 : Évolution des populations urbaines et rurales en France métropolitaine entre 1936 et 2006

Recensements	1968	1982	1999	2006
Population comprise dans une unité urbaine (en milliers)	34 827	39 875	44 871	50 337
% de la population totale du territoire	70	73	76	82

Tableau 1 : Évolution de la population comprise dans une unité urbaine de 1968 à 2006 (Source : INSEE, recensements de population)

La figure n°7 propose une représentation de l'évolution de la population par catégorie d'espace (urbain, périurbain, rural) définie selon le Zonage en Aires Urbaines et en aires d'emploi de l'Espace Rural (ZAUER)³⁰. Elle traduit l'importance des dynamiques de périurbanisation depuis le recensement de 1962 sur le territoire national métropolitain.

²⁸ La population rurale ne doit pas être confondue ici avec la population des espaces à dominante rurale qui comprend des communes rurales mais englobe également de petites unités urbaines.

²⁹ En 1962, l'INSEE conçoit la notion d'unité urbaine, il s'agit d'un « ensemble d'une ou plusieurs communes dont le territoire est partiellement ou totalement couvert par une zone bâtie d'au moins 2000 habitants. Dans cette zone bâtie les constructions sont séparées de leurs voisins de moins de 200 mètres » (Paulet, 2004).

³⁰ Le **Zonage en Aires Urbaines et en aires d'emploi de l'Espace Rural**, établi en 1996 par l'INSEE, offre un découpage statistique du territoire en quatre catégories. La première représente l'espace à dominante rurale, les trois autres, l'espace à dominante urbaine. « **L'espace à dominante rurale** regroupe l'ensemble des petites unités urbaines et communes rurales n'appartenant pas à l'espace à dominante urbaine. **L'espace à dominante urbaine** est l'ensemble, d'un seul tenant, de plusieurs aires urbaines et des communes multipolarisées qui s'y rattachent. Une **aire urbaine** est un ensemble de communes d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain et par des communes rurales ou unités urbaines dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle urbain ou dans des communes attirées par celui-ci » (INSEE, 1996).

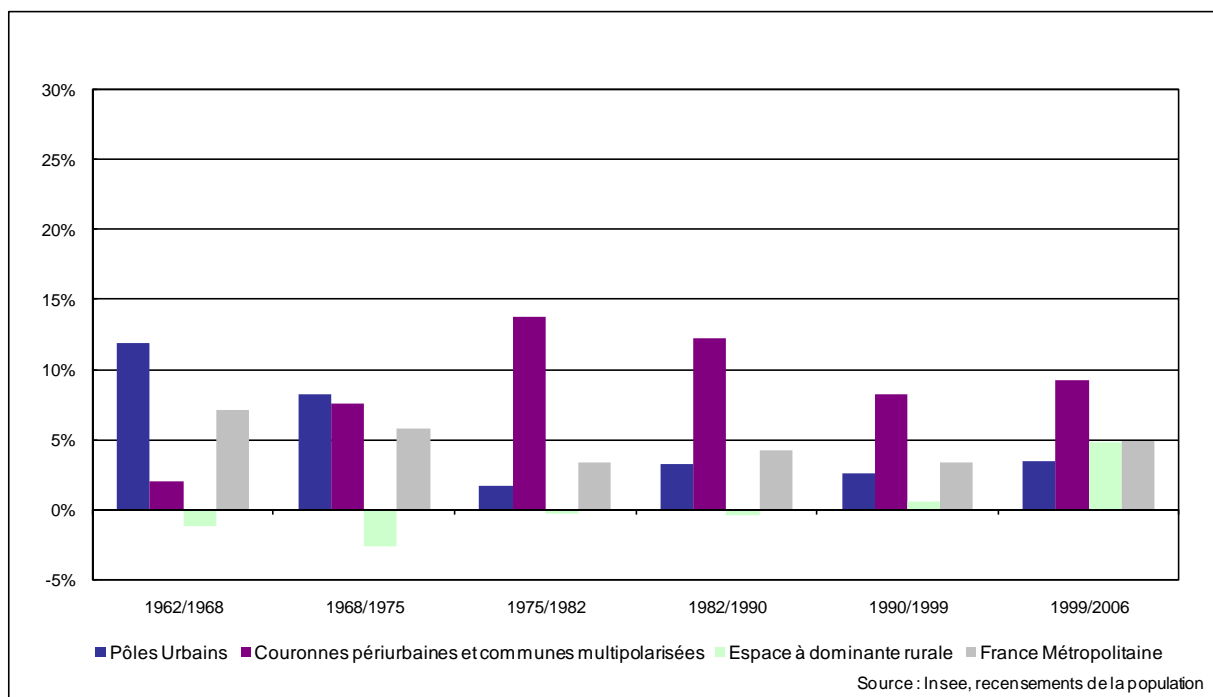


Figure 7 : Évolution de la population par catégorie d'espace (urbain, périurbain, rural) du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE, entre 1962 et 2006 en France métropolitaine

Le mouvement d'urbanisation se concentre d'abord dans les pôles urbains³¹, en particulier dans les banlieues des agglomérations. Au début des années 1970, les espaces périurbains atteignent progressivement le même taux de croissance que les pôles urbains dont la croissance ralentit. Il s'agit des prémices du phénomène de desserrement des villes renforcé par un exode rural massif et la décohabitation des *baby-boomers* qui quittent le foyer de leurs parents. Sur les périodes censitaires suivantes (1975-1990), on assiste à une explosion du phénomène de périurbanisation qui se généralise à l'ensemble du pays. Les communes des couronnes périurbaines connaissent alors la croissance la plus vive. A partir des années 1990, les espaces à dominante rurale recommencent à croître. Sur la période 1990-1999, le mouvement de peuplement des couronnes périurbaines ralentit légèrement pour reprendre ensuite sur la dernière période censitaire (1999-2006). On assiste à un renversement de tendance, les espaces à dominante rurale connaissent une croissance désormais plus vive que les pôles urbains. En 2006, plus des trois quarts des français (82 %) vivaient dans les espaces à dominante urbaine, 60 % dans les pôles urbains, 22 % dans les couronnes périurbaines et communes multi-polarisées et 18 % dans les espaces à dominante rurale.

Comme l'indique le tableau n°2, ce sont désormais les couronnes périurbaines et les espaces à dominante rurale qui attirent le plus de population avec un taux de variation annuel lié à un solde migratoire de 0,8 %.

³¹ « **Le pôle urbain** est une unité urbaine offrant au moins 5000 emplois et qui n'est pas située dans la couronne périurbaine d'un autre pôle urbain. Une **commune périurbaine monopolarisée** est une commune appartenant à la couronne périurbaine d'une aire urbaine. Une **commune multipolarisée** est une commune située hors des aires urbaines (pôle urbain et couronne périurbaine), dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi, travaille dans plusieurs aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles, et qui forment avec elles un ensemble d'un seul tenant » (INSEE, 1996).

	Variation annuelle (en habitants par an)	Taux de variation annuel 1999-2006 (en %)			Taux de variation annuel 1982-1999 (en %)
		Total	dû au solde naturel	dû au solde migratoire apparent	
Pôles urbains	177 245	0,5	0,5	0	0,3
dont villes-centre	52 807	0,3	0,4	-0,1	0
dont banlieues	124 438	0,6	0,6	0	0,6
Périurbain	161 685	1,3	0,4	0,8	1,2
Total espace à dominante urbaine	338 930	0,7	0,5	0,2	0,5
Total espace à dominante rurale	72 334	0,7	-0,1	0,8	0
France métropolitaine	411 264	0,7	0,4	0,3	0,4

Tableau 2 : Taux de variation annuelle de la population par catégorie d'espace du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE de 1982 à 2006 en France métropolitaine (Source : INSEE, recensements de population)

Après une longue période de déclin, puis de stagnation, la population des espaces ruraux augmente désormais au même rythme que l'ensemble de la population française (+0,7 % par an). En revanche, ce sont toujours les couronnes périurbaines qui connaissent le taux de variation annuel le plus vif. Il est de 1,3 % sur la période 1999-2006 contre 0,5 % pour les pôles urbains.

1.1.2. Une évolution des modes de vie et des rapports aux territoires

L'accroissement des revenus et l'allongement de la durée de vie, au sortir de la seconde guerre mondiale, se sont conjugués à un désir de nature et d'accession à la propriété et à une évolution des structures familiales. En parallèle, les progrès dans le domaine des transports ont contribué à l'accroissement des mobilités. De nombreux travaux économiques, théoriques et empiriques, ont tenté de mettre en évidence les déterminants des choix de localisation des ménages qui traduisent une grande diversité de comportements (Certu, 2006).

1.1.2.1. La possibilité de devenir propriétaire

Dans les pays industrialisés, la **politique du logement** a favorisé l'accession à la propriété individuelle. Dès 1928, en France, la « Loi Loucheur » facilite l'achat de terrain pour y faire construire un pavillon ou une maison (emprunt à taux réduit). La pénurie de logements au sortir de la guerre conduit l'État à mener une politique de construction de masse (plan Courant de 1953). Ces zones d'habitats collectifs ont souvent mal vieilli et ont été associées à l'image d'une mauvaise qualité du cadre de vie. On y trouve aujourd'hui les catégories de population les moins aisées et les taux de chômage les plus élevés. « *L'échec social des grands ensembles collectifs* » (Clerc et al., 2008) a ouvert la voie au tout pavillonnaire individuel favorisé par des politiques d'aide à l'accession à la propriété. En 1977, la mesure dite du « prêt à taux zéro » ou « d'aide à la pierre » modifie les modalités de financements et favorise l'accès à la propriété individuelle d'un pavillon (Albert, 2007). Davantage en France que dans les pays voisins le modèle de la maison individuelle est

plébiscité par les ménages qui rejettent en bloc les quartiers HLM (Habitations à Loyers Modérés).

Dans les années 1970, **l'évolution des valeurs sociétales** s'est traduite par un individualisme croissant et un rejet du mode de vie urbain. C'est ce que certains auteurs ont appelé la rurbanisation³², le retour à la campagne des néo-ruraux (Cf. 1.2.1.). Le désir de nature s'associe au besoin de liberté (Rousseauistes, mai 68, etc.) que la hausse des revenus et les politiques d'accès à la propriété aident à satisfaire. Le mode de vie urbain est stigmatisé, diabolisé (espaces densément peuplés, insalubres, bruyants, pollués, etc.) et de plus en plus rejeté. Le fait de devenir propriétaire d'une maison individuelle devient synonyme d'une plus grande reconnaissance sociale qui semble répondre à un idéal d'autonomie et de maîtrise de sa distance aux autres. « *La maison individuelle, l'entretien d'un jardin privatif, l'usage fréquent et nécessaire de l'automobile, la distinction lieu de résidence/lieu de travail sont autant de ces signes qui attestent d'une appartenance active aux dynamiques de la société actuelle. (...) La maison individuelle semble permettre la réalisation d'une vie en autarcie complète, basée sur l'épanouissement personnel au sein de la famille, à côté d'autres cellules familiales également indépendantes* » (Valette, 2003).

La mobilité résidentielle des ménages n'est pas seulement liée « *à la satisfaction de leurs aspirations, elle est aussi le résultat d'arbitrages sous contraintes* » (Kaufmann, 2002 cité par Rébat, 2009). Plusieurs auteurs (Jaillot et Rougé, 2007 ; Rougé, 2005 ; Bonard et al., 2009 ; Froidure, 2009, etc.) se sont ainsi attachés à démontrer que l'accès à la propriété individuelle en périphérie éloignée résultait de choix également contraints par les **conditions du marché immobilier et foncier**. « *Cela résulte parfois de choix individuels comme le désir de disposer d'un jardin (...) ou celui d'éviter une certaine promiscuité inévitable dans les logements collectifs de la ville. Cela peut résulter aussi de contraintes : par exemple l'élévation des coûts fonciers au centre-ville rend parfois difficile l'accès à un logement décent pour une famille qui s'agrandit* » (Julien, 2007). Le coût du foncier est déterminant dans le choix de localisation des ménages, plus encore que les coûts de déplacement ou la distance au lieu de travail (Comby, 1997). Le fonctionnement du marché de la construction et du marché foncier tient donc un rôle essentiel dans la diffusion de la propriété individuelle dans l'espace. La baisse du Coefficient d'Occupation des Sols³³ dans les villes-centre et leur périphérie immédiate a participé à une inflation foncière considérable. Pour réduire les coûts apparents, les promoteurs immobiliers construisent de plus en plus loin. Les ménages aux revenus modestes cherchent à acquérir des terrains toujours plus éloignés ne prenant pas forcément en compte les coûts de déplacement dans leur choix de localisation. Le prix d'achat d'une maison individuelle devient plus accessible que les prix de l'immobilier dans les centres urbains au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ville. « *L'idée d'un habitat pavillonnaire en périurbain toujours choisi doit être nuancée, en regard du modèle dominant de ce type d'offre de logement* » (Semmoud, 2003 cité par Goyon et Othar, 2009).

Si l'accès à la propriété joue un rôle indéniable dans l'imaginaire de la réussite sociale, elle n'est pas toujours vecteur de promotion sociale. Selon Goyon et Othar (2009) le fait de devenir propriétaire confère une certaine sécurité économique mais ne garantit pas toujours une ascension sociale. L'accession à la propriété s'accompagne parfois d'un endettement des catégories les plus modestes avec toutes les conséquences qui peuvent en découler (frein à la

³² Bauer G., Roux J.M. (1976). *La rurbanisation ou la ville éparpillée*, Paris, Editions du Seuil.

³³ Le COS détermine la densité de construction admise sur une zone urbaine ou à urbaniser. Il est « *le rapport exprimant le nombre de mètres carrés de plancher hors œuvre nette ou le nombre de mètres cubes susceptibles d'être construits par mètre carré de sol* » (art. R. 123-10 du code de l'urbanisme).

mobilité, précarisation, chômage). « *Le poids de cet endettement n'est alors accepté qu'à condition de permettre, si ce n'est une ascension sociale, une amélioration du niveau de vie à terme* ».

1.1.2.2. Une évolution des structures familiales et des trajectoires de vie

Dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, les structures familiales ont évolué vers une diminution de la taille des ménages et un accroissement de leur nombre générés par un mouvement de **décohabitation** (séparation du domicile des générations membres d'une même famille). Dans les années 1960, le phénomène concernait surtout les espaces ruraux. Sous l'effet de la modernisation agricole, les jeunes quittent alors en masse le domicile parental pour trouver un emploi en ville. A partir des années 1970, l'exode rural ayant « vidé » en grande partie les campagnes, la dynamique se manifeste davantage dans les villes-centre. Les couronnes périurbaines, d'abord moins concernées, accueillant les familles composées de couples avec enfants, semblent aujourd'hui l'être tout autant (Bacaini et al., 2009) du fait de l'accroissement des familles monoparentales notamment.

Le périurbain constitue une étape du **parcours résidentiel** des ménages fortement liée à leurs trajectoires de vie (Jaillet, 2004). En effet, il semble « *plus propice à l'accueil des familles, en raison d'une structure de l'habitat mieux adaptée tant en termes de taille de logements que de coût de l'immobilier* » (Potier, 2007). Ce sont plutôt des jeunes parents ou futurs parents qui s'installent en périurbain (Berger, 2004). Pumain et Saint Julien (1995) ont identifié un modèle concentrique de répartition des populations en fonction de l'âge moyen des personnes et de la taille des ménages dans toutes les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants. Les villes-centre sont plutôt occupées par les populations âgées et les étudiants. Les périphéries accueillent des familles. Ainsi Goyon et Othar en 2009 confirment, sur la base d'une étude conduite dans des territoires périurbains de l'Ain, que l'accession au logement correspond à un acte fondateur de la famille. La plupart des ménages périurbains disent acquérir un logement à la naissance de leur premier enfant ou dans les années qui suivent. Avec le vieillissement des membres du ménage et le départ des enfants le modèle pavillonnaire est de moins en moins plébiscité. On assiste à des désirs de retour vers les centralités moins isolées, plus animées culturellement, davantage desservies en services et donc avec une moins forte dépendance à la mobilité.

1.1.2.3. La démocratisation de l'automobile : cause ou moyen de la périurbanisation ?

Dès la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, la desserte facilitée des périphéries, liée au développement des réseaux de transports en commun, contribue à modifier le visage des villes. A proximité des axes ferrés, se développent les premiers lotissements résidentiels. Au sortir de la seconde guerre mondiale, l'élévation du niveau de vie conjuguée aux progrès industriels participe à la **démocratisation de l'automobile** à une grande partie de la population. Ce moyen de transport permet d'habiter plus loin du centre-ville et de son lieu de travail. Pour répondre aux besoins de déplacements, l'aménagement de roades et d'autoroutes périurbaines favorisent l'éloignement des nouvelles zones pavillonnaires. Cependant, l'accession massive des ménages à l'automobile s'opère bien avant le renversement des flux migratoires. Rejetant l'idée de causalité directe, Offner (1993, cité par Rérat, 2006) parle de congruence entre l'étalement urbain et la diffusion de ce type de transport. Moriconi-Ebrard (2007) a démontré qu'il n'est pas possible d'observer une relation étroite entre le moment où les populations s'équipent en automobiles et la mise en place d'une

dynamique de périurbanisation. Girault (2001) avance qu'elle n'a en fait qu'un impact limité puisque la circulation augmente avec la croissance démographique et celle du revenu national, quel que soit le lieu de résidence de la population. La « **multi-motorisation** » des ménages, c'est-à-dire le fait qu'ils possèdent deux voitures ou plus, est en revanche caractéristique du mode de vie périurbain (Roux et Vanier, 2008).

1.1.2.4. L'accroissement des mobilités et la multi-appartenance territoriale

La distinction entre le lieu de travail et le lieu de résidence a fortement guidé les logiques de répartition de l'habitat dans les espaces périurbains. « *Résider à la campagne pour travailler en ville est l'un des ressorts idéologiques* » qui a permis d'expliquer l'engouement pour l'habitat périurbain dans les années 1970 (Valette, 2003). La « *population nouvellement installée dans les espaces périurbains a un taux d'activité élevé, ce qui a pour conséquence première d'imposer des migrations quotidiennes de travail* » (Aquachar-Charpentier, 1997). Souvent les deux membres du couple travaillent dans l'une des agglomérations proches et chacun possède un véhicule qu'il utilise fréquemment. En revanche, les **trajets domicile-travail** n'occasionnent pas que des déplacements centre-périphéries.

Dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle, avec l'augmentation des prix des logements ou des bureaux dans les centres, les activités productives (commerciales, industrielles, logistiques, etc.) se délocalisent en périphérie de façon de plus en plus organisée avec la réalisation d'aires d'activités spécialisées. C'est la réalisation du concept de zoning proposé par Le Corbusier qui suggère que les centres industriels doivent être indépendants des secteurs d'habitation et séparés par des zones de verdure³⁴. La multiplication des **complexes industriels et commerciaux** continue aujourd'hui d'accompagner la croissance périphérique des villes. Aux intersections des principaux axes routiers, ils dessinent des paysages homogènes et standardisés copiés sur le modèle américain. Offrant un ensemble de commodités sur un même lieu, ces espaces sont des creusets d'activités nombreuses, génératrices d'emplois. L'installation de ces complexes participe à favoriser le processus de périurbanisation en multipliant les zones construites en périphérie **vecteurs d'attractivité**. Outre les coûts du logement, l'accessibilité aux services commerciaux et lieux de travail sont des facteurs décisifs dans le choix de localisation des ménages.

Les motifs de déplacement liés à la vie quotidienne des ménages sont d'une grande diversité (transports scolaires, loisirs, achats, etc.). L'accroissement des mobilités, en particulier l'ampleur des migrations alternantes, transforment le rapport des sociétés à l'espace. La différenciation spatiale³⁵ en termes de division des lieux de vie, de travail et de récréation s'oriente de plus en plus vers une forme de **mutli-appartenance territoriale** (Davezies et Veltz, 2006 cités par Billard et Brennetot, 2009). En zone périurbaine, la mobilité spatiale est devenue indispensable pour toute activité qui n'est pas d'ordre résidentielle. L'accroissement du transport individuel tient également aux coûts des transports en commun (Train Express Régionaux, bus, tramways) et au manque de zones desservies. Si des progrès sont faits dans ces domaines, les liaisons des zones en périphéries les plus éloignées restent encore très marginales. Ceux que certains auteurs ont appelé les « *captifs du périurbain* » (Rougé, 2005 ; Bonnin, 2008) sont les premiers à subir le monopole du transport

³⁴ Le Corbusier, 1943. *La Charte d'Athènes*. Paris, Editions du Seuil.

³⁵ La différenciation spatiale peut être définie comme « la création ou l'apparition de différences dans l'espace » (Gay in Lévy et Lussault, 2003). L'action des hommes conduit à une partition et une différenciation de l'espace terrestre notamment au travers de l'appropriation et de la spécialisation de celui-ci.

individuel dans ces espaces. Il s'agit des non-actifs, majoritairement des femmes et enfants, et des couches les moins aisées de la population qui ne bénéficient pas toujours de la multi-motorisation.

Dans une société mondialisée la voiture, l'avion, internet permettent une projection toujours plus éloignée des populations avec une dilution et une extension infinie des territoires. Avec l'accroissement et les ré-articulations complexes des mobilités on assiste à un phénomène de **contraction de l'espace-temps** (Pumain et al., 1999), notion qui décrit la façon dont l'amélioration des moyens de transport et des technologies de la communication a progressivement contribué à « réduire » les distances (réelles ou virtuelles). La mobilité ne fait pas disparaître les notions de distance et de proximité mais les redéfinit en permanence.

1.2. Une évolution et une diversité des approches qui témoignent de la complexité du phénomène périurbain

1.2.1. Une pléthore de concepts pour qualifier un phénomène naissant

C'est d'abord le concept de **suburbanisation** qui émerge dans les années 1950 dans les pays anglo-saxons pour qualifier le processus de croissance des villes américaines. Les *suburbs* correspondent à l'ensemble des banlieues où se développe un phénomène important de migrations alternantes (*commuting*) associé à un habitat individuel pavillonnaire ordonné et principalement occupé par des classes moyennes. En France, le processus d'expansion des villes se caractérise davantage par une discontinuité du tissu urbain et donc une déconnexion à la première couronne des banlieues. Les anglo-saxons qualifient ce mouvement d'**urban sprawl (étalement urbain)**, terme qui se rapproche davantage de notre conception de la périurbanisation. Certains auteurs (Aydalot et Garnier, 1985 ; Bassand, 2004 ; etc.) se sont ainsi attachés à différencier suburbanisation et **périurbanisation**. La principale nuance tient à une continuité plus forte du tissu urbain du premier phénomène. En 1967, l'adjectif **périurbain**³⁶ apparaît pour la première fois dans le dictionnaire français pouvant être littéralement défini comme « *ce qui entoure la ville* ». Dans les années 1970, le terme se généralise progressivement dans le langage des chercheurs et aménageurs.

Dès 1973, Kayser s'interroge sur les nouvelles modalités de la **relation ville/campagne** pour remettre en cause la notion de zone d'influence proposée par François Perroux, accordant ainsi à l'espace rural des capacités de résistance face à l'urbanisation. En 1976, Bauer et Roux généralisent le concept de **rurbanisation** qui résulte du déploiement et de la dissémination des villes dans l'espace rural. L'**espace rurbain** est défini comme l'espace accueillant les couches moyennes nées de la croissance urbaine et en mal de nature. Guérin et Gumuchian, en 1979, s'interrogent sur les fondements de la ruralité. « *Certaines campagnes se trouvent aujourd'hui occupées conjointement par des groupes qui lui confèrent des valeurs différentes. Le rurbain est vu comme un nouveau groupe de population, formé par les urbains qui viennent s'installer à la campagne, qui s'oppose totalement à la catégorie des héritiers de la civilisation paysanne qui ont leurs propres pratiques de l'espace* ». A partir des années 1980, le terme de rurbanisation est de plus en plus remplacé par celui de **périurbanisation** pour décrire de façon générique un processus encore émergent. Ainsi, d'autres auteurs (Berger et al., 1980) proposent une définition plus large, tenant compte de l'ensemble des processus qui se vérifient dans l'espace rural périurbain et qui indiquent le déploiement des

³⁶ Le terme est employé pour la première fois en 1967 par Jean-Bernard Racine dans un article « *Exurbanisation et métamorphisme péri-urbain* ».

fonctions urbaines. Pour ces auteurs, l'**espace périurbain** est une forme de croissance urbaine caractérisée par l'apport de populations majoritairement citadines dans les communes rurales périurbaines (structures sociales du phénomène), et par une discontinuité du bâti et une certaine ségrégation socio-spatiale (structures spatiales).

Le terme de rurbanisation est cependant encore fréquemment utilisé dans la littérature. Il désigne des processus de transformation fonctionnelle d'espaces ruraux par évolution des populations et activités sans transformation visible des densités au-delà de l'aire de périurbanisation (Dorier-Apprill et al., 2001). Thomsin (2005) s'est ainsi attachée à décrire le concept d'**espace rural rurbanisé**. Une étude sur le discours médiatique, réalisée par Billard et Brennetot (2009), démontre que les deux sont largement employés par les médias généralistes avec une large domination du second depuis la fin des années 1990. Leurs travaux soulignent d'ailleurs l'ambiguïté et le flou persistant dans l'emploi de ces deux termes par le langage journalistique.

Le concept d'**exurbanisation**, associé à celui de **contre-urbanisation**, est utilisé pour qualifier le mouvement d'installation des jeunes urbains à la campagne (Guérin, 1983). Ces termes ont été proposés pour traduire le mouvement de départ des villes, dans les années 1970-1980, et donc la baisse de population des centres et banlieues des grandes agglomérations par rejet des incommodités associées à l'image dégradée de la ville-centre densément peuplée. Cependant le phénomène ne concerne en fait que les grandes agglomérations et ne peut être généralisé (Dorier-Apprill et al., 2001).

Le concept de **ville émergente** va dans le sens de l'idée de la création de nouvelles formes d'urbanité palliant les défauts des villes anciennes. Lancé en 1996, le programme du même nom initié par le Certu et le PUCA a rassemblé les réflexions d'acteurs de terrain, de praticiens et de chercheurs, nées du constat de la nécessité de ne plus appréhender la ville uniquement par rapport aux modèles anciens (Dubois-Taine et Chalas, 1997). Cette théorie s'appuie sur l'émergence de formes nouvelles et variées d'urbanité (Dorier-Apprill et al., 2001). La mobilité est appréhendée comme une dimension essentielle des modes de vie qui fabrique une urbanité « déconcentrée » favorisant multiplicité des lieux et interactions, sources de nouvelles formes de travail, de loisir et de sociabilité. Cette théorie est depuis remise en cause par certains auteurs, notamment Jaillet (1999) qui a démontré que le déficit de mobilité pouvait être facteur d'une fragmentation socio-spatiale accrue. Pour les plus modestes, le choix du périurbain éloigné est davantage contraint dans le sens où il constitue un moyen d'accéder à la propriété à moindre coût.

Da Cunha (2005) propose le concept de **régime d'urbanisation** qui regroupe l'ensemble des modalités de territorialisation (localisation, délocalisation et relocalisation des activités et des ménages) conditionnant le renouvellement des centralités urbaines. Il s'appuie sur les motivations résidentielles des ménages, liées aux valeurs dominantes d'une époque (accès à la propriété, aménités, etc.), pour expliquer leurs choix de localisation et de relocalisation dans leurs parcours résidentiels. Les marchés fonciers et immobiliers représentent des forces contraintes. Les pouvoirs publics et les politiques d'aménagement jouent un rôle dans l'attractivité des différentes communes périurbaines par la disponibilité des zones constructibles et des modes d'habitats proposés. Rérat (2006) a repris l'ensemble de ces éléments pour schématiser les mécanismes du nouveau régime d'urbanisation (Cf. Figure n°8).

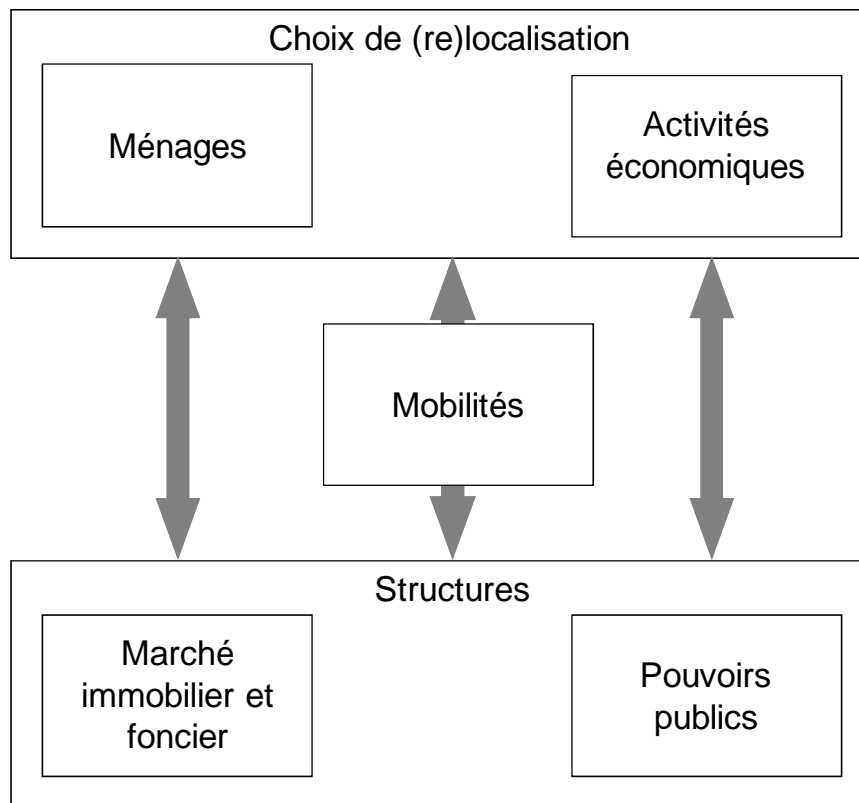


Figure 8 : Les mécanismes du nouveau régime d'urbanisation selon Rerat (2006)

Le concept de **métropolisation** plus global, non considéré comme « *un simple phénomène de croissance des agglomérations* », traduit le processus d'élargissement progressif de l'aire de fonctionnement d'une grande agglomération à des villes et villages de plus en plus éloignés pour créer un ensemble territorial plus vaste (Da Cunha et Both, 2004). Le concept est généralement associé à celui de mondialisation puisque les logiques économiques y jouent un rôle déterminant par captation du capital, des entreprises et couches sociales les plus qualifiées (Ascher in Levy et Lussault, 2003).

Les chercheurs se sont d'abord attachés à décrire l'espace périurbain par opposition aux deux modèles dominants, ville et campagne, puis à le distinguer avec une identité propre. La plupart des auteurs s'accordent désormais sur le fait que la périurbanisation est un processus de desserrement du peuplement des agglomérations (Moriconi-Ebrard, 2007). L'extension des espaces périurbains en périphérie des villes découle de processus similaires à ceux qui ont produit les banlieues. La principale différence tient au fait que le tissu bâti ne progresse plus par continuité et que les espaces concernés n'ont aucune chance d'être, à terme, complètement urbanisés (SEGESA, 1994). Le modèle centre-périphérie, sur lequel ont prospéré les institutions historiquement, économiquement, politiquement et socialement, ne permet pas de penser la poly-centralité (Certu, 2008).

1.2.2. Discontinuité croissante du tissu urbain et redistribution des densités de population

Depuis longtemps le modèle des formes des villes européennes correspond au déploiement d'une organisation radioconcentrique autour d'un centre (Cf. Figure n°9). L'urbanisation s'étend en couronnes autour des villes de moins en moins densément peuplées.

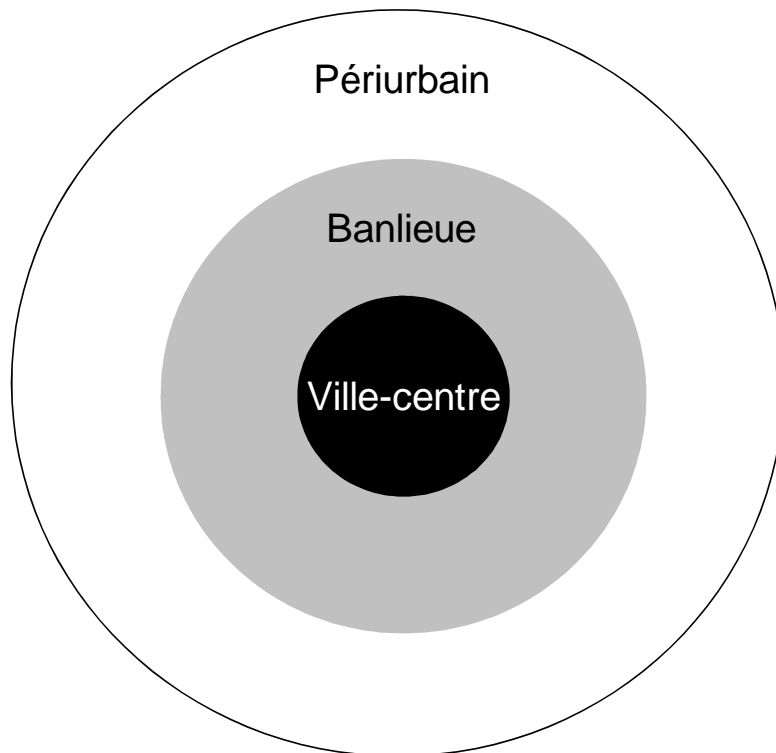


Figure 9 : Le modèle radioconcentrique d'organisation des villes dans l'espace

Dès 1825, Von Thünen explique la localisation des systèmes productifs agricoles en fonction de l'éloignement à la ville-centre en théorisant le rapport du coût entre production et distance au centre (rente foncière ou de localisation). Bleicher (1892) fut ensuite le premier à s'intéresser au phénomène de décroissement des densités en fonction de la distance au centre (Enault, 2005). La loi de Clark, en 1951, formalise une relation exponentielle entre distance au centre et gradients de densité. La périurbanisation se traduit par des seuils de densités hétérogènes, qui ne dessinent pas nécessairement un modèle en couronnes homogènes, avec l'apparition de secteurs plus ou moins densifiés et l'émergence de nouvelles centralités en périphérie qui alternent avec des discontinuités spatiales. Le tissu urbain est généralement de moins en moins dense à mesure qu'on s'éloigne du noyau central, cependant on assiste à une **re-densification** à partir de noyaux villageois périphériques qui participe à la déconstruction du modèle centre-périphérie classique.

Roux et Vanier (2008) relèvent que si paradoxalement la périurbanisation est un processus de **dé-densification** des villes, il participe à la re-densification en profondeur des périphéries rurales et des espaces « touristico-récréatifs ». A l'échelle nationale, ils préfèrent ainsi déplacer la focale et parler d'une **redistribution des densités**, même si celle-ci fait apparaître de fortes différenciations régionales. Une étude récente de l'INSEE confirme que durant les quatre dernières décennies, les couronnes périurbaines des villes françaises se sont à la fois étendues et densifiées (Baccaini et Sémécurbe, 2009).

Les équipes de chercheurs travaillant sur la mobilité mettent en évidence l'existence de centralités éphémères « *se formant pour disparaître et se reformer ailleurs entraînant ainsi une recomposition continue des territoires* »³⁷. Il peut s'agir de la création de véritables

³⁷ Le programme « *Mobilités et territoires urbains* » encadré par le PUCA s'est attaché entre 2000 et 2004 à « *étudier les relations qui se tissent, en ville de nos jours, entre les mobilités quotidiennes des citoyens et les territoires qu'ils parcourent ou qu'ils investissent* ».

centralités avec des densités de populations importantes, des équipements et services. Mais ces centralités ne durent pas. Certaines zones sont encore non stabilisées avec l'établissement de **continuums urbains** formant ainsi des **conurbations**³⁸ tandis que certains espaces se structurent autour d'un centre initial. Certaines grandes **métropoles**³⁹ arrivent encore à polariser l'espace environnant, cependant plus les zones périurbaines se développent, plus on voit apparaître des phénomènes de **poly-centralités**. On passe d'une banlieue « tassée » à un éclatement des espaces urbains que les modèles tentent de saisir (Paulet, 2006).

La figure n°10 propose une représentation des formes de déploiement du périurbain dans l'espace. Elle se base sur la vision radioconcentrique classique utilisée pour modéliser la formation des couronnes périphériques des villes mais tente d'en proposer une adaptation en faisant apparaître notamment le phénomène de poly-centralités en fonction du niveau d'appréhension retenu (modèle centre-périphérie emboîté).

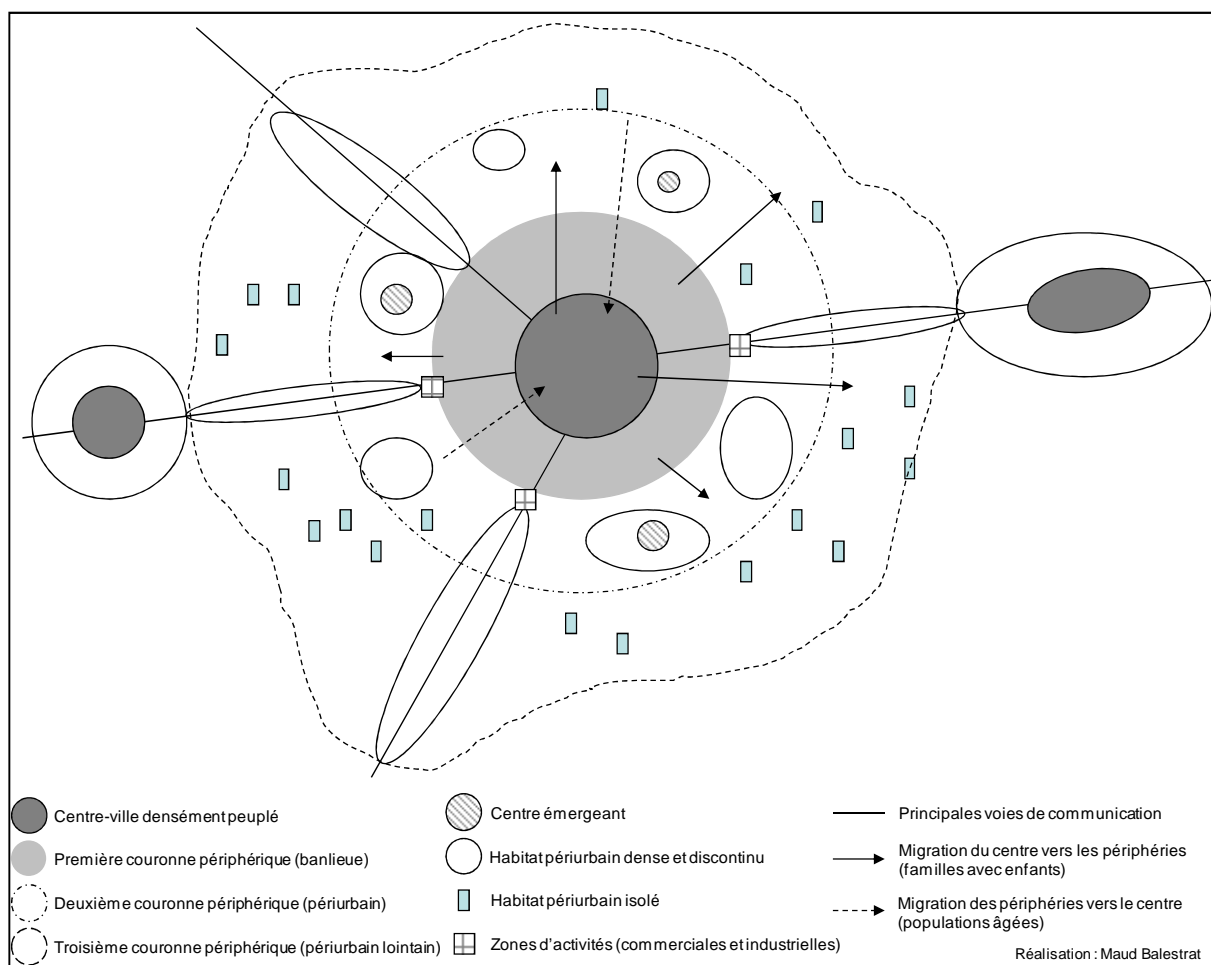


Figure 10 : Le déploiement des formes périurbaines dans l'espace

³⁸ D'après le dictionnaire de la langue française une conurbation peut être définie comme une « agglomération urbaine formée de plusieurs villes qui se sont rejointes au cours de leur croissance, mais qui ont conservé leur statut administratif » (Larousse, 2011).

³⁹ « Dans l'acception courante, la métropole est une organisation urbaine de grande taille et aux fonctions supérieures. (...) Elle s'impose comme un pôle d'agrégation et d'interactions spatiales des hommes et d'activités qui affirme son rayonnement sur un territoire élargi » (Lussault, 2010). Par extension le « système métropolisé » représente l'ensemble du territoire sous l'influence d'une métropole.

Les différents termes qui traduisent les **formes urbaines**⁴⁰ sont nombreux. On parle de villes diffuses, étalées, éclatées, fragmentées, éparpillées, de continuums urbains-ruraux ou encore de conurbations. L'étude de ces formes spatiales à travers les notions de densification, dé-densification, dispersion, fragmentation (etc.) fait l'objet de nombreux travaux qui bénéficient des techniques d'analyse et de modélisation spatiales. La *Towson University Center for Geographic Information Sciences* distingue trois formes d'espaces périurbains et suburbains reprises par Dumont et Bossé (2006) :

- *Low-density sprawl* : la suburbanisation au sens strict, caractérisée par une contiguïté morphologique avec la ville-centre ;
- *Ribbon* : la périurbanisation sous forme d'une toile d'araignée, ou dite en « *doigts de gants* », le long des corridors constitués par les axes de transport et leurs infrastructures de raccordement ;
- *Leapfrog* : le développement par bonds, fragments de territoire anciennement agricoles et subitement lotis.

Le pavillonnaire qui vient s'agréger aux noyaux des villages anciens est quelque peu occulté par cette analyse, caractérisant sans doute moins les formes d'extension périphériques américaines davantage calquées sur les réseaux de circulation. Cheylan (2002) et Valette (2003) distinguent par exemple trois processus d'extension du périurbain en zone languedocienne : le peuplement le long des axes de circulation donne sa forme à la structure des villages périurbains ; la conquête des villages périphériques se fait par extension à partir de leurs noyaux anciens ; le développement de « néo-villages » disjoints des noyaux anciens correspond plus à une politique de valorisation du foncier sans association sociale des résidents.

1.3. L'étalement urbain ou le « malaise » périurbain

Les modèles de la maison individuelle isolée, des lotissements pavillonnaires ou des grandes cités dortoirs ont chacun montré leurs limites. En matière de consommation d'espace ou de cadre de vie aucun ne semble correspondre aux exigences environnementales, économiques et sociales prônées par le développement durable. Dénonçant le mitage des campagnes et remettant en cause les avantages des formes de ville « aérées », aux faibles densités, les protagonistes d'un développement urbain durable valorisent un modèle de ville compacte et dense. Pourtant, tout comme celui de durabilité dont il est issu, le concept de ville durable soulève nombre de contradictions et d'ambiguïtés.

1.3.1. Une critique culturelle et symbolique

Le modèle résidentiel périurbain est associé à celui de l'**habitat individuel** dont les deux principales formes sont l'habitat pavillonnaire et l'habitat isolé.

⁴⁰ Guérois (2003) propose une clarification de la notion de forme urbaine : « *A l'échelle des pratiques de la ville, du paysage urbain et de la « fabrique des villes », en termes de construction ou de planification, on l'étudie habituellement d'après la disposition du plan de la ville, de l'articulation des quartiers ou des voies de circulation, dans le jeu entre les vides et les pleins, mais aussi les repères et les zones d'ombre des représentations individuelles ou collectives. Si l'on se place à plus petite échelle, au niveau de la tache urbaine, la notion de forme urbaine prend un sens plus étroit, et renvoie au dessin des contours de la ville et des limites urbaines, ou bien encore à l'intensité de l'occupation du sol par les villes, dont la répartition des masses bâties et la forme des gradients de densité sont les indicateurs les plus pertinents* ». C'est ce second sens qui est retenu ici.

On peut différencier deux types d'**habitat pavillonnaire** (Cf. Figure n°11) en fonction des périodes. Les grands lotissements⁴¹ de plusieurs centaines de maisons essentiellement développés dans les années 1970. Les lotissements de moyenne ou petite taille qui se sont multipliés surtout à partir des années 1980.



Figure 11 : Lotissements pavillonnaires par photographies aériennes (département de l'Hérault)

L'**habitat isolé** (Cf. Figure n°12) participe au **mitage** de l'espace, c'est-à-dire à une colonisation progressive, peu dense et dispersée, de l'espace rural par effet d'ouverture d'espaces non construits à l'urbanisation (Valette, 2003). Ce type d'habitat peut être issu de constructions nouvelles comme de la reconversion d'anciennes fermes ou la conquête d'espaces ruraux qui se trouvent progressivement conquis par paysages et fonctions urbaines.

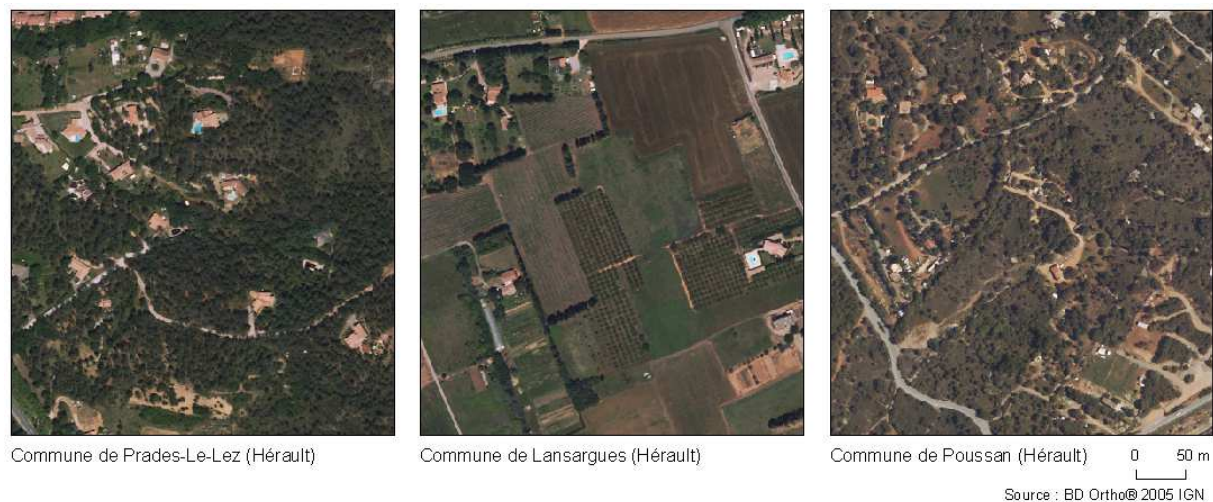


Figure 12 : Habitats isolés par photographies aériennes (département de l'Hérault)

L'habitat pavillonnaire propose souvent des paysages assez uniformes dans l'espace. Il est constitué de groupements de plusieurs maisons individuelles construites sur le même modèle par un même promoteur (Albert, 2007). Dans l'imaginaire collectif, le modèle pavillonnaire, stigmatisé par son caractère uniforme et standardisé, est généralement associé à

⁴¹ Le lotissement est une des procédures d'aménagement destinée à la division d'une ou plusieurs propriétés foncières en vue de l'implantation de bâtiments (Site Certu).

la caricature classique véhiculée par l'image des banlieues suburbaines à l'américaine diffusée dans la plupart des séries télévisées anglo-saxonnes. De nombreux travaux sociologiques ont contribué à stigmatiser le pavillon devenu symbole à la fois de l'anti-modernité, de l'individualisme et d'un petit embourgeoisement (Magri, 2008). L'émergence du développement durable participe, à partir des années 1990, à diffuser plus largement cette image caricaturale et péjorative de la ville pavillonnaire. Associée à des valeurs négatives d'individualisme, de matérialisme, d'isolement et de mise à l'écart elle s'oppose peu à peu à une ville qui véhicule des valeurs de mixité sociale et de confrontation à l'altérité.

1.3.2. Des modes de vie inconciliables avec un développement urbain durable ?

Le développement périurbain est généralement synonyme d'une consommation excessive d'espace qui nuit à la valeur économique, paysagère, environnementale et culturelle des territoires. La **maison individuelle** consomme en moyenne de 600 à 1000 m² de foncier (selon qu'elle est jumelée ou isolée) en comptant les voiries d'accès et le minimum d'équipements collectifs (Clerc et al., 2008). Le développement du parc automobile s'accompagne de l'accroissement en infrastructure pour le parking et les déplacements. Selon une étude récente menée par l'INSEE à l'échelle nationale, entre 1992 et 2003, la construction de maisons individuelles a progressé beaucoup plus rapidement que la construction d'immeubles collectifs, respectivement de + 23 % contre 13 %. Cependant, contrairement aux idées reçues, la surface occupée par l'habitat individuel a davantage augmenté dans l'espace à dominante rurale (+30 %) que dans les couronnes périurbaines (+23 %) (Baccaini et Sémécurbe, 2009). De plus l'habitat individuel périurbain accueille en moyenne plus de personnes (2,5 personnes par logement) que les cœurs d'agglomérations et certaines campagnes (moins de 1,4 personnes par logement) (Roux et Vanier, 2008). L'association entre habitat individuel et périurbain est donc quelque peu réductrice et à nuancer (Charmes, 2010).

Paradoxalement le modèle critiqué d'étalement urbain correspond mieux à certaines aspirations des populations pour une plus grande mixité entre zones d'habitat, espaces de vie et espaces verts. Ainsi, le mode de vie périurbain apparaît parfois plus proche de l'idéal recherché et pose la problématique de la densité urbaine. Comparativement à d'autres pays Européens, en France, les espaces disponibles représentent encore d'importantes superficies. Il semble que le problème français soit davantage lié à l'émiettement et au **mitage**. Pour la même surface urbanisée plus de communes sont touchées du fait notamment du système d'élaboration des Plans Locaux d'Urbanisme qui consiste à bloquer l'urbanisation à 20 %, en moyenne, du territoire communal. Avec la multiplication des zones de contact il y a donc un phénomène de concurrence entre les différents usages (agricoles, urbains, naturels).

Énergétiquement, l'étalement urbain pose le problème de la raréfaction de ressources non renouvelables et de l'augmentation des gaz à effet de serre. L'accroissement des distances et des déplacements est synonyme d'une augmentation de la **consommation énergétique** des ménages. « *L'urbanisation diffuse est énergivore* » (Djellouli et al., 2010). Cependant certains auteurs remettent en cause l'association entre densité urbaine et consommation énergétique établie par la courbe de Newman et Kenworthy⁴² (1989). La consommation générée par les mobilités quotidiennes des périurbains représente parfois moins (en termes de dépenses énergétiques et de rejets de gaz à effet de serre) que celle liée aux trajets de longue distance effectués par les populations des centres. Certains parlent de « *l'effet barbecue* » (Orfeuil et

⁴² Étude conduite à l'échelle internationale portant sur la comparaison, entre les grandes agglomérations, du rapport entre densité urbaine et consommation énergétique.

Soleyret, 2002), c'est-à-dire une propension plus grande des banlieusards à rester chez eux le week-end et pendant les congés parce qu'ils bénéficieraient d'un cadre de vie plus confortable (logement plus vaste, jardins, espaces verts et loisirs à proximité, qualité urbaine, proximité familiale, etc.) A revenu comparable, ils observent que les déplacements de longue distance sont plus fréquents chez les résidents du centre parisien, premiers consommateurs du tourisme aérien lointain.

Les arguments qui s'opposent au processus d'étalement urbain concernent également des préoccupations d'ordre économique. L'accroissement des distances et l'accessibilité à des zones de faibles densités posent la question de la gestion des infrastructures et des services urbains plus coûteuse et plus difficile d'un point de vue technique. La rentabilité des transports urbains, le ramassage scolaire, la collecte des déchets, la longueur des réseaux (de communication, d'adduction d'eau, etc.) sont autant de facteurs qui pèsent sur les **coûts des services publics** (Frebault, 2004). Cependant, un certain nombre d'acteurs (promoteurs et investisseurs immobiliers, professionnels des travaux publics, de la grande distribution, de l'industrie automobile, etc.) tire des bénéfices de l'étalement spatial des villes également vecteur de croissance économique (Djellouli et al., 2010).

La critique de l'étalement urbain porte également sur des aspects sociaux notamment la question de la fragmentation sociale favorisée par la ségrégation spatiale. La **ségrégation socio-spatiale** conduit à des mécanismes de séparation/concentration des populations dans des espaces relativement homogènes et inégalitaires ; c'est-à-dire à « *la séparation physique de territoires qui « s'enrichissent » et d'autres qui « s'appauvrissent »* » (Bouzouina, 2008) favorisant « *l'entre-soi des groupes les plus aisés au sein des meilleurs territoires et au renforcement de leur position sociale* » (Pinçon et Pinçon-Charlot, 2004). En France, il y a effectivement une ségrégation entre les plus riches et les plus pauvres, en revanche on observe une relative mixité sociale de ces populations avec les classes moyennes (Lajoie, 1998 cité par Guérois, 2003). Dans une moindre mesure la dynamique de l'étalement urbain opère un « tri social » qui dessine une nouvelle géographie des catégories socioprofessionnelles. C'est avant tout le **marché immobilier** du logement périurbain qui favorise ce tri social. La hausse des prix du foncier conduit à l'éloignement des lotissements pavillonnaires construits pour des classes plus modestes. « *Si les aides à la personne ont pu permettre aux classes défavorisées d'accéder à la propriété, les prix plafonds des terrains fixés pour bénéficier d'un prêt d'accession à la propriété ont conduit les ménages modestes soit à acheter un appartement dans les secteurs de banlieue les moins favorisés, soit à acquérir un pavillon en périphérie lointaine* » (Guérois, 2003). La première couronne périurbaine est généralement habitée majoritairement par des foyers fiscaux plus riches que les périphéries plus éloignées (Roux et Vanier, 2008). Cependant, les avantages de la ville compacte pour favoriser la mixité sociale n'ont pas été démontrés. Au contraire, la réhabilitation des quartiers proches des centres-villes se traduit souvent par le départ des populations les moins aisées et la reconquête par des populations favorisées.

1.3.3. La « ville durable » : un concept politique porteur de contradictions

En 2005, Mathieu et Guermond soulignaient la fréquence de l'emploi des concepts de **ville durable** et de **développement urbain durable**. Ces derniers suscitent aujourd'hui un intérêt certain auprès de l'État, des collectivités locales, des associations, des entreprises, des praticiens ou encore des chercheurs (Füzesséry et Roseau, 2010).

Le concept de ville durable est né des débats sur les **densités urbaines** opposant au modèle du périurbain étalé celui de la **ville dense compacte**, considéré comme idéal. Les conceptions de l'écologie urbaine ont d'abord paradoxalement favorisé une dé-densification des villes en associant aux fortes densités urbaines une image de manque d'hygiène et d'insalubrité. Dès les années 1970, le modèle de ville compacte émerge dans les politiques de régénération urbaine. Il s'inscrit dans une période de questionnements très généraux quant au devenir des formes urbaines européennes. C'est surtout à partir des années 1990 qu'il se voit porté par la diffusion des principes du développement durable. La célèbre courbe de Newman et Kenworthy, reliant haute densité à faible consommation pour le transport, marque un tournant dans la conception du développement urbain. Sous l'impulsion de la conférence de Rio, le concept de « ville durable », prônant des formes urbaines compactes et denses, se substitue progressivement à celui de « ville écologique » (Guérois, 2003).

En 1994, la publication du **Livre vert sur l'environnement urbain** et le lancement de la « campagne d'Ålborg » ou « *campagne européenne des villes durables* » par la Commission Européenne marquent un tournant. Le Livre vert dénonce les conséquences néfastes de l'étalement urbain sur le devenir des villes et accélère la diffusion de l'idée d'un modèle morphologique de ville compacte (densités élevées, périmètres contenus) comme forme optimale de la « ville durable ». La campagne d'Ålborg développe « *l'idée de la nouvelle responsabilité des pouvoirs urbains dans la mise en place du développement durable* » (Mathieu et Guermond, 2005). Elle encourage l'adoption par les villes des Agendas 21 (lancés par la conférence de Rio) et la multiplication des démarches locales de développement durable. En 2008, le MEEDDAT⁴³ lance le « Plan Ville durable ». Le 4 novembre 2009, la première conférence nationale sur la ville durable a lieu. Dès lors, se multiplient les projets d'éco-quartiers. Progressivement, le concept de ville durable, associé à la compacité, est nuancé par la nécessité d'introduire des espaces verts en villes. Il véhicule aujourd'hui des images de densité d'un habitat collectif aux dimensions modérées. La mise en place des lois Grenelle 1 et 2 en faveur de l'introduction de trames vertes et bleues dans les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), est, à ce titre, significatif. Ces lois préconisent ainsi la présence de continuités écologiques, permettant de créer des corridors d'espaces verts au sein de la ville et énoncent des objectifs clairs et ambitieux en matière d'urbanisme, en particulier en matière de densification du bâti. Cependant, une grande confusion demeure dans les débats autour de l'expression « ville durable ».

L'idéal de la ville durable peut être défini comme celui d'une ville « *totale ou partiellement autosuffisante, (...) assurant à ses citoyens un minimum d'équité dans l'accès au logement et à ses aménités, aux services publics ainsi que dans la protection face aux risques (...) et qui fait de l'assentiment démocratique une condition nécessaire de son* »

⁴³ Le Ministère de l'Écologie de l'Énergie du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire est devenu depuis le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL).

développement » (Füzesséry et Roseau, 2010). Ces auteurs pointent ainsi trois principales problématiques que laisse en suspens ce modèle du « développement urbain durable » :

- l'incompatibilité entre les enjeux environnementaux globaux et les logiques propres au développement « endogène » d'une ville durable (place des espaces agricoles, gestion des déchets, risques climatiques, etc.) ;
- la multiplication des projets, normes, taxes et labels éco-urbains depuis une dizaine d'années qui risque de renforcer les inégalités socio-spatiales entre les populations ;
- l'adéquation entre les temps courts de l'action (brièveté des cycles électoraux) et les temps longs du développement.

La mise en œuvre de projets de développement urbain durable soulève ainsi nombre de questions pour beaucoup liées à la complexité de concilier les objectifs de gestion aux différents échelons spatio-temporels (global/local, court terme/long terme). L'usage abusif qui est fait dans les politiques publiques du modèle de la ville durable ne rend pas compte des ambiguïtés que recouvre le concept et de la difficulté de trouver un compromis entre modes d'habiter et formes urbaines idéales. « *En voulant concilier l'inconciliable, la ville durable risque de buter sur des contradictions insurmontables, dont la première est certainement de re-densifier les villes sans sacrifier l'accès à la nature. Une autre contradiction, et non des moindres, réside dans le caractère assez inégalitaire de l'accès aux ressources écologiques de la ville* » (Theys et Emelianoff, 2001). Acteurs et chercheurs se confrontent à la problématique récurrente de « *l'introuvable ville durable* ». Face à ces contradictions, les politiques d'aménagement font apparaître des injonctions paradoxales dans leur volonté de contrôler l'expansion de la ville et d'aménager durablement l'espace périurbain.

1.3.4. Les enjeux de gouvernance des espaces périurbains

Dès le milieu du XX^{ème} siècle, la notion d'**aménagement du territoire** prend toute son importance liée aux besoins de reconstruction de l'après guerre. La création de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale⁴⁴ en 1963 est révélatrice du tournant qui s'est opéré en faveur d'une « *politique volontariste qui se fixe pour objectif d'aménager le territoire plutôt que de déménager les personnes* » (Guigou et al., 2001). La DATAR crée en 1968 le groupe SESAME (Système d'études du schéma d'aménagement de la France) qui doit envisager les futurs enjeux socio-économiques en termes d'aménagement du territoire. L'urbanisation massive, à la fin des années 1970, renforce cette nécessité. Cependant, les politiques d'aménagement et les dispositifs en place se révèlent inadaptés et inefficaces pour maîtriser ces dynamiques de croissance urbaine. Les différentes politiques foncières ont plutôt joué en faveur d'une augmentation du coût du foncier et d'une diffusion de l'habitat individuel dans une périphérie de plus en plus éloignée des centres urbains.

1.3.4.1. Vers une reconnaissance officielle du phénomène par l'État et les aménageurs

En 1979, le **rapport Mayoux** « *Demain l'espace. L'habitat individuel péri-urbain* », est un plaidoyer pour la maison individuelle, généralement repris pour illustrer le rôle de l'État dans le développement des lotissements individuels (Delfante, 1979 ; Gilbert et Meistersheim, 1981). Le modèle classique de la ville est présenté comme « *techniquement dépassé* » et le modèle pavillonnaire comme incontournable pour répondre aux aspirations de liberté des populations. Ce document insiste particulièrement sur les motivations

⁴⁴ Ibid note n°8

psychosociologiques pour expliquer le choix de localisation des ménages en périphérie permettant de justifier les politiques urbaines à l'œuvre à cette époque (Valette, 2003). D'une légitimation de l'habitat individuel comme modèle d'habiter, les aménageurs s'orientent progressivement vers une prise de conscience de la nécessité de maîtriser l'expansion des villes. Le **rapport Larcher** en 1998, se distingue du rapport Mayoux en posant une réflexion sur l'évolution de l'équilibre entre zones périurbaines et zones rurales, abordée sous l'angle des tensions humaines, paysagères et foncières. Ce changement de perspective adopté par l'État est tout à fait révélateur de l'évolution du regard porté sur la périurbanisation.

Les aménageurs cherchent à préciser le concept d'espace périurbain afin de parvenir à une délimitation précise qui le rende opératoire pour les statisticiens et les décideurs. En 1982, le périurbain est défini sur la base des **Zones de Peuplement Industriel et Urbain** créées dans les années 1960 par l'INSEE. Leur délimitation tient compte de la continuité du bâti mais également du niveau des migrations quotidiennes domicile-travail, de l'importance de la population non agricole ainsi que du nombre et de la taille des établissements industriels, commerciaux et administratifs. En 1990, les ZPIU donnent l'image d'une France entièrement urbaine, elles couvrent 96 % de la population et 75 % du territoire (Julien, 2007). Elles deviennent donc inefficaces et totalement inopérantes pour observer l'avancée de la périurbanisation. Il faut ensuite attendre 1996 pour que l'INSEE adopte une nouvelle nomenclature spatiale, le **Zonage en Aires Urbaines**⁴⁵, qui donne une existence statistique officielle aux espaces périurbains. L'évolution du découpage urbanistique proposé par l'INSEE répond au souci d'identifier plus clairement l'espace à dominante urbaine. Le concept d'aire urbaine fondé sur la polarisation domicile-travail (indicateur fonctionnel) permet de compléter la définition du concept d'unité urbaine⁴⁶ fondé sur la continuité du bâti (indicateur morphologique). Il se base principalement sur un découpage du territoire en aires d'influence des villes selon la polarisation par l'emploi. Julien (2007) a démontré que ce zonage statistique se basait sur un critère pertinent pour étudier l'emploi mais trop restrictif pour étudier « l'étalement urbain » et les relations de dépendance/autonomie entre communes. Il propose un autre référentiel géographique combinant les concepts de **bassin de vie**⁴⁷ et d'aires d'influence économique des villes et adaptant le taux d'attraction des « migrants-alternants » au-dessus duquel une commune ou une unité urbaine est dite périurbaine. Il démontre ainsi que dans le cas des aires urbaines les plus dynamiques, une aire d'influence basée sur 25 % d'actifs apparaît plus appropriée pour s'intéresser à l'emploi que celui de 40 % sur lequel se base le Zonage en Aire Urbaine. Cependant, si la nomenclature statistique et spatiale proposée par l'INSEE fait débat, elle a joué un rôle indéniable dans la reconnaissance officielle et institutionnelle des espaces périurbains par la création d'une catégorie opérationnelle pour l'action publique.

1.3.4.2. Les tentatives manquées de maîtrise de la croissance urbaine

La **Loi d'Orientation Foncière** qui date de 1967 constitue la base de notre droit de l'urbanisme. L'idée centrale de la réforme, en instaurant les Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU), était de « *n'accorder des droits nouveaux de constructibilité qu'au fur et à mesure de l'aménagement effectif des terrains* » (Comby, 1997). Cette loi a très vite connu des dérives ne parvenant pas à contrer « *le règne de l'urgence* ». Les SDAU constituent à l'époque les nouveaux plans d'urbanisme qui définissent et

⁴⁵ Ibid note n°30

⁴⁶ Ibid note n°29

⁴⁷ Les bassins de vie correspondent aux plus petits territoires sur lesquels les populations ont accès aux principaux services et à l'emploi (Julien, 2007).

officialisent les objectifs d'aménagement. Pour les mettre en œuvre trois outils principaux ont été créés⁴⁸. La taxe locale d'équipement, qui surtaxe la construction neuve, s'est avérée inefficace puisqu'elle met au même plan les « dents creuses » de centre-ville et zones périphériques mal desservies. Les premiers Plans d'Occupation des Sols ont été réalisés sans attendre l'élaboration des Schémas Directeurs et sont ainsi devenus les seuls documents de référence. Quant aux Zones d'Aménagement Concertées, elles sont rapidement devenues de simples procédures dérogatoires aux POS déjà publiés. Avec les lois de décentralisation (1983), les communes ont acquis la maîtrise de l'affectation des sols (Duvernoy et al., 2005) ce qui a eu pour effet de renforcer la déconsidération des SDAU qui débordaient le cadre territorial étroit de l'échelon communal.

En 2000, les **SCoT**, instaurés par la **loi Solidarité et Renouveau Urbain** (SRU), remplacent les SDAU et deviennent les principaux outils d'aménagement à l'échelle des intercommunalités. Avec ces nouveaux dispositifs, les communes doivent mettre en cohérence leurs politiques de planification et trouver les moyens de concilier les objectifs de durabilité (environnementale, sociale et économique) en faveur du développement du territoire intercommunal. Contrairement aux PLU, les SCoT ne sont pas opposables aux tiers et ne s'appuient pas sur un zonage précis. De plus, il s'agit de démarches très lourdes à mettre en œuvre. La recherche de périmètres d'action adéquats et les efforts de concertation qu'elles imposent ralentissent souvent leur mise en place par la difficulté de faire consensus. De plus, il n'existe aucune obligation pour les communes ou leurs groupements d'engager l'élaboration d'un SCoT et les communes ont toujours autorité pour délivrer les permis de construire. La compétitivité entre les communes entre en jeu. Un élu ou un expert qui parle du développement de son territoire évoque rarement les effets induits sur les communes voisines. D'un point de vue politique, avec le changement de majorité en 2002, les élus ont fait « adoucir » le projet de loi SRU (Clerc et al., 2008). Ils ont obtenu l'abrogation de la règle de constructibilité limitée pour les communes périurbaines en l'absence de SCoT.

Les nouvelles réglementations semblent insuffisantes pour s'imposer face aux contraintes financières. Le marché continue à dicter sa loi, « *l'inflation détermine l'étalement des villes* ». Censée combattre l'étalement urbain, la loi SRU l'a parfois accéléré. Le blocage d'opérations d'urbanisation « organisées » dans les secteurs périurbains s'est accompagné d'une « explosion » de la construction diffuse, en particulier dans les territoires voisins (Cambau et Seyer, 2007). Aujourd'hui, malgré la révision et la multiplication des outils de maîtrise foncière, il reste toujours plus facile d'acheter des terrains périphériques que des friches urbaines et industrielles. Cela participe inévitablement au desserrement du tissu urbain. Pour pallier ces problèmes, les **démarches inter-SCoT** se multiplient actuellement⁴⁹. La majeure partie concerne de grandes agglomérations avec des enjeux de structuration métropolitaine. Il s'agit pour le moment de démarches expérimentales et informelles, très diversifiées dans leur approche, qui mobilisent des acteurs divers (directeurs de SCoT, services de l'État, conseils régionaux et généraux, agences d'urbanisme, etc.) et qui présentent déjà leurs propres limites (secteurs stratégiques occultés, etc.) (Constanty et Vallée, 2010).

⁴⁸ Les Plans d'Occupation des Sols sont des outils règlementaires qui définissent le droit des sols et les interdictions à respecter pour l'attribution des permis de construire.

Les Zones d'Aménagement Concertées sont des outils contractuels qui organisent l'urbanisation nouvelle et conditionnent l'ouverture de droits à bâtir supplémentaires.

La taxe d'habitation est un outil fiscal destiné à inciter les propriétaires de terrains situés dans les secteurs déjà aménagés à les construire ou à les vendre en leur faisant subir une forte taxation.

⁴⁹ En 2009, on comptait 16 démarches de ce type à l'échelle nationale soit environ une centaine de SCoT concernés (Constanty et Vallée, 2010).

La gestion des espaces périurbains est confrontée à l'imbrication des échelons de décision, le « **mille-feuille institutionnel** ». L'émergence progressive d'échelons administratifs supplémentaires à un niveau décentralisé (région, intercommunalité) a contribué à complexifier le paysage institutionnel français. La consolidation de l'intercommunalité⁵⁰ impulsée par la loi du 6 février 1992 marque en profondeur l'organisation territoriale du pays (Dubus et Masson-Vincent, 2010). Dans le principe, ce nouvel échelon de décision doit répondre à la faiblesse structurelle des communes françaises. Le découpage communal français reste cependant difficile à remettre en cause, du fait de l'ancienneté des structures en place et en particulier du fonctionnement politique⁵¹. La loi du 12 juillet 1999, dite « Loi Chevènement », participe à la simplification et au renforcement de la coopération intercommunale en instaurant les Établissements Publics de Coopération Intercommunale. Cependant, la répartition des compétences et les considérations politiques, en particulier la compétitivité entre territoires, n'aident pas à la mise en place de politiques foncières cohérentes à l'échelle de territoires élargis. Au contraire, l'instauration de nouvelles logiques de compétitivité se traduit parfois par la mise à l'écart de certains territoires du fait de négociations qui n'aboutissent pas. A des échelons nationaux, régionaux ou locaux, les enjeux de l'aménagement ne sont pas les mêmes et sont parfois difficilement conciliables. A une échelle globale, la prise en compte des enjeux locaux apparaît souvent difficile compte tenu de l'hétérogénéité des situations. « *Du fait de l'absence de coordination entre les communes, voire de concurrence exacerbée, les outils fonciers existants n'ont pas permis jusqu'à présent de contenir l'étalement urbain* » (Comby, 2008). Le pouvoir des élus et la durée des mandats l'emportent bien souvent sur les impératifs de durabilité.

1.4. La nécessité de renouveler les approches pour proposer de nouveaux regards sur la périurbanisation

1.4.1. L'obsolescence du couple ville/campagne ?

Aujourd'hui on assiste à une forme d'**homogénéisation des modes de vie** sur le territoire, ce qui a conduit certains auteurs (Bassand pour la Suisse, Lévy pour la France) à défendre la théorie d'une « urbanisation totale » à terme dans les pays développés. Cette théorie a depuis été démentie notamment par Moriconi-Ebrard (2007) qui voit plutôt une tendance vers une déprise totale des communes non concernées par la périurbanisation. Il avance également l'idée de requalification/déqualification des « vides » désormais encerclés par les « pleins » de la périurbanisation par connections des espaces urbanisés. La périurbanisation ne serait donc pas un processus spatial sans limite. En revanche, sociologiquement les modes de vie sont de plus en plus similaires, y compris ceux des agriculteurs dans les zones rurales, quasiment identiques aux modes vie urbains (Comby, 2004).

⁵⁰ Les syndicats sont la forme la plus ancienne de coopération intercommunale. En 1890 sont créés les Syndicats Communaux à Vocation Uniques (SIVU), en 1959 les communes rurales se dotent de Syndicats Communaux à Vocation Multiple (SIVOM) permettant l'association de plusieurs communes. En 1955 sont créés les Syndicats mixtes permettant l'association de communes avec des départements, des régions ou des établissements publics. En 1966 apparaissent les premières Communautés Urbaines à l'échelle des grandes agglomérations comme Bordeaux, Lille ou Lyon. La loi de 1992 favorise le regroupement des communes en Communauté de Communes, Communauté d'Agglomérations ou Communauté Urbaine, en fonction du nombre d'habitants concernés.

⁵¹ La France métropolitaine comptait 37 963 communes en 1921 et 36 568 en 2004, soit environ 1500 qui ont fusionnés entre ces deux dates.

Vanier (2005) a proposé une approche des **rapports entre campagne et ville** au cours du temps. Ils ont évolué d'un lien de dépendance vers un lien de complémentarité. Avec la révolution industrielle les rapports de domination économique de la ville sur la campagne, se sont affirmés, fondés sur une division spatiale du travail. La révolution agricole a libéré de la main d'œuvre et ainsi participé fortement à l'exode rural. Mais progressivement, à partir des années 1960, on a assisté à un retour de la population vers certaines zones rurales. D'espaces de production primaire elles sont redevenues des espaces à vivre pour les citoyens en mal de nature et désireux d'accéder à la propriété. L'auteur distingue ainsi trois âges dans les relations villes campagnes, en admettant cependant que ces rapports coexistent à chaque époque mais selon plus ou moins d'intensité : les rapports de production ; les rapports de consommation ; les rapports de transaction. Pour certains auteurs, c'est l'urbain qui l'emporte (Lévy, 1999 ; Chalas, 2000) pour d'autres les campagnes renaissent (Kayser, 1994 ; Pierret-Cornet 2002).

Debarbieux et Vanier (2002) avancent eux l'idée de **nouvelles territorialités**. Les rapports transactionnels évoqués plus haut seraient basés sur des compromis d'usages entre les territoires déjà existants. On assisterait donc à une époque de transition entre un âge de production de territoires et un âge « d'interterritorialité » qui n'annonce pas la fin de la victoire de la ville sur la campagne ou inversement le début de la victoire de la campagne sur la ville mais bien un renforcement et une complexification des interactions entre ces deux mondes. Plusieurs auteurs (Rémy, 1984 ; Viard, 1990 ; Soja, 1996) ont utilisé le terme « **tiers espace** » dans des acceptions différentes mais avec en commun l'idée « d'entre-deux » (Vanier, 2003). Soja (1996) propose que le tiers espace soit considéré comme les territoires urbains (distendus, discontinus, hétérogènes, et multipolarisés) où les limites entre la ville et la campagne s'estompent. Selon la vision qu'en proposent Vanier et Giraut en 2000, il s'agit de « *l'espace mi-rural mi-urbain des couronnes de lointaine périurbanisation qui frangent toutes les agglomérations et semble devoir s'organiser sur des principes propres qui les différencient durablement des banlieues de la génération précédente* ». Depuis, Vanier (2003, 2005) a travaillé sur l'hypothèse de la nécessité d'une vision « trialectique » des dynamiques territoriales. Le tiers espace ne serait pas un prolongement des villes qui conduirait à la disparition des campagnes mais bien une troisième catégorie d'espace, un entre-deux, issu de leur combinaison complexe. L'auteur propose ainsi une nouvelle façon d'appréhender le phénomène périurbain. Le tiers espace n'est pas figé. Il correspond à « *une situation mouvante d'interterritorialité* » qui doit s'appuyer sur une vision nouvelle, une lecture politique qui ne s'attache pas à le définir par ses limites pour identifier « *une catégorie spatiale fixe* ».

Ce processus nous oblige à revoir en profondeur nos schémas de pensée mais ne conduit pas pour autant à l'effacement des deux grandes catégories territoriales clairement identifiées. Il apparaît cependant désormais indiscutable de reconnaître que le périurbain doit être considéré comme une troisième catégorie d'espace « *qui ne relève ni des villes ni des campagnes, mais d'une combinaison des deux* » (Roux et Vanier, 2008). Il s'agit désormais d'inventer de nouvelles formes d'action publique pour identifier et gérer les enjeux d'aménagement propres à ces espaces.

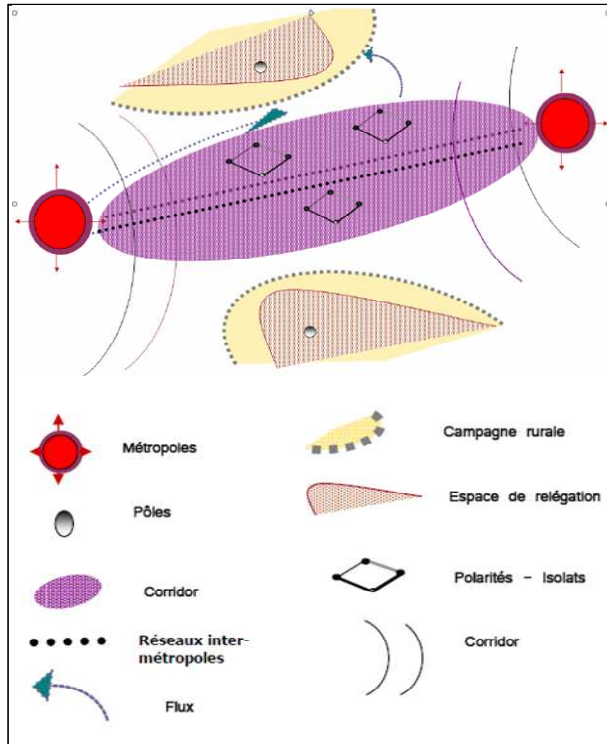
1.4.2. Des scénarios prospectifs d'évolution des relations villes/campagnes

Deux études engagées par la DATAR et l'INRA proposent différents scénarios d'évolution des relations villes campagnes à l'horizon 2030 qui abordent ces questions respectivement sous l'angle du périurbain et des nouvelles ruralités. Les résultats issus de ces deux exercices de prospective sont d'abord présentés ci-dessous puis discutés ensuite.

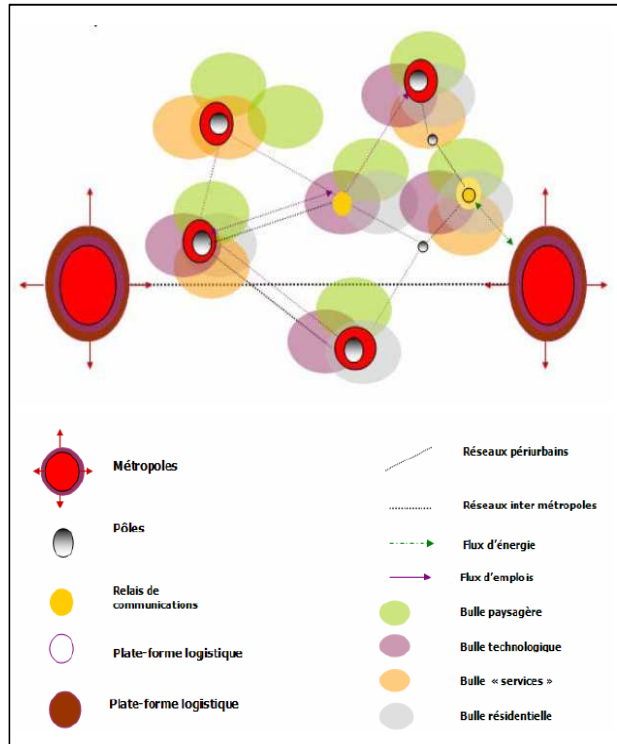
En 2007, la DATAR a confié l'organisation, la conduite et l'animation d'un Groupe de prospective nommé « Futurs périurbains » à une équipe de l'Université Joseph Fournier et du CNRS (UMR PACTE) de Grenoble (Vanier et Lajarge, 2008). Le groupe de chercheurs a proposé cinq scénarios illustrés (Cf. Figure n°13) de l'évolution des espaces périurbains en France :

- **Le périurbain digéré par l'urbain :** *L'urbain compact l'emporte, digère le périurbain en le densifiant, et la périurbanisation s'arrête ;*
- **Le périurbain libéré par le confort :** *La dispersion généralisée s'impose, grâce aux solutions techniques rendant les faibles densités soutenables ;*
- **Le périurbain réquisitionné par les villes-régions :** *Le périurbain est requis pour son intérêt écologique global, par les villes qui dominent leur région et équilibrent ainsi leur empreinte ;*
- **Le périurbain transformé par le conservatoire périrural :** *L'enjeu agri-naturel est central et structure de nouveaux rapports villes-campagnes ;*
- **Le périurbain saisi par l'interterritorialité :** *C'est l'interterritorialité qui organise l'ancien périurbain ; dans un contexte d'intensification des échanges entre les aires urbaines et d'accroissement des mobilités, (...) les sites d'interface, les réseaux (...) et l'organisation de la gouvernance multi-niveaux spécifient les fonctions et le projet des différentes parties du système périurbain qui prend des formes très variées. La question périurbaine n'est plus celle de l'étalement résidentiel extensif : lui a succédé la question interterritoriale, qui interpelle tous les acteurs dans leurs capacités de régulation combinée des tensions économiques, sociales et environnementales.*

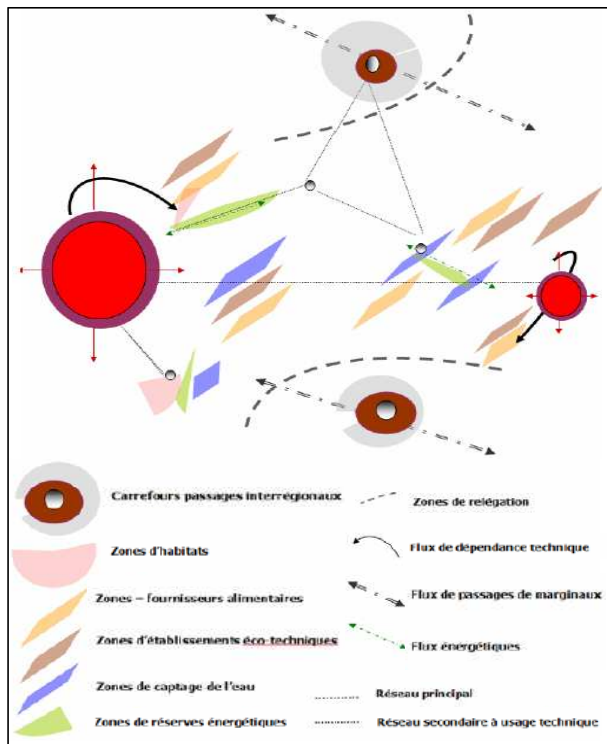
Le périurbain digéré par l'urbain



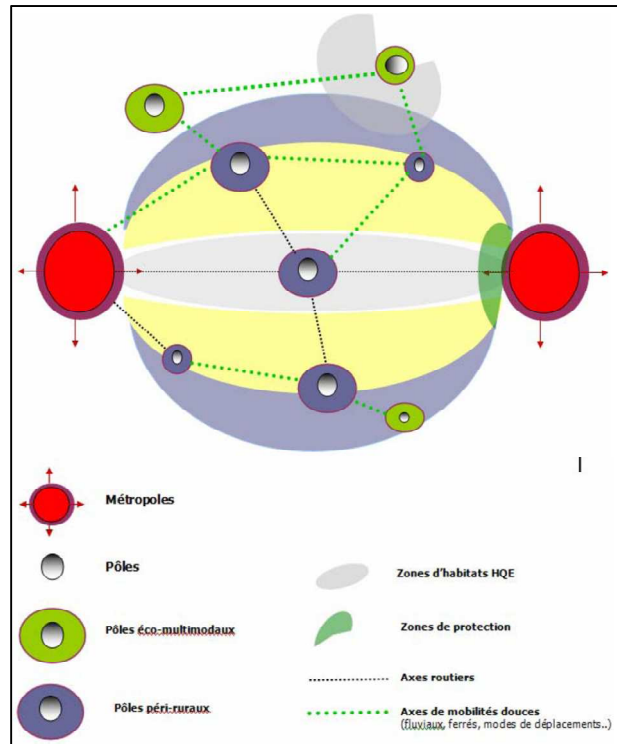
Le périurbain libéré par le confort



Le périurbain réquisitionné par les villes-régions



Le périurbain transformé par le conservatoire périrural



Le périurbain saisi par l'interterritorialité

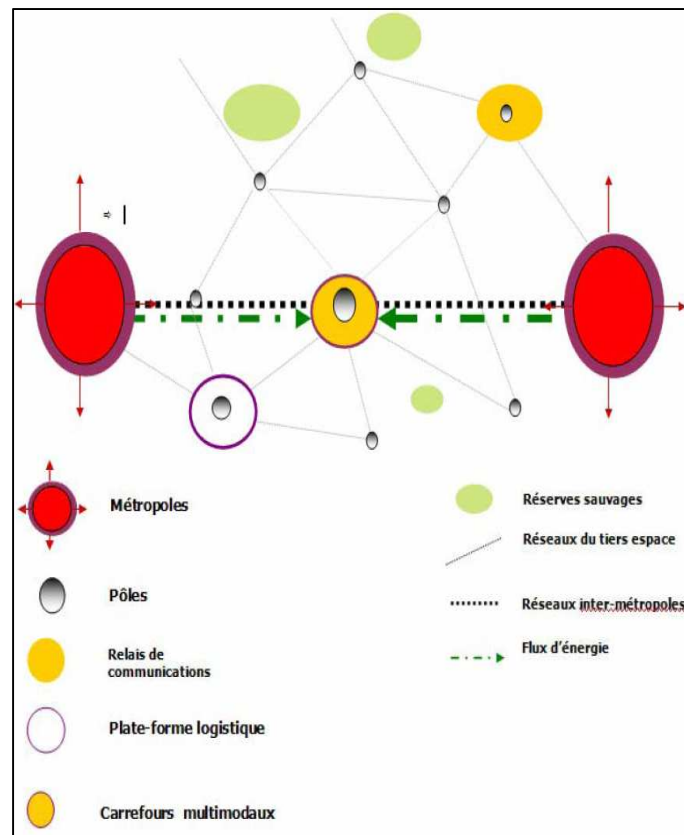


Figure 13 : Illustrations des scénarios prospectifs de l'évolution des espaces périurbains en France (Source : Vanier et Louargant, 2008)

En parallèle, le groupe d'experts mobilisé dans le cadre d'une étude prospective « Nouvelles ruralités » conduite par l'INRA (Mora et al., 2009) a retenu quatre scénarios pour envisager les futurs possibles des mutations profondes que connaissent actuellement les territoires ruraux :

- **Les campagnes au service de la densification urbaine** : *En l'absence d'une énergie de substitution permettant le maintien des déplacements quotidiens entre villes et campagnes, l'usage résidentiel des campagnes a régressé et la périurbanisation a pris fin. Les villes se densifient et se verticalisent. Des formes de « micro-campagnes » intra-urbaines mêlant parcs urbains et activités agricoles rendent la ville plus agréable à vivre ;*
- **Les campagnes intermittentes des systèmes métropolitains** : *La mobilité croissante a conduit à de nouveaux modes de vie, c'est la multi-appartenance territoriale, les individus alternent entre séjours en ville et à la campagne. Ils travaillent à distance en s'appuyant sur les NTIC. L'intensification des usages de l'espace par des résidents intermittents entraîne une recomposition des territoires ruraux parfois génératrice de conflits. L'agriculture assure l'entretien des paysages et la gestion des écosystèmes en répondant à une forte demande pour des produits de terroirs (AOC, bio, etc.) ;*
- **Les campagnes de la diffusion métropolitaine** : *Les périurbains profitent du cadre de vie plutôt rural et travaillent dans la métropole. L'économie polarisée par la métropole est essentiellement résidentielle. L'agriculture située dans les espaces ouverts est soumise à de fortes concurrence sur les usages du sol ;*
- **Les campagnes dans les mailles des réseaux de villes** : *Les personnes ne sont plus attirées par les grandes agglomérations mais par les villes moyennes ou petites et les*

bourgs ruraux. Des territoires se structurent autour d'une imbrication ville-campagne et se fondent sur une diversité d'activités « productives » et résidentielles. Différentes agricultures et organisations de filières coexistent.

Analysons ces huit scénarios. Les deux premiers scénarios, « **Le périurbain digéré par l'urbain** » et « **Les campagnes au service de la densification urbaine** » proposent de voir le périurbain comme un processus qui prendra fin sous l'effet de la densification urbaine (« *l'urbain compact l'emporte* »). Reconnus comme vertueux, leur réalisation apparaît cependant difficile à mettre en œuvre. Les deux scénarios suivants, « **Le périurbain libéré par le confort** » et « **Les campagnes intermittentes des systèmes métropolitains** », proposent des scénarios inverses où le périurbain devient l'optimum d'un mode de vie durable (« *La dispersion généralisée s'impose* »). Ces deux scénarios semblent plus proches des dynamiques à l'œuvre actuellement. Cependant dans l'imaginaire collectif ceux-ci apparaissent « *insoutenables* ». Deux autres scénarios semblent également réalistes, « **Le périurbain réquisitionné par les villes-régions** » et « **Les campagnes de la diffusion métropolitaine** ». Ils proposent une vision plus intégrée des rapports villes-campagnes dans laquelle le périurbain tient une place centrale dans l'équilibre des systèmes métropolitains, tirant parti des aménités des espaces ruraux mais avec une forte concurrence sur les espaces non construits. Les deux scénarios suivants, « **Le périurbain transformé par le conservatoire périrural** » et « **Les campagnes dans les mailles des réseaux de villes** », proposent une vision dans laquelle le mode de vie rural l'emporte et influence sur les habitudes des urbains et périurbains. L'enjeu « agri-naturel » est central et structure les nouvelles relations villes-campagnes avec des risques de générer des effets ségrégatifs. Un dernier scénario, « **Le périurbain saisi par l'interterritorialité** » est original car il propose une vision nouvelle des territoires dans laquelle le périurbain devient un espace d'intermédiation entre les centralités et la coordination des territoires.

Plusieurs leçons peuvent être tirées de ces exercices de prospective. Le devenir des espaces urbains, périurbains et ruraux est interdépendant et leur destin commun doit se concevoir par la mise en place de politiques publiques globales. Les espaces ruraux et périurbains ont besoin des villes pour créer des richesses (économiques, technologiques et culturelles) et les villes ont besoin des espaces périurbains et ruraux pour offrir des lieux de vie répondant aux attentes des citoyens, assurer une production agricole diversifiée, développer la qualité paysagère, veiller à la reproduction des ressources naturelles et au maintien de la biodiversité. Ces prospectives nous enseignent également qu'il faut changer radicalement les représentations pour coordonner les actions sur les territoires en faisant de « *l'espace périurbain hybride un espace d'innovations pour les politiques publiques* » (Vanier et Lajarge, 2008). Cela demande de construire de nouvelles grilles de lecture des urbanités et ruralités à l'œuvre. Quels que soient les scénarios d'évolution, les transformations des territoires à l'œuvre réinterrogent la place de l'agriculture. « *L'agriculture est porteuse d'attentes sociétales très fortes, qui d'une part appellent l'agriculture à jouer des rôles multiples, et d'autre part sont vecteurs de contraintes et d'opportunités nouvelles* » (Hubert et al., 2008).

1.4.3. L'activité agricole périurbaine comme condition au maintien de « systèmes urbains durables »

Dans le périurbain, le tissu urbain alterne avec les espaces agricoles et naturels. Ces espaces subissent la pression de l'accroissement urbain de façon plus ou moins forte en fonction de l'éloignement au centre et de l'attractivité de la zone concernée. On les désigne souvent par les vocables « d'espaces non construits » ou « non bâtis » selon une approche urbaine. Du statut d'espaces à enjeux productifs, paysagers et naturels, ils passent progressivement à celui d'espaces d'entre-deux, réserves foncières pour l'urbanisation à mesure que les surfaces agricoles s'amenuisent. « *Lorsque l'agriculture disparaît ces espaces perdent de leur identité rurale et deviennent alors des espaces d'entre-deux qui sont souvent désignés par leur caractère qui devient celui non plus d'une production agricole mais d'une réserve foncière non encore construite. Le point de vue adopté devient en général urbain* » (Banzo et Morgado, 2003).

En explorant les futurs possibles des ruralités, les scénarios envisagent les contributions et les rôles possibles que l'agriculture peut jouer dans la transformation des territoires et les contraintes auxquelles elle devra répondre pour les décennies à venir (Hubert et al., 2008). Les conclusions de l'exercice prospectif de l'INRA retiennent cinq enjeux d'envergure à relever :

- garantir la sécurité alimentaire et sanitaire à des coûts limités sur des marchés locaux et mondialisés ;
- offrir un cadre de vie de qualité (paysages, espaces verts, etc.) aux populations qui résident sur ces territoires (de manière permanente ou temporaire) ;
- permettre le fonctionnement d'une économie territoriale diversifiée et attractive (productive, résidentielle, agrotouristique, récréative, etc.) ;
- assurer une fonction environnementale (valoriser le patrimoine dans une perspective de durabilité, concourir à la biodiversité, etc.) ;
- contribuer à un aménagement équilibré du territoire où « *les espaces ruraux (naturels et agricoles) ne sont plus résiduels mais, combinent les fonctions précédentes* ».

Le maintien d'espaces agricoles en zone périurbaine apparaît donc comme une condition indispensable au développement de systèmes territoriaux durables (Serrano, 2008) et constitue désormais une question incontournable des politiques d'urbanisme et un défi pour les acteurs de l'aménagement du territoire. La prise de conscience généralisée de la nécessité de s'accommoder entre acteurs urbains et agricoles conduit à une intégration de plus en plus grande des préoccupations agricoles dans la planification territoriale (Sabatier et al., 2007).

Synthèse du chapitre 1

L'interpénétration des espaces agricoles, naturels et des zones construites produit des paysages périurbains complexes. Les facteurs à l'origine des espaces périurbains apparaissent difficiles à analyser tant ils dépendent des choix individuels ou collectifs d'une multiplicité d'acteurs (ménages, élus, promoteurs immobiliers, etc.). « *L'urbain généralisé, c'est aussi le fait que la ville classique, avec un centre et une périphérie, disparaît au profit d'un monde de réseaux, de connections, de multipolarités* » (Mongin, 2010). « *Les mobilités font varier la géographie* » (Le Breton, 2006). Cela nous oblige à changer notre regard sur le territoire.

L'un des enjeux actuels des politiques d'aménagement est de disposer de cadres et méthodes qui permettent d'analyser et de gérer cette complexité, à des échelons d'actions adéquats, pour répondre aux impératifs de durabilité. « *Dans un contexte de recompositions territoriales et de mise en place d'outils de gestion territoriale à l'échelle des intercommunalités se pose la question de la place de l'agriculture dans l'aménagement des régions urbaines* » (Bertrand et al., 2006). La gestion des espaces agricoles périurbains, au cœur des relations entre villes et campagnes, est un enjeu crucial qui interroge directement la question de la gouvernance et constitue un défi pour l'aménagement durable des territoires.

CHAPITRE 2. LA RECONSIDÉRATION DES ENJEUX AGRICOLES DANS LES POLITIQUES DE PLANIFICATION URBAINE

« Les espaces périurbains semblent pertinents comme lieux d'étude pour l'approche des nouvelles transactions qui se forment entre la société et l'activité agricole (...) en tant que lieux de confrontation et de négociation des identités urbaines et rurales et de leur contenu »
(Duvernoy et Bacconnier, 2005)

Depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle, tant à l'échelle européenne que nationale, les surfaces agricoles reculent. En France, selon les chiffres de la statistique agricole publique, la Surface Agricole Utile⁵² est passée de 34,6 millions d'hectares en 1950 à 27,5 millions d'hectares en 2010, soit une diminution de 20,3 %. Ces pertes en terres agricoles sont principalement liées à deux facteurs : un abandon de leur exploitation du fait des difficultés que connaît l'activité agricole fragilisée par une concurrence internationale toujours plus forte, une pression accrue engendrée par les processus d'expansion urbaine.

Les espaces agricoles périurbains constituent une réserve de terres directement mobilisables pour les besoins de l'extension périphérique des villes. Cela se traduit par d'importants conflits d'usages entre usages privés et publics de la ressource foncière. Avec l'explosion du phénomène urbain, la vente de terres pour l'urbanisation constitue, pour les propriétaires fonciers, un profit substantiel comparé à des activités productives moins rentables. Les espaces agricoles ont donc du mal à se maintenir dans les premières couronnes périphériques des villes à moins de constituer des terroirs de grande qualité, de type AOC⁵³. Pour résister, l'activité agricole périurbaine doit répondre de plus en plus aux besoins des urbains, non plus seulement en termes d'approvisionnement (circuits courts), mais également en termes d'aménités environnementales, paysagères et récréatives (ceintures vertes, fermes pédagogiques, jardins partagés, etc.).

En France, la prise en compte de l'agriculture dans les politiques d'urbanisme s'est faite tardivement. Il a fallu attendre la fin des années 1990 pour qu'une véritable prise de conscience émerge de la part des aménageurs. Depuis une dizaine d'années, on assiste à une montée en puissance des exigences en faveur d'une utilisation plus rationnelle de l'espace. Les démarches de SCoT contribuent notamment à une plus grande implication, selon des degrés divers, des instances représentatives du monde agricole et participent à la reconsidération des enjeux agricoles dans les politiques de planification des territoires. Cependant, les outils de gestion du foncier apparaissent le plus souvent inefficaces pour lutter contre les mécanismes de marché favorisant la déstructuration de l'activité agricole.

Face aux enjeux de durabilité, les instances agricoles expriment l'urgente nécessité de reconnaître la valeur patrimoniale des sols liée, notamment, à leurs potentialités

⁵² La SAU est la surface de l'ensemble des terres dédiées à l'agriculture, elle comprend les terres arables (grandes cultures, fleurs, jachères, etc.), les superficies toujours en herbe, les cultures permanentes (vignes, vergers, etc.), les jardins et vergers familiaux (Site Agreste).

⁵³ Une Appellation d'Origine Contrôlée désigne un produit originaire d'une région ou d'un lieu déterminé et dont la qualité ou les caractéristiques découlent de ce milieu géographique. Elle résulte de la combinaison d'une production et d'un terroir délimité dans lequel interagissent des facteurs naturels, climatiques, physiques, et humains conférant au produit une typicité particulière (Site Agreste).

agronomiques. Une étude régionale, conduite de 2007 à 2010 en Languedoc-Roussillon, est à ce titre révélatrice. Elle traduit les besoins urgents en méthodes et outils qui permettent de reconnaître et de faire valoir les intérêts agricoles au sein des processus de planification des territoires.

2.1. Des espaces agricoles soumis à la pression urbaine

2.1.1. L'agriculture périurbaine : essai de définition

La définition d'une « agriculture périurbaine » se heurte aux difficultés d'appréhension de l'espace périurbain lui-même (Rouget, 2008). Donadieu et Fleury (1997) rappellent que l'agriculture périurbaine « *au strict sens étymologique, est celle qui se trouve en périphérie de la ville, quelle que soit la nature de ses systèmes de production* ». L'approche est « géographique » mais encore faut-il s'entendre sur ce qui définit la « *périphérie de la ville* ». Vaudois (1996, cité par Rouget) propose une approche différente : « *nous pouvons considérer, sur le plan agricole, comme périurbaines les zones où le fonctionnement et la nature de l'activité agricole sont susceptibles d'être influencés par la proximité et la croissance d'une entité urbaine* ». L'agriculture périurbaine se caractérise par une grande **hétérogénéité**. « *Plus que le caractère d'intensité, statistiquement et localement avéré, c'est l'hétérogénéité, la diversité des situations et des évolutions constatées, à toutes les échelles d'analyse, qui fonde le mieux la spécificité de l'agriculture dans les zones urbaines et périurbaines* » (Vaudois, 1995). Derrière cette grande diversité qui caractérise l'activité agricole périurbaine, une tendance commune est celle liée à la pression qu'elle subit sous l'effet des dynamiques de périurbanisation. Moustier (1996) introduit dans sa définition de l'agriculture périurbaine la question de l'**enjeu foncier**. Elle considère qu'une des caractéristiques déterminantes de cette agriculture est la compétition engagée avec d'autres utilisations de la terre. De fait, les espaces agricoles périurbains se caractérisent par des zones de contact nombreuses avec les espaces bâtis (résidentiels, industriels, commerciaux) et les infrastructures de communication qui les soumettent directement à la pression foncière.

2.1.2. Une activité agricole fragile qui résiste mal à la pression urbaine

La France est un pays traditionnellement agricole. Avec une agriculture devenue très performante, elle est aujourd'hui l'un des premiers exportateurs à l'échelle mondiale⁵⁴. Au sortir de la seconde guerre mondiale, la modernisation de l'agriculture s'est accompagnée d'une intensification de l'activité et d'une profonde **restructuration** des systèmes agricoles traditionnels, dynamiques qui se poursuivent aujourd'hui. Les Lois d'Orientation Agricole des années 1960 et les modalités successives de la Politique Agricole Commune ont fortement contribué à mettre en place un modèle productif intensif associant modernisation technique et restructuration des exploitations agricoles (Mollard, 2003 cité par Rouget, 2008). Dans le jeu de la compétitivité mondiale, seules les exploitations les plus productives et rentables parviennent à se maintenir. Le nombre d'actifs agricoles (exploitants et travailleurs agricoles) n'a cessé de diminuer. En 1946, l'activité agricole occupait encore un tiers de la population active, en 1980 elle ne représentait plus que 8 % des emplois et 3,4 % en 2007 (Site INSEE). Le déclin de l'activité contribue à un abandon de parcelles, ce qui légitime leur transfert vers de nouvelles vocations (protection naturelle, urbanisation).

Historiquement, les terres agricoles se sont logiquement développées à proximité direct des noyaux villageois et urbains, lieux d'écoulement des productions et de « réserve » en main d'œuvre. L'agriculture à proximité des villes a été la garante de l'approvisionnement alimentaire des urbains, « *fondée sur la petite exploitation et ravitaillant les citadins en produits alimentaires frais (fruits, légumes, lait), elle a profité pendant des siècles du marché*

⁵⁴ En 2009, la France était le premier pays exportateur à l'échelle européenne et le 3ème au niveau mondial (Site Agreste).

de consommation proche » (Diry, 1999). Avec la révolution des transports et la mondialisation, cette agriculture basée sur des circuits courts a été grandement fragilisée.

Les ordres de grandeur de la superficie agricole ne sont pas les mêmes d'un pays à l'autre. Le terroir national est 4,5 fois moins étendu que celui de la Russie, et 14 fois plus exigü que celui des États-Unis (Dubois, 2010). En revanche, comparativement à d'autres pays, la France dispose d'un espace agricole exploité important rapporté à la population (0,48 ha de SAU par habitant contre 0,29 pour le Royaume-Uni, 0,21 pour l'Allemagne et 0,12 pour les Pays-Bas d'après les chiffres de la FAO⁵⁵ publiés par Pointereau et Coulon, 2009). La Chine « qui possède 9 % des terres agricoles mondiales, doit nourrir 20 % de l'humanité et 42 % des effectifs planétaires de ruraux ». De plus, la France dispose d'avantages comparatifs qualitatifs, le territoire agricole de faible altitude est prépondérant et les bons sols sont abondants (ex : loess du bassin parisien, sols alluviaux des grandes vallées, sols basaltiques des planèzes du Massif central, etc.) (Dubois, 2010).

En revanche, la SAU française se rétracte. Selon les chiffres de la statistique agricole publique, de 1960 à 2007 la France a perdu 5,1 millions de SAU, soit l'équivalent de 111 000 ha par an en moyenne. Entre 2000 et 2006, 90 % des sols artificialisés provenaient de zones agricoles dont plus d'un tiers (34,8 %) se développait aux dépens des sols de meilleure potentialité agronomique (Tregouët, 2009).

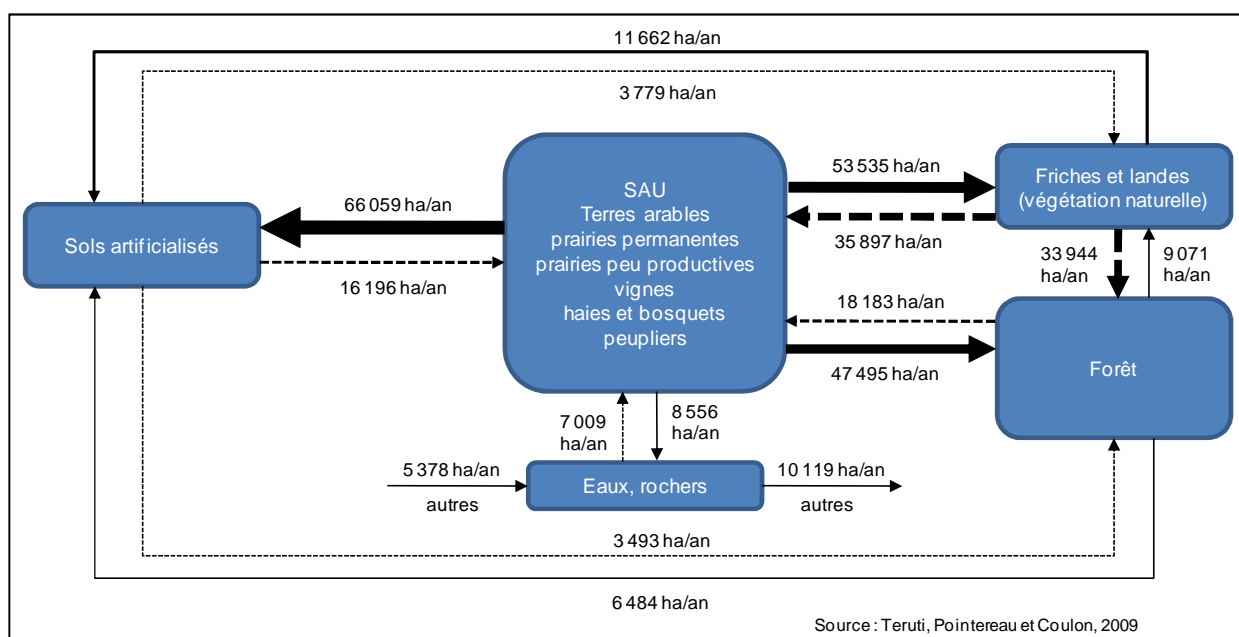


Figure 14 : Évolution annuelle des surfaces selon les principaux usages du sol, entre 1992 et 2003, en France

Comme l'indique la figure n°9, selon les sources de l'enquête Teruti⁵⁶ publiée par Pointereau et Coulon (2009), l'artificialisation des sols agricoles, de 1992 à 2003 à l'échelle nationale, a représenté un flux brut annuel de 66 000 ha et un flux net annuel de 50 000 ha

⁵⁵ Food and Agriculture Organization

⁵⁶ L'enquête statistique Teruti (devenue Teruti-Lucas) est une enquête annuelle, associant les photographies aériennes et les relevés de terrain, réalisée depuis les années 1980 par le Service central des enquêtes et études statistiques (Scees). Elle donne une estimation de l'occupation du sol sur le territoire national mais les résultats ne sont significatifs que pour un échantillon suffisant de points, qui ne permettent pas des analyses fines en deçà du niveau départemental.

(environ 16 000 ha par an retournent à la SAU). L'analyse détaillée des résultats démontre que les forêts sont mieux protégées règlementairement contre l'artificialisation avec un flux brut limité à près de 6500 ha par an. Des surfaces importantes de friches et de landes sont également converties en sols artificialisés, environ 12 000 ha par an, ainsi si l'on cumule ces superficies avec le flux d'artificialisation des sols agricoles, la totalité représente environ 78 000 ha par an. Ces résultats mériteraient d'être vérifiés par des analyses plus approfondies mais offrent des ordres de grandeur de la situation.

L'importance de ces transformations reste limitée et doit être relativisée : l'urbanisation ne consomme que la moitié des surfaces de déprise agricole laissées à la friche ou à la forêt (Cambau et Seyer, 2007). Ce qui préoccupe davantage est le phénomène de **mitage**, l'urbanisation dispersée contribuant à une déstructuration du foncier. Selon Slak (2000), il suffit d'un petit nombre de nouvelles résidences pour stériliser de vastes espaces agricoles. Cette auteure a proposé une typologie des différentes formes que prend l'interpénétration des terres agricoles avec les zones urbaines. Elle distingue ainsi l'extension urbaine :

- **en front** (continuité de l'espace existant) : certaines parcelles sont aux contacts des usages urbains d'un côté et agricoles de l'autre ;
- **en mitage** : davantage de parcelles sont concernées par le voisinage entre l'urbain et l'agricole ;
- **en « dent creuse »** : le parcellaire agricole se trouve enclavé entre des occupations non agricoles (ex : l'urbanisation le long des voies de circulation) ;
- **en « obturation »** : ce phénomène génère des parcelles interstitielles dont la pérennité de l'usage agricole restant est totalement préservée mais difficile à valoriser ;
- **en « creux »** : cas de figure le plus fréquent conduisant à l'enclavement de parcelles agricoles, rendues inutilisables par difficultés de voisinage ou d'accès.

L'absence d'une régulation des dynamiques de périurbanisation contribue à favoriser les conflits d'usages qui naissent de la confrontation des activités agricoles et des pratiques périurbaines.

2.1.3. La confrontation entre activités agricoles et pratiques périurbaines : une source de conflits d'usages nombreux

Les espaces agricoles périurbains sont la scène privilégiée des situations de rencontres entre urbains et ruraux. « *En zone périurbaine les acteurs sont soit gestionnaires de l'espace, propriétaires ou exploitants, soit usagers à titre résidentiel, professionnel ou récréatif. Ils ont des intérêts divergents et développent des conceptions différentes du développement local et de l'aménagement des espaces non urbanisés* » (Bertrand et al., 2006). La construction résidentielle peut participer à l'apparition de nouvelles règlementations d'usages contraignantes pour l'exercice de l'activité agricole, interdisant certaines pratiques au voisinage de l'habitat résidentiel (ex : épandages) ou rendant l'accès aux parcelles plus difficile (Slak, 2000). Les nuisances urbaines (émissions polluantes, dégradations de récoltes liées à l'augmentation de la fréquentation, etc.) et à l'inverse les nuisances liées à l'activité agricole (nuisances sonores, traitements par pulvérisation, etc.) sont souvent sources de conflits entre agriculteurs et résidents.

La figure n°15, parue dans Le Courrier de l'Environnement n°57 (Gauvrit et Mora, 2009), illustre les contradictions entre pratiques agricoles et aspirations liées à un mode de vie

urbain qui s'exporte au contact des exploitations. Cependant, n'acceptons pas trop rapidement la caricature ; la plupart des agriculteurs en zone périurbaine ont acquis des modes de vie urbains et les « nouvelles ruralités » que dessinent l'interpénétration de la ville et de la campagne sont complexes.



Figure 15 : Illustration de Million sur les relations néo-ruraux/activité agricole (Source : Gauvrit et Mora, 2009)

Les agriculteurs accusent les communes de ne pas économiser l'espace en laissant se développer les lotissements pavillonnaires sur de grandes parcelles. Pour des élus, la croissance reste un enjeu prioritaire et la préservation de l'espace agricole pèse souvent peu. Serrano (2008) démontre, dans le cas de l'agglomération de Tours, que l'agriculture apparaît paradoxalement disqualifiée lorsqu'il s'agit d'entretenir l'espace, les agriculteurs étant davantage considérés par les élus comme des « pollueurs ». Dans la région urbaine grenobloise, Bertrand et al. (2005) soulignent les tensions entre élus et agriculteurs, les premiers favorables à une nature jardinée et récréative les autres campant sur les impératifs de production.

La perte d'un potentiel de production agricole conduit à poser la question de la place de l'agriculture dans les politiques de planification urbaine : « *Comment s'exerce la représentation des « intérêts agricoles » face aux « intérêts urbains » dans les instances de décision ?* » (Jarrige et al., 2003).

2.2. L'émergence de la problématique agricole dans la planification territoriale

Pour répondre aux problématiques de « grignotage » des terres agricoles par une urbanisation diffuse, des outils de maîtrise foncière existent. Cependant, ces derniers semblent manquer d'efficacité pour contrer les mécanismes du marché qui génèrent des différentiels de prix entre terrains constructibles et terres agricoles. De nombreuses mesures ont été prises depuis une dizaine d'années en faveur de la prise en compte des espaces agricoles dans la planification urbaine. Mais les points de vue s'opposent. Pour les urbanistes, les espaces

agricoles sont de plus en plus considérés comme un bien commun qu'il s'agit de préserver pour sa valeur multifonctionnelle de services aux populations urbaines et périurbaines. Pour les instances agricoles, il s'agit avant tout de défendre le caractère productif de l'activité, indispensable à l'approvisionnement des populations.

2.2.1. Des pratiques foncières mal contrôlées par les pouvoirs publics

L'agriculture est moins rentable que l'urbanisation, à l'exception des terroirs prestigieux qui conservent des valeurs élevées du foncier agricole (ex : vignobles bordelais au sein de la Communauté Urbaine de Bordeaux). Les mécanismes de **formation des prix du foncier** ne sont pas les mêmes dans la sphère agricole et urbaine. Au niveau agricole, les prix se fixent par référence à la capacité productive et à la valeur économique (Kaszynski et Paradol, 2004). Au niveau urbain, les prix du foncier résidentiel sont fonction de la distance au centre mais également d'autres facteurs comme la présence d'aménités écologiques ou la desserte en services (Napoléone, 2006 cité par Donzel et al., 2007). Comby (2008) constate que le prix de la terre agricole est trop bas en France en comparaison des autres pays européens⁵⁷. Le différentiel entre les prix du foncier agricole et de l'immobilier rend l'installation de jeunes agriculteurs de plus en plus difficile hors du cadre familial. Les grands propriétaires fonciers sont tentés de faire des plus values sur la vente de terres et pour les agriculteurs sur le départ les besoins de capter la rente urbaine l'emportent souvent.

En France, les moyens de la **maîtrise foncière publique** (outils à caractère juridique, technique et financier) sont au nombre de trois (Kaszynski et Paradol, 2004) :

- L'acquisition foncière (démarche ultime de maîtrise publique du sol) s'appuie à la fois sur des opérateurs comme la Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural, les Sociétés d'Économie Mixte, les Établissements Publics Fonciers et sur les outils juridiques de la préemption des Conseils Généraux et des collectivités locales.
- L'application du droit du sol passe par la planification spatiale, c'est-à-dire la mise en place d'une politique foncière, à l'échelle d'un territoire communal ou intercommunal, à travers l'élaboration de documents d'urbanismes et la délimitation des zones à urbaniser (SCoT, PLU⁵⁸).
- Les politiques contractuelles dans le domaine agricole et de l'aménagement du territoire (ex : Contrats Territoriaux d'Exploitation⁵⁹).

Les Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme des années 1970, fondés sur des projections démographiques majorées ont surestimé les besoins d'urbanisation (Rougé, 2008). Les **réserves foncières** prévues pour l'habitat et le développement économique ont donc été pléthoriques (Tolron, 2005). Le maintien et la gestion des « espaces ouverts »

⁵⁷ D'après Comby, en 2008, le prix des terres agricoles en France représentait la moitié de celui de la Belgique, le tiers de celui de l'Angleterre, était quatre fois moins important qu'en Allemagne, cinq fois moins qu'en Suisse et deux fois moins qu'en Espagne.

⁵⁸ Les Plans d'Occupation du Sol et les Plans Locaux d'Urbanisme définissent les classes d'usage des sols autorisées dans les différentes zones d'une commune. Depuis la loi SRU, de 2000, leur définition a été revue. Evolution du Zonage des POS vers le Zonage des PLU :

- NA : zones d'urbanisation future / AU zones à urbaniser
- NB : zones urbanisées de fait / U zones urbaines
- NC : zones agricoles / A zones agricoles
- ND : zones protégées / N zones naturelles

⁵⁹ Les CTE ont été mis en place par la loi de modernisation agricole de 1999, ces contrats engagent les agriculteurs à respecter les paysages et l'environnement en échange d'une aide financière.

(Thiébaud, 1995) ou « espaces libres » (Davodeau, 2005) constituait un moyen pour réguler l'étalement urbain. Bertrand et al. (2005) démontrent que dans le cas de la mise en place du SDAU de Grenoble, dans les années 1970, des terrains céréaliers productifs ont été relégués à une fonction de réserves foncières pour de grandes zones d'aménagement économiques, à moindre coût, du fait de la précarisation des exploitations agricoles qui les ont entretenus durant plusieurs décennies. En 1975, une circulaire instituant les Zones Naturelles d'Équilibre, définies comme de vastes espaces ruraux devant rester à l'écart de l'urbanisation, initialisent la question agricole périurbaine en France (Certu et al., 2008). Mais seules les mesures de protection des espaces fragiles sont retenues. La révision du Schéma Directeur de la Région Ile-de-France en 1994 assure une protection plus stricte des zones agricoles et forestières de la « ceinture verte » mais leur assigne pour premier objectif de freiner le développement en tache d'huile de la zone agglomérée.

La montée en puissance des préoccupations environnementales, dès la fin des années 1970, a contribué à mettre en place rapidement de fortes réglementations sur les espaces aux enjeux naturels. Ces dispositifs de protection ont eu pour effet de renforcer la pression sur les espaces agricoles devenus la seule réserve de terres disponibles et facilement mobilisables pour les besoins de l'urbanisation (Levesque, 2008). En outre, le déséquilibre entre réglementations des zonages environnementaux et zonages agricoles dans les documents d'urbanisme fait qu'il est réglementairement plus aisé et légitime de déclasser ou d'autoriser la construction sur les zones agricoles (NC ou zones A) plutôt que sur les zones naturelles (ND ou N) (Geniaux et Napoléone, 2005).

2.2.2. Un bien commun au service des populations urbaines et périurbaines

« Pour que l'agriculture périurbaine émerge comme problématique spécifique, il a fallu une double évolution » (Fleury, 2004). Chez les responsables d'aménagement, la prise de conscience des inconvénients de l'étalement incontrôlé des villes se traduit par la nécessité de maintenir des zones ouvertes dans le tissu urbain. Dans le milieu professionnel agricole, la prise en compte du rôle de l'agriculteur dans la production spécifique d'un territoire conduit à lui reconnaître un rapport inédit avec la population citadine.

En 1999, la Loi d'Orientation Agricole, avec les Contrats Territoriaux d'Exploitation, est le premier document qui reconnaît le rôle de l'agriculteur dans l'entretien du paysage urbain. Elle permet d'assurer une plus grande diversité de représentation du monde agricole dans l'optique d'une promotion de la multifonctionnalité de l'agriculture en faveur de la satisfaction des besoins urbains (paysagers, environnementaux, récréatifs). En 2003, les CTE ont été remplacés par les Contrats d'Agriculture Durable. Ces nouveaux contrats se sont concrétisés par le centrage sur les enjeux environnementaux (abandon du dispositif qui obligeait de coupler les mesures agro-environnementales à des objectifs socio-économiques en matière de diversification, de qualité et d'emploi). L'agriculture périurbaine pour devenir légitime se doit de répondre à des besoins de plus en plus nombreux et diversifiés des urbains et périurbains de « nature » et d'entretien du cadre de vie. Les **logiques de labellisation** progressive de l'agriculture en zone périurbaine (bio, AOC, AMAP⁶⁰, etc.) traduisent les exigences de qualité qui associent à des images de terroirs les nouvelles conceptions de la durabilité du développement urbain.

⁶⁰ Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

Ainsi, les logiques de préservation opposent professionnels agricoles, urbanistes et aménageurs. L'agriculture est remise en cause dans sa seule fonction productive (Perrier-Cornet, 2002 in Bertrand et al., 2006). Le périurbain rural est resté synonyme de campagne pour les citadins et il est considéré comme un ensemble d'aménités constitutives d'un art de vivre (Fleury, 2004). La **notion de bien public** apparaît ici porter tout son sens. « *Reconnaître le caractère multifonctionnel de l'agriculture, c'est reconnaître l'espace agricole comme un bien commun* » (Bernard et Dufour, 2008). Les espaces agricoles périurbains sont confrontés à ce paradoxe d'appartenir à des exploitants privés tout en devant satisfaire les besoins d'une population urbaine et périurbaine en termes d'aménités (paysagères, récréatives, etc). Cette diversité de **fonctionnalités** que doivent désormais remplir les espaces agricoles en zone périurbaine confronte les exploitants agricoles à la transformation de leur métier. On assiste à une « *instrumentalisation de l'agriculture par la demande urbaine* » (Bertrand et al., 2006), relayée par les élus.

Les agriculteurs et instances agricoles souhaitent, de plus en plus, la mise en place d'une approche réglementaire de la question foncière par la planification urbaine (documents d'urbanismes). Cependant, les débats ont également mis en évidence qu'une approche réglementaire seule ne suffisait pas. En effet, la majorité des terres libérées pour l'urbanisation le sont par des agriculteurs. « *Au-delà de la réglementation, l'enjeu semble alors d'être en mesure, sur un espace donné, de proposer un projet d'orientation pour le territoire qui intègre les aspirations de résidents périurbains, prenne en compte les fonctionnalités des écosystèmes et précise l'insertion territoriale des activités agricoles et leurs dynamiques d'évolution* » (Gauvry et Maura, 2009). Pour assurer une meilleure efficacité de ces outils, certaines intercommunalités adoptent des visions intégrant les espaces agricoles dans le projet d'aménagement urbain. De plus en plus, on évolue vers des démarches de projets de territoires pour tenter de concilier les intérêts de chacun. Avec la mise en place des SCoT, les démarches de projets s'appuient sur la concertation et intègrent les problématiques agricoles avec plus ou moins d'efficacité.

2.2.3. La place de l'agriculture dans les SCoT

Avec la mise en place des Schémas de Cohérence Territoriale par la loi SRU de 2000, les espaces agricoles semblent davantage perçus dans la diversité de leurs fonctions qu'avec les SDAU (Certu et al., 2008). Dès le stade d'élaboration du diagnostic, les SCoT doivent comporter un volet consacré à la présentation des spécificités de l'agriculture du territoire concerné. C'est à l'occasion de l'élaboration des Plans d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) que doivent être confrontés les enjeux urbains, environnementaux et agricoles. Ces documents doivent concrètement estimer les besoins de consommation d'espaces agricoles en fonction de l'évolution démographique de la commune, à échéance d'une dizaine d'années.

De nombreuses mesures ont été prises pour accompagner les démarches de SCoT et consolider la protection des zones agricoles ou naturelles inscrites dans les plans d'urbanisme. La Loi d'Orientation Agricole de 1999 a mis en place les Zones Agricoles Protégées, zones « *dont la préservation présente un intérêt général en raison soit de la qualité de leur production, soit de leur situation géographique* » (article L. 112-2 du code rural). Leurs délimitations doivent être définies et annexées dans le PLU. Elles n'ont pas pour vocation

d'interdire le changement d'affectation des sols mais de le limiter⁶¹. Cet instrument a été, à ce jour, peu utilisé. En 2009 seules quinze ZAP sont arrêtées et une trentaine est à l'étude. Balny et al. (2009) expliquent ce faible recours à la ZAP par la méconnaissance de cet outil par les collectivités et surtout par la difficulté pour un maire de sanctuariser une partie du territoire de sa commune. Pour combler ces lacunes, la loi relative au développement des territoires ruraux de 2005 a instauré les périmètres de Protection et de mise en valeur des Espaces Agricoles et Naturels périurbains (PAEN), permettant aux départements de faire jouer leur droit de préemption. Mais la mise en œuvre effective de ces périmètres risque cependant de se heurter aux mêmes difficultés que celles concernant les ZAP.

Dans le cadre de la recomposition territoriale et institutionnelle de l'agglomération de Montpellier, liée à la mise en place du SCoT, l'agriculture est devenue un objet du projet politique urbain, à instruire dans le cadre de la planification spatiale. Ainsi, pour la réalisation des études préalables du SCoT, les responsables de la Communauté d'Agglomération ont commandé à une équipe de géographes et d'agronomes de l'ENSAM⁶²/INRA de Montpellier, sur proposition et cahier des charges de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt⁶³, un diagnostic approfondi sur les espaces agricoles et naturels (Cf. Figure n°16). Le diagnostic dégage des unités agro-paysagères en relation avec les autres usages de l'espace (loisirs, production d'eau potable, gestion des risques, etc.). Ce travail a permis de définir les principales zones d'enjeux et d'initier un dialogue entre urbanistes et monde professionnel agricole. Ce renversement de la perspective habituelle des documents de planification en considérant d'abord les espaces non-bâti agricoles et naturels est tout à fait significatif des évolutions récentes : « *L'agriculture apparaît comme un actif spécifique du territoire urbain, ressource patrimonialisée afin de promouvoir la densification de l'habitat* » (Jarrige, et al. 2006).

⁶¹ Une ZAP ne peut en aucun cas déroger au SCoT, mais elle peut dans son prolongement aller plus loin dans la protection des zones agricoles.

⁶² Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier

⁶³ Les réformes conduisant à modifier la structuration des services de l'État au niveau départemental se sont opérées durant la période de réalisation des travaux de cette thèse. Elles ont notamment conduit à la fusion au 1 janvier 2010 des services de l'agriculture et de la forêt (DDAF) et de l'équipement et de l'aménagement (DDEA). Les agents des ex DDAF, initialement consacrés à la gestion des enjeux agricoles sur leur territoire d'étude, doivent désormais mettre en cohérence leurs actions avec les agents de l'équipement avec lesquels ils interviennent au sein du même organisme, les Directions Départementales des Territoires (et de la Mer).

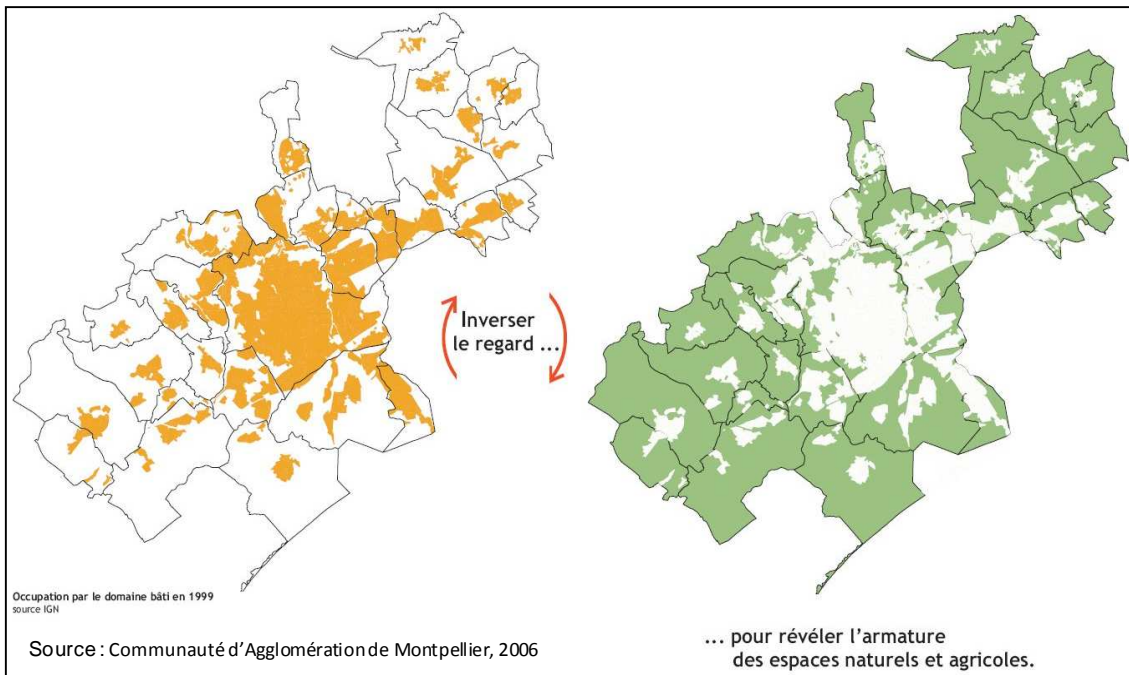


Figure 16 : Le SCoT de Montpellier « *Inverser le regard pour révéler l'armature des espaces naturels et agricoles* »

Contrairement à la tradition du code de l'urbanisme d'englober espaces agricoles, naturels et forestiers, la loi SRU s'attache à différencier ces trois espaces. Cependant, des travaux conduits par le Certu sur la prise en compte de l'agriculture dans huit SCoT soulignent que la culture de l'urbanisme continue malgré tout de prédominer dans la manière de concevoir la ville (CETE-Méditerranée et Certu, 2008). Les espaces agricoles sont généralement inclus dans les termes prédominants de l'écologie urbaine (espaces naturels, trame verte, armature verte, cœur vert, infrastructures vertes, capital nature, etc.).

Douillet et Faure (2010) questionnent cette place particulière accordée à l'agriculture. N'a-t-elle pas été un moteur de développement de l'intercommunalité ? En effet, l'agriculture périurbaine, devenue une nouvelle priorité de l'action publique, a certainement plus que d'autres activités, contribué au dépassement des frontières communales et devient même un enjeu fédérateur des démarches de regroupements de communes. En favorisant une prise de conscience de la part des élus et aménageurs et en permettant d'instaurer un dialogue avec les instances agricoles, ces dispositifs ont participé à la territorialisation de la question agricole qui, jusqu'à présent, était restée une affaire de l'État puis de l'Europe (Bonnefoy et al., 2008). « *L'acquis principal du SCoT réside vraisemblablement avant tout dans cette démarche de projet qui intègre la problématique agricole et ses organismes représentatifs* » (CETE-Méditerranée et Certu, 2008). La mise en place des SCoT contribue à une plus grande implication, selon des degrés toujours divers, des représentants du monde agricole dans les démarches de planification.

Toute la difficulté réside dans le fait que les aspirations entre monde agricole et urbain s'opposent souvent. Pour les citoyens, l'espace agricole n'est généralement qu'un élément structurant le territoire (Curnier, 1999 cité par Tolron, 2005). En revanche, le monde agricole revendique sa mission historique de production. Dans le nouveau contexte de la gouvernance territoriale instaurée à l'échelon intercommunal, les différentes conceptions sont amenées à se confronter de plus en plus. Des consensus tendent à se dégager entre aménageurs et représentants agricoles sur le rôle central de l'agriculture mais de profondes tensions et

incompréhensions subsistent. Les méthodes et outils pour appuyer les intérêts des instances agricoles apparaissent relativement pauvres et limités comparativement à ceux dont disposent les urbanistes. La production d'indicateurs pour appuyer ces négociations apparaît nécessaire.

2.3. Des besoins en méthodes et outils pour quantifier, spatialiser et qualifier la perte d'un « patrimoine agricole »

La lutte contre l'étalement urbain est devenue une priorité de l'action publique. Avec la montée en puissance des préoccupations liées à la durabilité du développement des territoires, la préservation des sols devient un enjeu stratégique. « *La montée de la demande en ressources renouvelables produites biologiquement renforce la nécessité collective de protéger les surfaces fertiles* » (Cheverry et al., 2009). Pour défendre l'intérêt de prendre en compte la valeur patrimoniale des terres en termes de capacité productive et consolider leurs arguments, les acteurs institutionnels du monde agricole expriment des besoins forts en méthodes et outils, faisant appel au traitement de l'information spatiale.

2.3.1. L'évolution récente des textes de lois en faveur d'une utilisation rationnelle de l'espace

Les conclusions du Grenelle 1 de l'environnement affichent la volonté de promouvoir « *une utilisation rationnelle de l'espace* » par les outils de planification urbaine. Par la circulaire du 27 mai 2008, il est demandé au préfet d'évaluer « *la prise en compte effective par les SCoT existants des objectifs de consommation maîtrisée de l'espace* » avec la nécessité d'engager un « *travail de sensibilisation et d'accompagnement des communes et des intercommunalités* ».

Dans l'exposé des motifs de la loi du 27 juillet 2010 de modernisation de l'agriculture et de la pêche, on peut lire qu'« *afin d'assurer sa pérennité, il est important d'assurer le développement durable de l'agriculture, de la forêt et des territoires, et de préserver le capital de production de l'agriculture, notamment le foncier agricole. En effet, l'enjeu de sa préservation est crucial, d'autant plus que le rythme annuel de consommation des terres agricoles s'accélère. Il a plus que doublé depuis les années soixante, passant de 35 000 hectares de terres agricoles consommés chaque année, à 75 000. Il devient urgent de mettre en œuvre une véritable politique de préservation du foncier agricole en France, en se fixant comme objectif de réduire de moitié le rythme de consommation des terres agricoles d'ici 2020* ». Un des dispositifs établis par cette loi modifie l'article L112-1 du code rural et déclare, en le créant, que « *l'Observatoire de la consommation des espaces agricoles élabore des outils pertinents pour mesurer le changement de destination des espaces agricoles et homologue des indicateurs d'évolution* ». Des plans régionaux d'agriculture durable et des commissions départementales de la consommation des espaces agricoles sont également créés. La taxation des plus values générées par la vente de terres destinées à la construction a été adoptée en mars 2010. Enfin, la loi du Grenelle 2, adoptée le 12 juillet 2010, précise, dans ses dispositions relatives à l'urbanisme, de nouveaux dispositifs destinés à freiner la consommation des terres agricoles tels le renforcement des SCoT ou la possibilité d'établir des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) intercommunaux.

2.3.2. Des impératifs de préservation d'un « patrimoine agricole »

La flambée du cours des matières premières se produit au moment même où une crise alimentaire est annoncée d'ici 2050 (ONU, 2008). Les États développent désormais des

stratégies de réduction de la **dépendance énergétique** et se préparent aux défis de « l'après pétrole ». Par ailleurs, la **demande alimentaire** mondiale croît. Une réglementation plus rigoureuse pour les terres agricoles de haute potentialité agronomique se met en place et relance l'intérêt des acteurs publics vis-à-vis des capacités de production nationale pour les produits stratégiques, telles les grandes cultures⁶⁴. Ce mouvement est d'autant plus important que la crise énergétique conduit à une prise de conscience de la nécessité d'une production régionale plus artisanale et plus identitaire. Il s'inscrit ainsi dans une perspective de durabilité.

« *La définition du développement durable accorde une place privilégiée à la notion de patrimoine naturel, ensemble des ressources renouvelables et non-renouvelables que chaque génération se doit de transmettre* » (Cadène In Lévy et Lussault, 2003). Cela nécessite de « *combiner deux échelles temporelles, celle du court terme des besoins humains et celle du long terme des cycles naturels de reproduction* » (Lascoumes cité par D'Orazio, 2002). La loi Grenelle 2 consacre un large volet à la préservation et à la surveillance d'un patrimoine naturel. « *Les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, la qualité de l'air, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres biologiques auxquels ils participent font partie du patrimoine commun de la nation. Leur protection, leur mise en valeur, leur restauration, leur remise en état et leur gestion sont d'intérêt général et concourent à l'objectif de développement durable (...)* »⁶⁵. En revanche, aucune mention n'est portée à la notion de patrimoine agronomique. Avec la mise en place des PLU en 2000, la loi SRU a fait inscrire dans le Code de l'Urbanisme la dimension de **potentiel agronomique** mais ne le définit pas précisément. « *Peuvent être classés en zone agricole les secteurs de la commune, équipés ou non, à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles* » (DDAF 34, 2005).

La notion de **patrimoine productif** peut être définie comme une partie de l'héritage résultant des choix de mise en valeur agricole par un individu, un groupe social ou une société à un moment donné et méritant « *d'être transmis du passé, pour trouver une valeur dans le présent* ». (Lazzarotti, 2003 in Lévy et Lussault, 2003). Il dépend d'un ensemble d'éléments (naturels, économiques, écologiques, paysagers, etc.). Le **patrimoine agronomique des sols** dépend de la qualité intrinsèque des sols liée à leurs caractéristiques pédologiques, celle-ci détermine leur potentialité productive en fonction d'un type de culture spécifique. Il s'agit donc des sols méritant d'être transmis du passé pour trouver une valeur - dans le présent - de potentiel de production pour l'avenir. En d'autres termes, le patrimoine agronomique est « *valorisable pour la production* ». Le terme « agronomique » se réfère à un savoir d'expert, à une culture d'ingénierie. Un patrimoine agricole, plus restrictif, est moins lié à un potentiel (agronomique) qu'à la réalité de pratiques effectives. Il est constitué par des faits, des aménagements, des savoirs, des savoir-faire, etc.

Paradoxalement, les zones agricoles les plus riches ne sont pas nécessairement celles qui sont les mieux défendues dans les documents d'urbanisme. La préservation d'un patrimoine agronomique est ainsi justifiée par la nécessité de mettre en place des circuits courts et de rapprocher les zones d'approvisionnement des consommateurs urbains. Cependant, sous couvert d'assurer la sécurité alimentaire, de fait, le modèle intensif de grandes cultures semble privilégié. La reconnaissance du caractère patrimonial des sols est désormais un enjeu stratégique fort des instances agricoles. Les moyens à disposition

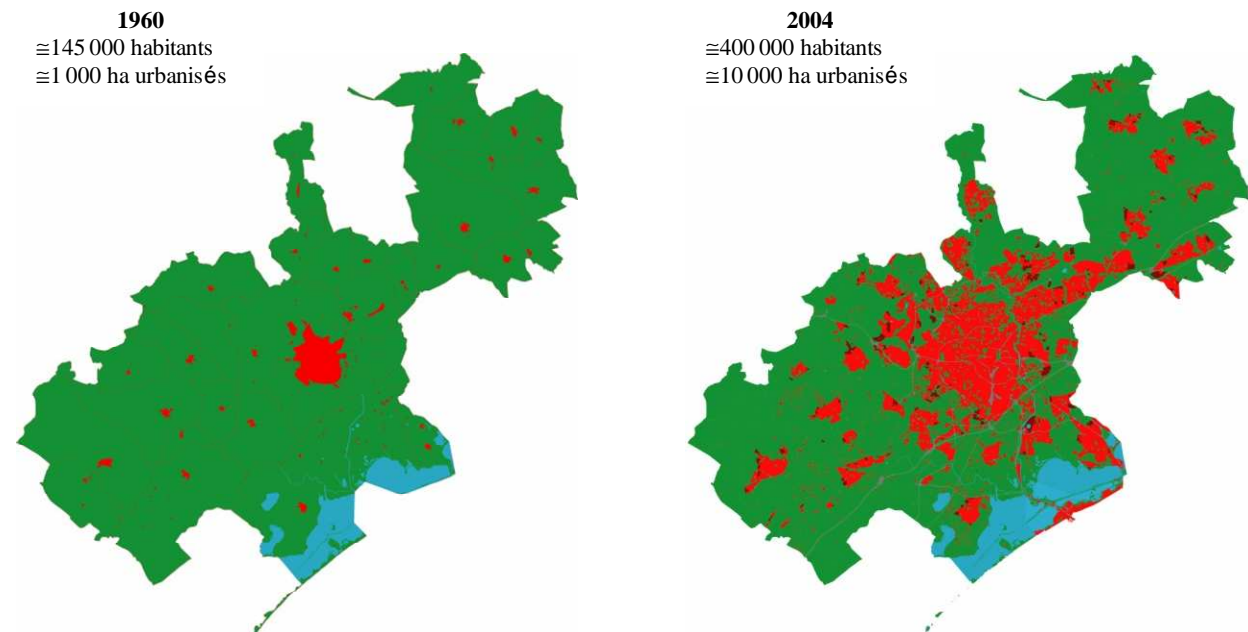
⁶⁴ Grandes cultures : cultures annuelles, semées et récoltées sur une année (céréales, oléagineux, protéagineux, pommes de terre et betteraves sucrières) et utilisées principalement pour les alimentations humaine et animale (Site Agreste).

⁶⁵ Article L110-1 modifié par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 253 du Code de l'Environnement.

(méthodes et outils) pour faire peser leurs intérêts dans les décisions d'urbanisme leur apparaissent largement insuffisants. Quelles sont, en effet, les méthodes d'analyse spatiale adaptées et généralisables qui permettent de disposer de données chiffrées et spatialisées, objectives, sur la perte de terres à la fois en surfaces et en qualité ? Les outils développés se confrontent généralement à des contraintes de disponibilité et d'hétérogénéité des données qui limitent les possibilités de reproductibilité. En outre, ils sont principalement conçus au travers des approches urbanistiques, considérant l'espace rural en termes de réserve potentielle de terres à bâtir.

2.3.3. La commande de la DRAAF Languedoc-Roussillon

Depuis trois décennies, la pression démographique en **Languedoc-Roussillon** se traduit par une urbanisation rapide et mal maîtrisée de la plaine littorale, notamment sur les terres les plus productives de la région. Les constructions pavillonnaires, l'implantation d'infrastructures, le développement de zones d'activités économiques qui accompagnent la croissance démographique soumettent le foncier à une pression importante. En 40 ans, la population de la Communauté d'Agglomération de Montpellier a été multipliée par deux et la surface couverte par les espaces urbanisés par dix (Cf. Carte n°1).



Carte 1 : Évolution de la population et des espaces urbanisés de l'agglomération de Montpellier (Source : CAM)

Les crises viticoles successives et les politiques d'arrachage et de reconversion qui les ont accompagnées ont fragilisé l'activité agricole. L'installation agricole devient de plus en plus difficile en zone périurbaine sans disposer d'un patrimoine familial ou d'une ressource financière extra-agricole (Tribout, 2006). Une forte spéculation foncière joue à proximité des pôles urbains de la région. La majeure partie des friches issues de l'arrachage de la vigne à proximité des zones urbaines est vendue et urbanisée. Le solde est consacré à des activités de reconversion agricole ou à la replantation en vignoble de qualité (Jarrige et al., 2009). Cette dynamique, jugée marginale à l'échelle locale, prend une autre ampleur à l'échelle régionale.

La perte de ce patrimoine agronomique stratégique préoccupe les institutions et acteurs du monde agricole qui craignent que la disparition de terres agricoles soit irréversible. C'est le cas de la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt du

Languedoc-Roussillon qui a commandité une étude dont l'objectif est de produire une méthode objective de quantification et de qualification de la consommation des terres par l'artificialisation. Les instances régionales et départementales agricoles expriment un besoin en outils d'aide à la décision à la fois pour sensibiliser à la perte d'un patrimoine agronomique et conforter (objectiver et légitimer) le discours de leurs agents dans les démarches de planification.

Pour les acteurs du secteur agricole, l'enjeu, au-delà de la réglementation, semble être de convaincre, non seulement les élus mais l'ensemble de la société, de l'intérêt de préserver à long terme, et dans chaque commune, les sols de meilleures potentialités productives, même s'ils ne trouvent pas à court terme de preneur agricole pour les valoriser et les entretenir. Nous sommes ici dans une logique de préservation d'un outil de production des exploitations existantes et de précaution à moyen terme. L'activité agricole est considérée dans sa fonction créatrice de valeur ajoutée et d'emplois (directs ou induits) sur des territoires, aux plus forts taux de chômage français⁶⁶.

⁶⁶ En 2010, le taux de chômage en Languedoc-Roussillon était de 12,8 %, soit le plus fort taux des régions françaises juste après celui de la région Nord-Pas-De-Calais (13 %), la moyenne pour la France Métropolitaine était de 9,3 % (Site INSEE).

Synthèse du chapitre 2

Les questions foncières liées à la gestion des espaces agricoles en zone périurbaine sont éminemment complexes du fait de la multiplicité des acteurs et intérêts en jeu. La prise en compte de l'activité agricole dans les politiques de planification tient souvent plus à la considération des aménités (paysagères, récréatives, environnementales) qu'elle procure aux populations urbaines qu'à sa fonction productive. Dans le cadre de la mise en œuvre de systèmes urbains durables, la question du maintien de l'agriculture est désormais au cœur des négociations de gouvernance territoriale. Les points de vue s'opposent. Certains défendent la spécialisation de zones productives, d'autres envisagent plutôt l'intégration des espaces agricoles dans le fonctionnement des systèmes urbains.

Le maintien d'espaces agricoles périurbains semble aujourd'hui reposer dans la capacité des projets d'aménagement urbain à s'inscrire dans un processus de concertation réunissant tous les acteurs (acteurs agricoles, élus, aménageurs, associations de défense de la nature ou du cadre de vie, etc.) (Jarrige, 2004 ; Serrano, 2008). Pour appuyer ces processus de négociation, les instances agricoles ont besoin d'indicateurs qui permettent de consolider les débats et d'aider à identifier et objectiver les enjeux prioritaires liés à la gestion des espaces agricoles pour les décennies à venir. Dans un paysage institutionnel en perpétuelle évolution, il faut trouver les méthodes et outils adaptés pour guider l'action. C'est tout l'enjeu de la construction d'instruments de mesure d'aide à la décision qui doivent aider à poser les bonnes questions pour répondre aux enjeux de gouvernance des territoires.

CHAPITRE 3. UN CONTEXTE DE RENOUVELLEMENT DES INDICATEURS POUR ACCOMPAGNER LES DISPOSITIFS DE GOUVERNANCE TERRITORIALE

« L'intégration des différentes dimensions du développement durable, l'ouverture vers le futur et l'articulation des échelles spatiales, imposent de renouveler l'expertise territoriale et d'inventer de nouveaux outils de mesure. Or, si les initiatives se multiplient depuis Rio, il n'y a, à ce jour, pas de cadre acceptable et partagé sur ce sujet » (Lazzeri, 2006)

Depuis une cinquantaine d'années, l'utilisation d'indicateurs s'est généralisée, tant dans le monde de la recherche et des politiques publiques que de la société civile. Les démarches de production de batteries d'Indicateurs de Développement Durable, à tous les niveaux (international, national, local), se sont multipliées pour mesurer et suivre le développement des territoires et évaluer la performance des politiques mises en œuvre dans ce sens. Avec le renforcement des lois de décentralisation, ils sont désormais des outils d'analyse et de suivi indispensables pour accompagner les dispositifs de gouvernance territoriale. En parallèle, la diffusion de l'information spatiale a permis la production d'indicateurs géographiques pour appuyer la décision en matière de planification urbaine.

La traduction de listes d'indicateurs sectoriels et génériques à un niveau local a fait apparaître les limites de tels outils, en termes de légitimité et d'opérationnalité notamment. On assiste à une évolution récente des pratiques vers des démarches d'élaboration d'indicateurs spécifiques aux enjeux locaux privilégiant des approches plus intégrées et concertées. Cependant, les difficultés liées à leur applicabilité demeurent nombreuses, ils présentent souvent des contraintes de reproductibilité à d'autres contextes territoriaux et à des échelons élargis. De plus, on peut regretter le peu d'innovation dans l'emploi de l'information géographique à un niveau institutionnel. Cet emploi se limite généralement à des objectifs de localisation ou de suivi des changements d'occupation du sol dans le temps.

3.1. Éléments de définition

3.1.1. Une synthèse chiffrée à valeur informative

Le terme « indicateur » est polysémique, il se traduit par différentes approches et définitions en fonction des contextes d'utilisation. Dans les dictionnaires généralistes, l'indicateur est défini étymologiquement au travers de sa fonction indicatrice « *qui porte une indication, qui apporte une information* » (Encyclopédie Universalis, 2009). L'indicateur permet de pointer du doigt un problème et de le mettre en perspective (Cf. Figure n°17).



Source : Chéry, 2006

Figure 17 : L'indicateur, une fonction indicatrice

Le terme se décline différemment en fonction des domaines d'utilisation (langage courant, économie, statistique, etc.). On retrouve souvent dans la littérature scientifique la définition donnée par l'OCDE (1993) selon laquelle un indicateur est « *un paramètre, ou une valeur dérivée de paramètres, qui indique, fournit une information, décrit l'état d'un phénomène, d'un environnement, d'une zone, avec une signification qui s'étend au-delà de ce qui est directement associé à la valeur du paramètre* ». La qualité première d'un indicateur est sa capacité à rendre compte de façon concise de phénomènes complexes. Il a une fonction de **simplification** et de **quantification** de la réalité pour la rendre compréhensible auprès d'un public ciblé. « *Un indicateur est une interprétation empirique de la réalité dans le but d'informer* » (Rondier, 2007).

3.1.2. Indicateurs, variables et indices : des acceptions qui diffèrent

La notion d'indicateur est souvent confondue avec celle de **variable**. Lussault (in Lévy et Lussault, 2003) s'attache précisément à différencier les deux termes. Tous deux utilisent le même outillage de mesure, c'est-à-dire l'univers du traitement quantitatif des données. Cependant dans le cas de la variable, son existence « *ne présuppose pas de relation avec un corps théorique* », elle se limite à un simple usage des techniques statistiques (classement, étalonnage, corrélation, hiérarchisation, indépendance, etc.). C'est lorsque les traitements statistiques prennent sens en répondant à une question scientifique que l'on peut parler d'indicateur. « *Un indicateur est une variable dont certaines valeurs sont significatives d'un état d'un phénomène. Le propre d'un indicateur est d'être signifiant, c'est-à-dire de donner un sens à un phénomène* » (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2006).

Les **indices** (indicateurs composites ou synthétiques) sont une proposition de simplification des indicateurs. « *La plupart des indicateurs utilisés dans le cadre des politiques publiques sont des indices : c'est le cas du Produit Intérieur Brut, de l'indice des*

prix à la consommation, des indices boursiers comme le Dow-Jones et de l'Indice de Développement Humain » (Boulanger, 2004). Un indice se construit en agrégeant⁶⁷, par pondération, d'autres indicateurs qu'il résume. La figure n°18, présente les différents niveaux d'**agrégation** qui conduisent à la production d'indices, les « données analysées » peuvent être assimilées à la notion de variable.

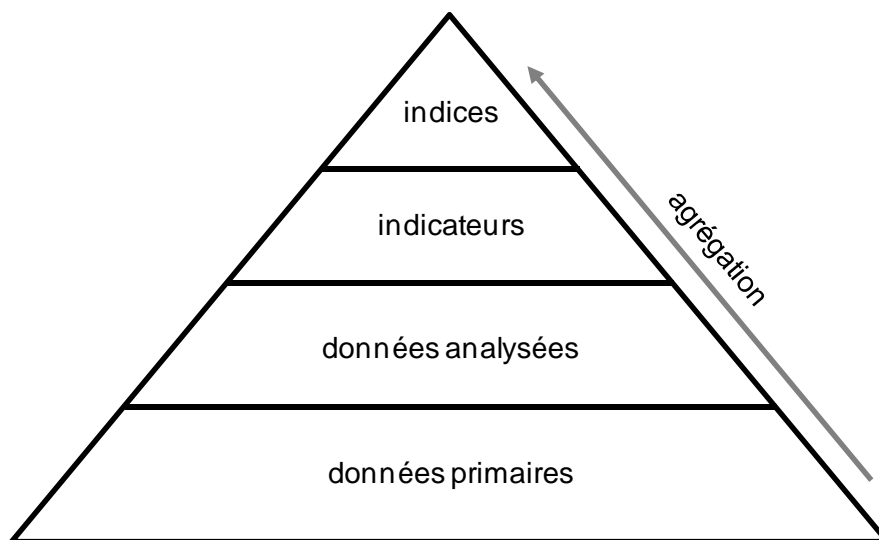


Figure 18 : Triangle d'agrégation (Source : Bauler et Zaccai, 2004)

L'utilisation d'indices doit faciliter la compréhension et l'interprétation d'un phénomène donné pour le public (Tanguay et al., 2009). Mais cette visée simplificatrice du calcul d'indices est souvent critiquée. « *L'indice appauvrit et réduit la complexité dans des perspectives réductionnistes ; il fait référence à une notion de classement et impose des normes de ce qui doit être ; il est souvent surdéterminé par le modèle implicite, la représentation, de ceux qui le calculent* ». Le PIB constitue actuellement l'indice de référence pour évaluer les performances économiques et le progrès social d'un pays. En 2008, les conclusions du rapport Stiglitz⁶⁸ démontrent que ce type d'indice offre une vision réductrice du bien-être sociétal, basée sur la mesure de statistiques des réalités socio-économiques qui ne correspondent pas nécessairement à la perception qu'ont les citoyens de ces mêmes réalités.

Les sources bibliographiques qui font référence (Bockstaller, 2008 ; OCDE, 1993 ; IFEN, 1997 ; AEE, 1995 ; etc.) s'accordent autour de trois spécificités permettant de caractériser un indicateur. Il constitue à la fois le **produit d'un modèle, une synthèse explicite de l'information, un outil de communication et d'aide à la décision**. « *Un indicateur doit permettre de communiquer des informations aux décideurs politiques ou au grand public, de partager des connaissances, de construire un consensus, une vision commune à tous les acteurs, sur l'état initial d'une situation donnée, sur les actions collectives à engager et les objectifs à fixer pour améliorer cette situation* » (Pingault, 2007). Dans un souci de communication, la production d'indicateurs devient ainsi un **enjeu**

⁶⁷ « *La question de l'agrégation renvoie à celle du nombre d'indicateurs (...) qui répond à un choix du concepteur, en fonction de ce qu'il veut représenter et communiquer* » (Bauler et Zaccai, 2004). Tanguay et al. (2009) distinguent trois niveaux d'agrégation : spatial (ex : passage d'une échelle spatiale régionale à une échelle nationale), temporel (ex : passage d'un intervalle mensuel à un intervalle annuel) et thématique.

⁶⁸ Stiglitz et al., 2008. Rapport de la Commission pour la Mesure des Performances Économiques et du Progrès Social élaboré pour déterminer les limites du PIB.

démocratique. Ils sont « *susceptibles d'enrichir le débat public à toutes les échelles de pouvoir* » (Degron, 2010).

En 1992, avec l'officialisation de la notion de développement durable au sommet de Rio, on voit affirmée « *la nécessité de disposer d'une information quantitative pour mesurer les progrès vers la voie de la durabilité* » (Bovar et al., 2008). Dès lors, les grilles et tableaux de bord d'Indicateurs de Développement Durable (IDD) se sont généralisés (Zuinten, 2004 ; Eurostat, 2005 ; Lavoux, 2006 cités par Rey-Valette et al., 2006).

3.2. Généralisation des Indicateurs de Développement Durable

On distingue généralement deux types de démarches associées à deux grandes catégories d'usages (Levarlet, 1999 ; Rey-Valette et al., 2008 ; Chamaret et al., 2006). **Les démarches Top-Down** consistent à partir de l'offre d'indicateurs pour générer une demande. Ce sont des démarches de production d'indicateurs génériques normatives (les indicateurs sont définis dans l'absolu) qui répondent à un usage d'ordre règlementaire et s'appliquent généralement dans le cadre des politiques publiques. **Les démarches Bottom-Up** consistent à partir de la demande en indicateurs. Ce sont des démarches plutôt procédurales (les indicateurs sont construits par les acteurs) partant d'une demande sectorielle, territoriale ou de certification de production d'indicateurs adaptés aux enjeux spécifiques d'un territoire. Elles concernent donc des usages volontaires et sont généralement issues d'initiatives décentralisées.

3.2.1. Des démarches de production de listes d'indicateurs génériques...

Les organisations internationales (OCDE, ONU), européennes (Eurostat, AEE) ou nationales (IFEN⁶⁹, DATAR en France) ont pris en charge la production et la diffusion régulière de listes d'indicateurs génériques. La Commission de Développement d'Indicateurs du Développement Durable de l'ONU a initié ce type de démarche en proposant en 1996 une première liste de 134 IDD (réduite à 59 indicateurs dits fondamentaux en 2000) (Roussel, 2007). S'inspirant de ces travaux, les instances européennes et nationales ont décliné leurs propres listes d'IDD, progressivement réduites par grandes thématiques et reliées aux priorités des Stratégies de Développement Durable. Au niveau européen, Eurostat a en charge leur élaboration, en concertation avec les États. En 2005, 155 indicateurs européens de développement durable, dont 12 indicateurs clés, ont été proposés (Cf. Tableau n°3). La révision de la SEDD⁷⁰, en 2006, a été assortie d'un processus d'évaluation et de suivi dont les acteurs doivent désormais faire partie intégrante.

⁶⁹ Institut Français de l'ENvironnement

⁷⁰ Stratégie Européenne de Développement Durable

	Indicateurs phares de la SNDD	Indicateurs européens de développement durable	INDD
1	Taux de croissance du PIB par habitant	Thème 1 : <i>Taux de croissance du PIB par habitant.</i>	INDD n°I.1
2	Emissions totales de gaz à effet de serre	Thème 5 : <i>Total des émissions de gaz à effet de serre.</i>	INDD n°VI.1
3	Part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie primaire	Thème 5 : <i>Consommation intérieure brute d'énergie par combustible. Part des sources d'énergie renouvelable, par source (IEDD de rang 3).</i>	INDD n°VI.2
4	Consommation d'énergie totale des transports	Thème 8 : <i>Consommation d'énergie des transports et PIB à prix constants.</i>	INDD n°VIII.8
5	Quantité de déchets municipaux collectés	Thème 6 : <i>Consommation intérieure de matières et PIB à prix constants. Déchets ménagers collectés par habitant (IEDD de rang 2).</i>	INDD n°VIII.9
6	Indice d'abondance des populations d'oiseaux communs	Thème 7 : <i>Evolution de la population d'oiseaux des champs.</i>	INDD n°VII.7
7	Prises de poissons au-dessus des seuils de précaution	Thème 7 : <i>Prises de poissons sur les stocks en dehors des « limites biologiques de sécurité ».</i>	INDD n°VII.3
8	Espérance de vie en bonne santé	Thème 4 : <i>Espérance de vie en bonne santé à la naissance, par sexe.</i>	INDD n°XI.8
9	Part des ménages sous le seuil de pauvreté (taux de pauvreté monétaire après transferts sociaux)	Thème 2 : <i>Taux de risque de pauvreté après transferts sociaux.</i>	INDD n°X.1b
10	Taux de dépendance vieillesse	Thème 3 : <i>Taux de dépendance vieillesse actuel et projeté.</i>	INDD n°X.7
11	Aide publique au développement	Thème 10 : <i>Aide publique au développement en pourcentage du revenu national brut.</i>	INDD n°V.15
12	Disponibilité de l'administration en ligne	Thème 9 : <i>Niveau de confiance des citoyens dans les institutions de l'UE. Participation électorale aux élections législatives nationales (IEDD de rang 2). Disponibilité de l'administration en ligne (IEDD rang 3).</i>	
<p><i>NB : Signification des sigles employés dans ce tableau :</i> <i>INDD : indicateurs nationaux de développement durable, cf. tableau 5 ci-dessous.</i> <i>SNDD : stratégie nationale de développement durable.</i> <i>IEDD : indicateurs européens de développement durable (en italique les indicateurs clés) - cf. page 27</i></p> <p>Sources : Ayong le Kama (2004) pour les INDD et Eurostat, (2005) pour les IEDD.</p>			

Tableau 3 : Exemple des 12 indicateurs phares de la SNDD mis en correspondance avec les indicateurs européens (Source : Pingault et Préau., 2007)

En France, la SNDD⁷¹, adoptée en 2003, prévoit l'élaboration d'un rapport triennal présentant les indicateurs nationaux du développement durable. En 2004, une liste de 45 IDD a été diffusée, puis réactualisée en 2006 par une sélection de 12 indicateurs phares.

Concernant les démarches *Top-Down*, Rey-Valette et al. (2008) relèvent un manque d'adaptation des indicateurs pour traduire les réalités locales. Ce type d'initiative est donc souvent voué à l'échec. Les listes d'indicateurs sont peu utilisées, par manque de légitimité sociale et d'application (Chamaret et al., 2006). Outre l'effet répulsif de listes souvent redondantes dans l'information qu'elles livrent (Lavoux, 2006), ces indicateurs ne proposent généralement qu'une approche sectorielle, avec un classement thématique par pilier du développement durable (social, environnemental, économique) et un poids majoritaire pour l'environnement (Deprez et Bourcier, 2003). Plus que de véritables outils d'évaluation de la durabilité du système actuel, ces indicateurs apparaissent souvent trop généraux pour cerner de façon pertinente une problématique de développement durable à une échelle locale.

⁷¹ Stratégie Nationale de Développement Durable

On constate cependant, depuis une dizaine d'années, une volonté de contraction des listes d'indicateurs pour les rendre davantage opérationnelles. Les méthodes s'orientent vers des visions plus intégrées. Elles suivent la nouvelle logique des documents stratégiques qui d'une présentation structurée en « piliers » bien distincts, est passée à une présentation par enjeux. Ces enjeux mettent davantage en avant les interactions entre les dimensions écologique, économique et sociale du développement durable, désormais structurées autour du concept de gouvernance (Pingault et Préault, 2007). Les démarches de l'IFEN et d'Eurostat qui travaillent sur une dizaine d'IDD phares vont dans ce sens (Lavoux, 2006).

Les approches se sont également progressivement attachées à proposer des indicateurs pouvant être traduits à des échelons territoriaux plus fins. Depuis 2003, l'ARPE⁷² a décliné territorialement des indicateurs nationaux en les adaptant aux problématiques locales (Bovar et al., 2008). Dans le cadre de la révision de la SNDD, la DATAR et le Commissariat général au développement durable ont proposé, en 2010, la mise à disposition d'une quarantaine d'Indicateurs Territoriaux de Développement Durable (ITDD) déclinés selon 8 grandes thématiques⁷³, destinés à « suivre les résultats de l'action publique en faveur du développement durable dans les territoires à des niveaux de décision emboîtés » (Bovar et Nirascou, 2010). Ce référentiel vise à permettre une déclinaison des Stratégies Européennes et Nationales de Développement Durable adaptée au contexte des territoires. Le tableau n°4 en présente quelques uns.

Thème	Indicateur	Source	Niveau géographique
1. Société de la connaissance et développement économique et social	R 1.1 : Potentiel de développement	Insee, RP	zone d'emploi
	R 1.2 : Évolution du PIB par habitant	Insee	région
	R 1.3 : Dépenses de R&D rapportées au PIB	DEPP-Insee, enquête R&D	zone d'emploi
	R 1.4 : Part des emplois appartenant à des établissements ou des entreprises contrôlées par l'étranger	DGCIS	zone d'emploi
	R 1.5 : Taux de création et de survie à 5 ans des entreprises.	Insee, Sirene	zone d'emploi
	R 1.7 : Évolution du niveau de qualification des jeunes (15-29 ans)	Insee, RP	zone d'emploi
	R 1.6 : Taux d'emploi	Insee, RP	zone d'emploi
2. Consommation et production durables	R 2.2 : Prélèvements en eau par usages	SOeS d'après agences de l'Eau	département
	R 2.1 : Production de granulats par habitant	SOeS d'après Unicem	département
	R 2.3 : Part de l'agriculture biologique dans la surface agricole utilisée	MAP-agence Bio	département
	R 2.4 : Évolution de la quantité de déchets ménagers collectés par habitant	SOeS d'après Ademe	département
	R 2.5 : Taux de valorisation des déchets ménagers et assimilés	SOeS d'après Ademe	département

Tableau 4 : Extrait de la liste des indicateurs retenus dans le cadre du projet ITDD (Source : SOeS-Datar-Cemagref, 2009 in Bovar et Nirascou, 2010)

Les démarches *Top-Down* et *Bottom-Up* apparaissent complémentaires (Lazzeri et Moustier, 2006) et donc toutes les deux nécessaires. L'évolution des méthodes de production d'indicateurs a conduit à une prise de conscience de la nécessité de produire à la fois des indicateurs globaux et des indicateurs locaux, dont les fonctions diffèrent. Les premiers permettent d'alimenter les études comparatives sur le développement des territoires à un niveau général, les seconds sont indispensables pour appuyer la prise de décision dans une perspective de gestion des territoires à un niveau décentralisé.

⁷² Association Régionale Pour l'Environnement

⁷³ Ces IDDT sont mis à disposition, depuis 2010, sur le site de l'Observatoire des territoires de la DATAR www.territoires.gouv.fr.

3.2.2. ...aux démarches concertées de production d'indicateurs spécifiques aux enjeux de territoires locaux

En France, avec la mise en place du développement durable dans les politiques publiques, le domaine de l'aide à la décision s'est développé. Pour accompagner la mise en place des dispositifs de gestion décentralisée, les démarches concertées de production d'indicateurs de développement durable se sont multipliées. Ce type de démarche n'est pas nouveau, cependant il est relayé par les impératifs de **participation** et d'**intégration** (Cf. Introduction générale). Un colloque portant sur les usages des IDD, qui s'est tenu à Montpellier en 2006, témoigne de cette évolution en faveur des démarches concertées (Rey-Valette et al., 2008). On parle désormais de plus en plus de « diagnostics partagés » (Maurel et Roussillon, 2007 ; Desthieux, 2004 ; Roussel 2007). Dans ce cadre les indicateurs sont devenus des outils plurifonctionnels incontournables de l'aide à la décision.

3.2.1.1. La gouvernance territoriale comme ancrage du développement durable sur l'espace

En France, l'évolution de la société, depuis les années 1980, a conduit à remettre en cause le rôle régalien de l'État : il ne s'agit plus de réglementer mais de réguler. Les compétences en matière d'aménagement se sont progressivement décentralisées. Le principe de **gouvernance** a contribué à la montée en puissance du **territoire** entendu comme « *l'agencement de ressources matérielles et symboliques capables de structurer les conditions pratiques de l'existence d'un individu ou d'un collectif social et d'informer en retour cet individu et ce collectif sur sa propre identité* » (Debarbieux in Lévy et Lussault, 2003). La gouvernance constitue ainsi une nouvelle approche de la gestion des affaires publiques, non plus seulement monopolisée par le pouvoir étatique, mais devenue une affaire collective dans laquelle l'ensemble des acteurs représentatifs de la société doivent s'impliquer. En 1995, la Commission des Nations Unies sur la gouvernance mondiale consacre ces orientations en proposant la définition suivante « *La gouvernance est considérée comme l'ensemble des différents processus et méthodes à travers lesquels les individus et institutions, publiques et privées, gèrent leurs affaires communes* » (cité par Lardon et al., 2008). La conception de la hiérarchie doit donc être renversée pour laisser aux acteurs de la société civile la prise en mains de leur destin collectif et les possibilités de mettre en œuvre leurs compétences (Dubus et Masson-Vincent, 2010). « *L'action publique doit aujourd'hui être concertée entre divers partenaires à la légitimité et aux ressources différentes, les collectivités territoriales bien sûr, mais aussi les acteurs économiques et sociaux* » (Guigou, 2001).

Il s'agit désormais de favoriser la **gouvernance territoriale** (Pecqueur, 2002 ; Pasquier et al., 2007, Tonneau et al., 2009, etc.) « *processus non seulement de coordination des acteurs mais aussi d'appropriation des ressources et de construction de la territorialité* » (Leloup et al., 2005) en veillant à l'implication de l'ensemble des acteurs de la société (individuels ou collectifs, publics ou privés, etc.) dans la prise de décision. On parle de plus en plus de la notion de **projet** porté par les acteurs pour dépasser le principe de conformité à des normes et cadres à travers les efforts d'adaptabilité (Lardon et al., 2008). Cette vision idéale de la démocratie est censée permettre de résoudre les situations de conflit par la négociation et la discussion en amont. Pour répondre à ces objectifs de gestion collective des affaires communes à un niveau local, les dispositifs **d'aide à la décision** qui proposent des procédures et des outils pour améliorer l'utilisation de l'information (Joerin, 2008) se sont multipliés.

3.2.1.2. Les différents temps du processus décisionnel

La décision n'est pas limitée à un simple choix, elle s'inscrit désormais dans un processus à travers lequel elle est construite progressivement, de manière collective, en prenant en compte les différents points de vue (Isla, 2000). « *Les problèmes n'ont de solutions que dans des processus, processus qui amènent individus, société civile, institutions, entreprises et État à collaborer* » (Augusseau et al., 2011).

Le **cycle décisionnel** traduit les différents temps du projet qui ne sont pas linéaires. Simon (1965) différencie deux étapes principales dans le processus décisionnel, celle de la définition du problème (*setting*) et celle de sa résolution (*solving*), distinguant quatre grandes phases : une phase d'intelligence ou de prise de conscience (*problem setting process*), une phase de conception (ou de modélisation) et de recensement des alternatives (*problem solving process*), une phase de choix (*choice*) puis une phase d'analyse ou de révision (*review*). Joerin (2008) précise ces quatre phases par les grands temps qui jalonnent le processus décisionnel : l'observation, l'évaluation, le choix et l'action (Cf. Figure n°19). Il intègre également les notions de diagnostic et d'action en les replaçant dans le temps de la décision. L'auteur insiste sur le caractère itératif du processus.

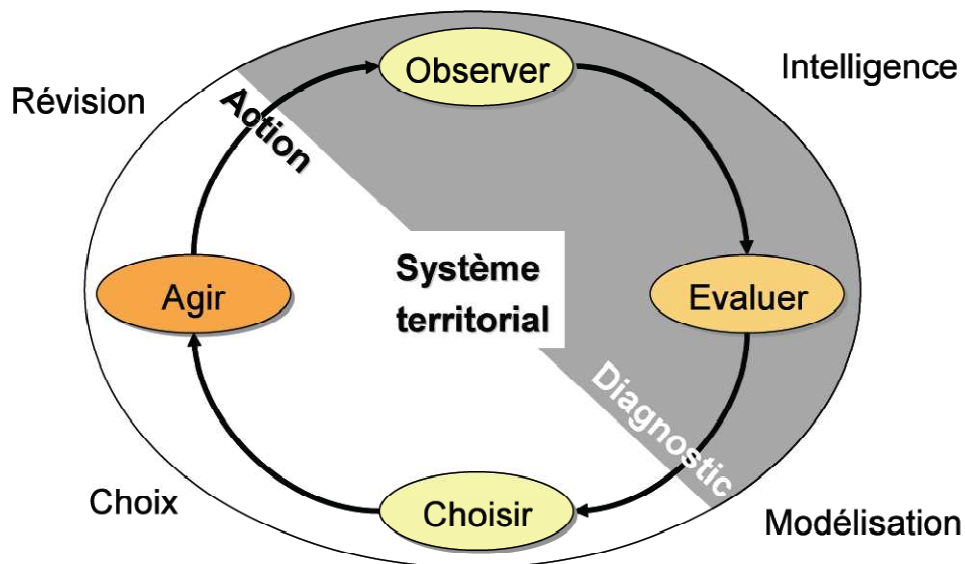


Figure 19 : Adaptation du modèle décisionnel proposé par Simon (1960) selon Joerin (2008)

L'une des questions que pose ce type de démarche concerne notamment le degré d'implication des acteurs. « *Les opérations de développement local, de planification régionale, la décentralisation sont autant de modèles de gestion pragmatiques, chemin faisant où les différents acteurs découvrent ou redécouvrent de nouvelles organisations sociales. Les solutions et les recettes n'existent pas. Elles se construisent au quotidien, au sein de cadre de concertation et de négociation* » (Tonneau, 2003). Les travaux de Maurel (2011) abordent la question par l'ajout au cycle de décision classique, deux dimensions traduisant la complexité du processus de participation : la **spirale démocratique** et l'**espace sémiotique**. La spirale démocratique permet d'illustrer la multiplicité des acteurs qui interviennent dans une démarche participative. Leur degré de pouvoirs et leur niveau d'implication varient de façon non linéaire selon les différents temps du cycle décisionnel (Cf. Figure n°20). L'espace sémiotique traduit différents niveaux d'appréhension et de restitution de l'information, qui peuvent être déclinés sur une échelle allant de l'opacité (espaces privés) à celui de la transparence (espaces publics), les espaces collaboratifs se situant à un niveau intermédiaire.

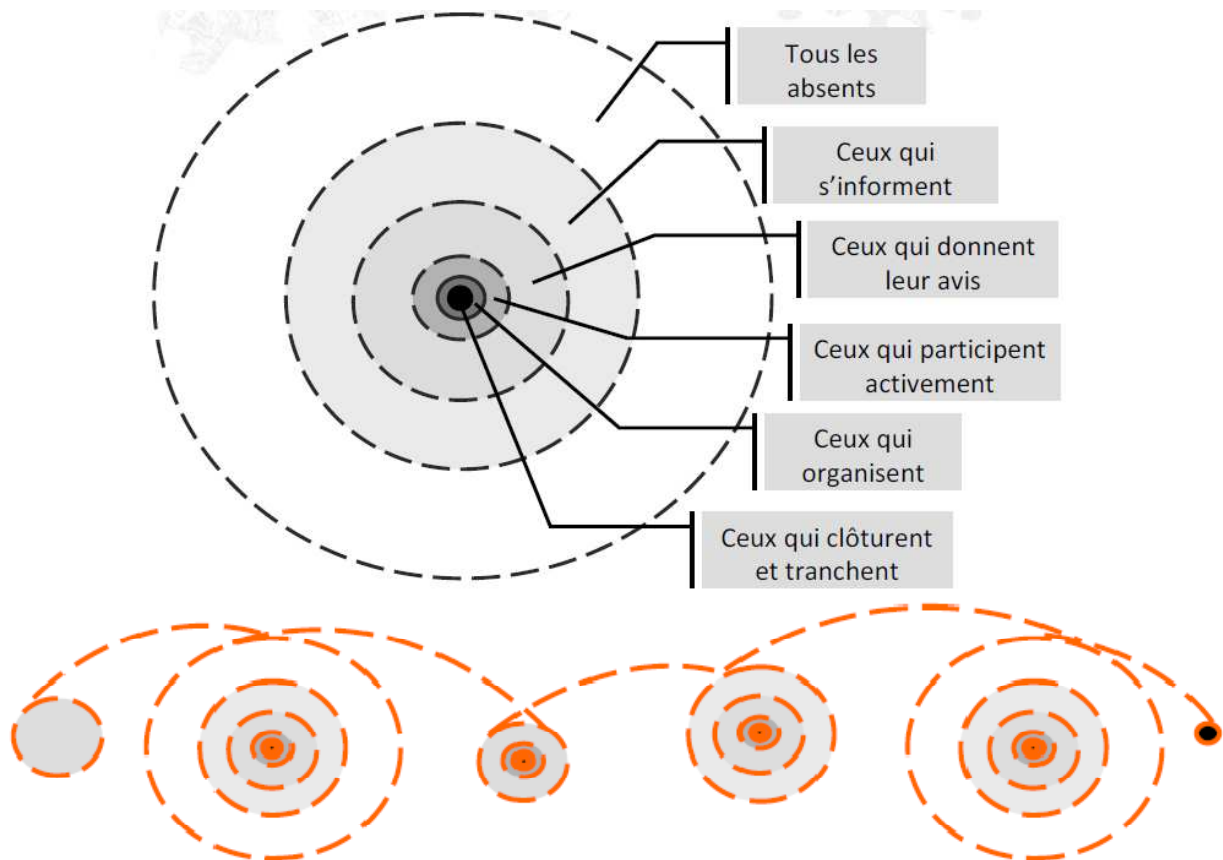


Figure 20 : La spirale de la démocratie selon Maurel (2011)

En fonction de leur place dans le processus décisionnel les indicateurs ont des fonctions différentes, de diagnostic ou d'évaluation. Joerin et Rondier (2007) différencient ainsi les indicateurs « révélateurs » des indicateurs « d'évaluation ». Les premiers permettent de décrire un phénomène et les seconds s'inscrivent plus directement dans un processus décisionnel.

3.2.2.3. Les indicateurs : des outils plurifonctionnels d'aide à la décision

Certains indicateurs aident à l'analyse d'une situation (à un instant T), d'un état préalable. Ils sont désormais largement utilisés pour constituer le **diagnostic de territoire**. La DATAR en propose la définition suivante « *le diagnostic de territoire est un état des lieux qui recense, sur un territoire déterminé, les problèmes, les forces et les faiblesses, les attentes des personnes, les enjeux économiques, environnementaux, sociaux, etc. Il fournit des explications sur l'évolution passée et des appréciations sur l'évolution future* ». Son objectif est de « *permettre l'appropriation par les acteurs de terrain d'une même vision de leur territoire et de son avenir* » (Lardon et al., 2005). Il a ainsi pour finalité de faire émerger la formulation d'un « projet de territoire » cohérent. Les indicateurs doivent fournir une information synthétique clé sur des thématiques retenues comme pertinentes pour l'étude du territoire. En participant non seulement au bilan, mais aussi à la compréhension d'un phénomène, ils vont pouvoir aider à la définition du problème. Celle-ci se construit souvent par la formalisation du décalage entre une situation perçue, vécue et une situation projetée (Rondier, 2007).

Une fois le problème défini, il reste à fixer des objectifs à atteindre et à les mesurer afin de proposer différentes variantes d'actions possibles. Les indicateurs sont alors mobilisés pour devenir des outils de suivi de l'action, ce sont les indicateurs d'**évaluation** (de **suiti** ou de **performance**). Ils sont toujours définis en référence à des objectifs préalablement fixés. La confrontation des valeurs prises par un indicateur avec l'objectif correspondant permet de porter un jugement sur l'efficacité d'une action. L'**évaluation territoriale** est entendue comme « *un projet de connaissance géographique qui, prenant pour objet un territoire quelconque (lieu ou ensemble de lieux), vise à apprécier globalement sa performance, à définir les points clés de son ou ses systèmes et de sa situation, à simuler ses possibilités d'évolution sous des conditions définies, pour lui-même et par rapport à d'autres espaces de référence* » (Eckert, 1996 cité par Casanova, 2007).

L'évaluation prend une place institutionnelle de plus en plus importante. Certains parlent de « modernité réflexive » (Beck, 2001 cité par Goxe et al., 2006) ou de « réflexivité institutionnelle » (Giddens, 2004 cité par Goxe et al., 2006) pour témoigner de ce tournant inédit de nos sociétés. « *Il ne suffit plus dévaluer les résultats mais bien les processus et l'esprit des politiques qui se doivent d'être à la fois intégrées et concertées* » (Rey-Valette et Roussel, 2006). L'évaluation pose la question de la mesure du développement durable. Comment déterminer que les politiques publiques vont dans le bon sens, celui de la durabilité ? Goxe et al. (2006) distinguent, en ce sens, trois formes d'évaluation au niveau territorial : l'évaluation des programmes d'actions publiques se réclamant du développement durable (Agenda 21, etc.) ; l'évaluation « au regard » du développement durable des politiques publiques ; l'évaluation du développement durable du territoire considéré. Garabé en 1994 retient quatre grands critères pour préciser les registres de l'évaluation : l'efficacité, l'efficience, la cohérence et la pertinence. Ceux-ci sont fondés sur des jugements de valeur et peuvent donc être remis en cause. La définition précise des critères d'évaluation et des enjeux qu'ils prétendent évaluer s'impose, gage de la légitimité de la démarche évaluative.

Les démarches *Top-Down* et *Bottom-Up* présentent toutes les deux leurs limites. Si les premières manquent souvent de légitimité sociale et d'opérationnalité, les secondes manquent de « transférabilité » (Chamaret et al., 2006). Concernant les démarches *Bottom-Up*, Rey-Valette et al. (2008) relèvent des problèmes de légitimité des indicateurs (par des parties prenantes qui n'ont pas été associées dans le processus de co-construction) et de « transférabilité » des méthodes à d'autres territoires d'étude (qui limitent les possibilités de comparabilité des résultats entre territoires). Cependant, des efforts récents de mutualisation des différentes expériences, pour construire des référentiels partagés, sont entrepris. Le CETE-Méditerranée et le Certu ont par exemple proposé, en 2007, une méthode qui se veut reproductible pour définir des indicateurs de diagnostic environnemental et évaluer les SCoT au regard des principes de développement durable (CETE-Méditerranée et Certu, 2007).

La multiplication des initiatives de construction d'indicateurs à toutes les échelles de territoire se caractérise par une grande hétérogénéité et une absence de fondement théorique clair et pose avant tout la question du choix de l'échelon d'action adéquat et de l'articulation des niveaux d'analyse.

3.3. Les enjeux des démarches de production d'indicateurs

Comme le soulignent, à juste titre, Deprez et Bourcier (2004) « *La réflexion sur les indicateurs de développement durable est un fait récent, une pratique encore hésitante autour de laquelle il n'existe à ce jour pas de véritable consensus et encore moins de méthode encore formellement établie ou de canevas universellement reconnu permettant leur plus large utilisation* ». Les limites à leur opérationnalité (applicabilité, appropriation, fiabilité, reproductibilité, etc.) et la difficulté de proposer des approches intégrées et concertées demeurent nombreuses. La diffusion généralisée de l'information géographique et les progrès, sans cesse renouvelés dans le domaine de la géomatique, obligent à envisager des méthodes adaptées pour accompagner les acteurs dans la mobilisation de l'information spatiale pour la production d'indicateurs spatialisés et spatiaux au service de la décision.

3.3.1. Des tensions entre fiabilité scientifique et représentations des acteurs

L'un des enjeux de la production d'indicateurs consiste à définir des critères de mesure et d'évaluation qui fassent consensus. Si l'on se réfère aux travaux de l'OCDE (1997), la qualité d'un indicateur fait appel à trois notions : **la pertinence, la fiabilité** scientifique et **l'opérationnalité**. S'appuyant sur ces trois dimensions, Pingault et Préault (2007) proposent une déclinaison de la notion de pertinence qui se mesure à trois reprises lors l'élaboration d'un indicateur. En tant qu'outil d'aide à la décision sa qualité est d'abord fonction de la **question initiale posée** (pertinence initiale ou politique). La **pertinence méthodologique** fait appel à la recherche d'une échelle spatio-temporelle la plus appropriée pour le calcul de l'indicateur et la disponibilité des données. Enfin, la **pertinence finale** rend compte d'un ensemble de caractéristiques qui vont permettre de mesurer la qualité de l'indicateur à travers sa restitution, sa communication au grand public (lisibilité, comparabilité, stabilité, compréhensibilité, etc.). La figure n°21 retranscrit ces critères de qualité selon les différents temps de construction d'un indicateur.

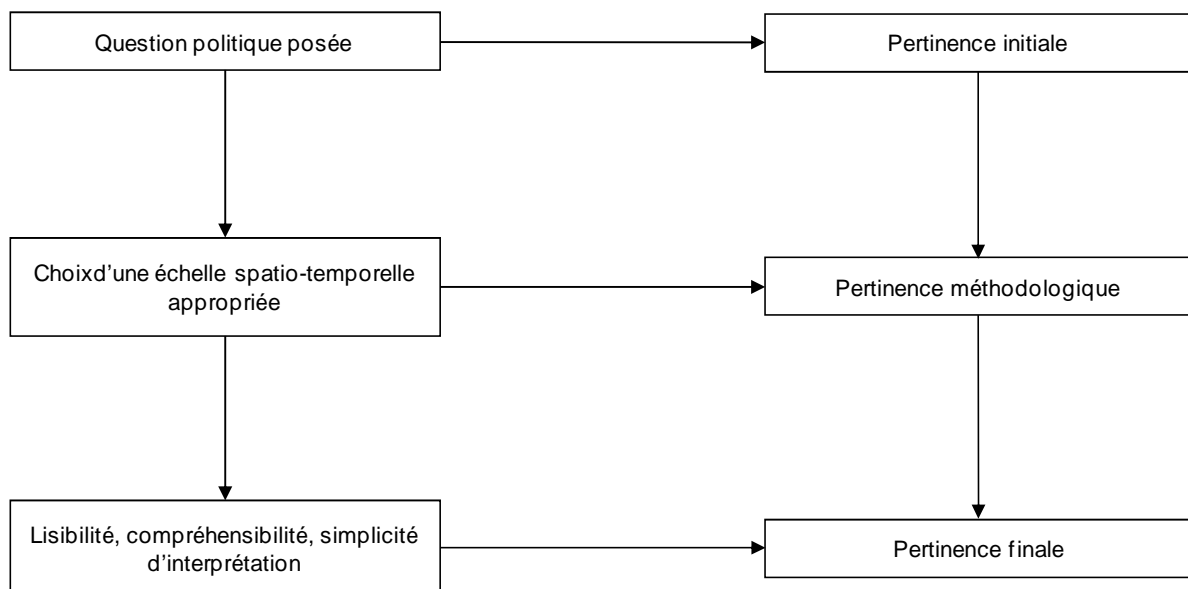


Figure 21 : Les étapes de l'élaboration d'un indicateur à travers la question de la « pertinence » selon Pingault et Préault (2007)

Roth (2002), parmi d'autres, pose bien le problème en affirmant qu'un indicateur doit être, à la fois, validé scientifiquement (l'indicateur est rigoureux et la preuve de son

exactitude peut être donnée) et légitime/accepté (il est reconnu à la fois par le politique et le citoyen). La question de l'évaluation d'un indicateur doit donc être abordée sous deux angles.

Le premier est celui de la **fiabilité scientifique** : l'indicateur doit être scientifiquement fondé et se baser sur des données sûres et représentatives (pertinence méthodologique). Généralement, on discute la validité scientifique d'un indicateur, à partir des bases théoriques sur lesquelles il s'appuie. Le domaine auquel fait appel l'indicateur doit faire consensus. Les concepts qu'il mobilise doivent être reconnus par les décideurs, par la communauté scientifique et par les citoyens. Enfin, la méthode mise en œuvre pour leur calcul doit être scientifiquement fondée. La légitimité du construit politique qu'est l'indicateur, et donc celle de la politique qu'il défend, est conditionnée par sa fiabilité scientifique.

Le second est celui de la **légitimité politique** (ou acceptabilité) : l'indicateur doit répondre à des besoins précis (pertinence initiale) et être facilement utilisable (opérationnalité) cela va conditionner son appropriation par les acteurs (pertinence finale). Les indicateurs entendus ici comme des outils d'aide à la décision peuvent être appréhendés dans leur capacité à répondre aux questions sous-jacentes à leur mise en œuvre. Comme nous l'avons vu, dans le domaine de l'aide à la décision, la production d'indicateurs répond à des besoins de diagnostic et d'évaluation. Ils sont instrumentalisés pour répondre à des objectifs posés par des acteurs de l'aménagement. Pour un utilisateur, les caractères de pertinence et d'**opérationnalité** font référence à un point fondamental encore trop rarement abordé en comparaison des études conduites sur la robustesse scientifique de l'indicateur. En effet, l'indicateur doit être facilement utilisable mais pour être opérationnel il doit avant tout être en adéquation avec la question que se posent les acteurs. De cette qualité va dépendre son **appropriation** et donc son utilisation. Ce dernier point nous rappelle que le choix d'un indicateur n'est pas neutre mais subjectif et que les indicateurs sont aussi des **instruments politiques**. « *L'information est au service du processus et est le fait d'acteurs sociaux spécifiques, généralement proches du pouvoir. Les points de vue adoptés sur l'information sont donc particulièrement sensibles à la représentativité, à l'ouverture, au degré d'information des acteurs-décideurs* » (Tonneau, 2003). En ce sens, les indicateurs sont construits pour conforter des discours et ainsi leurs calculs sont orientés par une question. A ce niveau, les indicateurs sont traversés par une tension entre une volonté de « *certitudes basées sur des faits scientifiques* » et une approximation avec les représentations des acteurs, gages de leur appropriation. Les indicateurs peuvent constituer des données froides, quantifiables et en tant que telles, peu sujettes à la discussion. Ils aspirent à la **vérité du fait prouvé**. Mais, en fait, ils sont toujours choisis par des acteurs en **fonction de la représentation** que ces derniers se font de la réalité. Ces représentations sont variables du fait d'histoires, d'intérêts, d'enjeux (etc.) toujours divers, voire contradictoires. La réalité de l'un n'est pas la réalité de l'autre ; la vérité de l'un n'est pas la vérité de l'autre.

Un « bon indicateur » est un indicateur utilisé et n'atteindra son but qu'à condition d'être accepté par l'ensemble des utilisateurs. Roth (2002) parle d'**acceptabilité**. Dans le cadre d'un processus décisionnel, l'acceptation dépend d'un processus d'appropriation qui naît d'un travail en partenariat (Offredi, 2005) qui va « construire » la pertinence de l'indicateur. Certains auteurs défendent désormais l'idée que le processus de construction des indicateurs comporte une fonction d'apprentissage individuel et collectif. « *La construction collective d'IDD peut être assimilée à un outil de médiation technique permettant de construire un langage commun et un contenu opérationnel à la problématique du développement durable* » (Rey-Valette et al., 2008). L'indicateur se caractérise par une pluralité de fonctions (Rey-Valette et Chia, 2007). Il permet de « faire exister » un problème

et remplit à ce titre une fonction d'inventaire et de révélation. Il possède également une **fonction de médiation** car il aide à faire converger les représentations des acteurs. Les indicateurs peuvent constituer des objets intermédiaires pour participer à la définition et à l'appropriation des enjeux du développement durable. Joerin et Rondier (2007) affirment que la recherche du consensus, sur la conception et le contenu des outils d'aide à la décision, favorise leur appropriation par les acteurs et insistent sur le caractère enrichissant de ce type de processus d'apprentissage. Les acteurs vont réfléchir ensemble aux différentes dimensions du champ qu'implique la question, aux critères d'évaluation qui déterminent le choix des indicateurs, au niveau d'agrégation requis et à la pérennité de chaque indicateur. La légitimité d'un indicateur se construit ainsi au fur et à mesure du processus de conception durant lequel l'ensemble des parties concernées est impliqué.

La **fonction réflexive** des IDD peut être soit révélée *a posteriori* soit volontairement recherchée (Rey-Valette et al., 2008). Boutaud (2005) et ETD (2004) font ainsi référence à la fonction révélée des IDD dans le cadre de la mise en place des Agenda 21. Les indicateurs en favorisant appropriation et traduction du concept de développement durable dépassent leur simple fonction d'évaluation. Netto (2006) démontre à travers des expériences américaines et brésiliennes qu'il peut s'agir d'une fonction recherchée. L'indicateur devient alors un instrument d'induction et de sensibilisation au changement des comportements des acteurs dans leurs actions. Ferreira (2010), à travers l'évaluation d'une démarche participative conduite pour l'élaboration d'un modèle d'analyse de la durabilité d'un système de production au Brésil, démontre comment l'implication des acteurs dans le processus de construction d'un système d'indicateurs de durabilité (ou performance) est essentielle puisqu'elle leur permet de cerner les limites de leur système de production et participe ainsi à l'auto-évaluation.

La modélisation joue un rôle central dans les processus participatifs. Le modèle constitue un outil de médiation permettant de construire une représentation partagée de la réalité. « *Le processus de modélisation n'est rien d'autre qu'un objet intermédiaire qui facilite nos réflexions collectives et interdisciplinaires* » (COMMOD, 2005).

3.3.2. L'emploi de modèles génériques pour la production de systèmes d'indicateurs : intérêts et limites

3.3.2.1. Les modèles génériques classiques : PER et DPSIR

La production d'indicateurs s'appuie généralement sur un modèle permettant de guider leur sélection. Le plus connu, le modèle **Pression/État/Réponse** de l'OCDE, distingue trois grandes catégories d'indicateurs pour mesurer les effets des activités humaines sur l'environnement (Cf. Figure n°22). « *Les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement (Pression) et affectent sa qualité et la quantité des ressources naturelles (État) ; la société répond à ces changements en adoptant des politiques environnementales, économiques et sectorielles, en prenant conscience des changements intervenus et en adaptant ses comportements (Réponse)* » (OCDE, 1993).

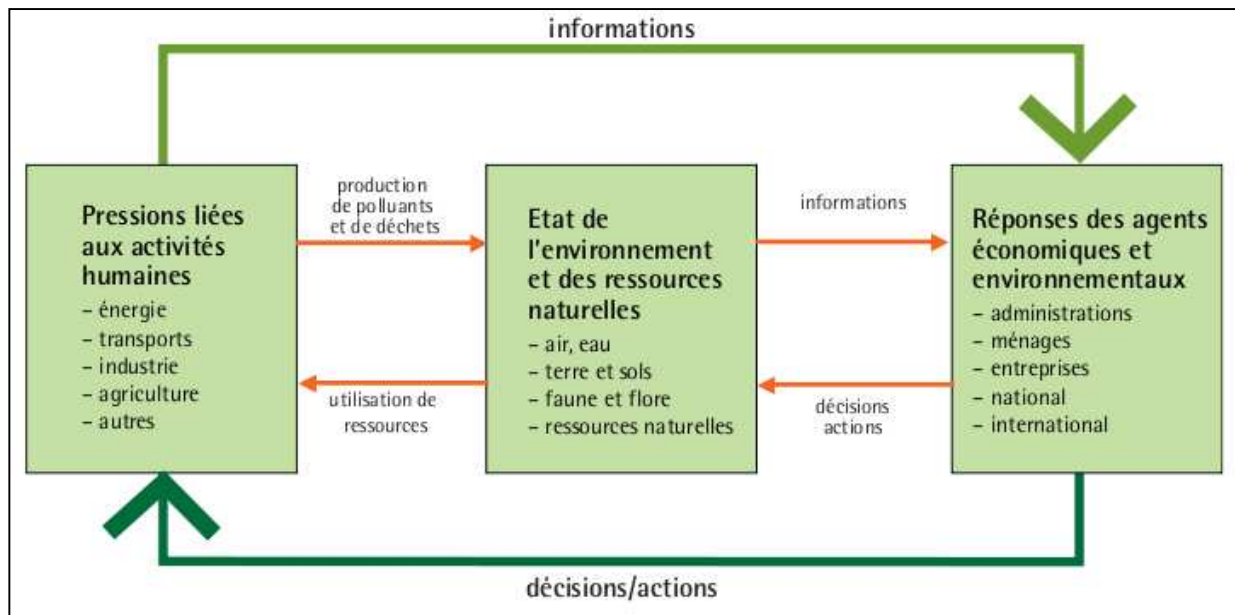


Figure 22 : Représentation du modèle PER (OCDE, 2001)

Les indicateurs de **pression** décrivent l'altération, les incidences d'un système (milieu physique et humain environnant) sous l'effet de phénomènes directs ou indirects liés à une action. Ce peut être l'augmentation du trafic routier, la pollution des ressources naturelles par les activités humaines, etc. Les indicateurs d'**état** doivent mesurer un état environnemental (à un instant T) en vue de le comparer à une ou plusieurs situations antérieures. Il peut s'agir par exemple d'un taux de peuplement d'un milieu par une espèce faunistique. Les indicateurs de **réponse** sont alors destinés à mettre en évidence le degré d'efficacité des actions mises en œuvre pour contrer les effets non désirés des pressions. Il peut s'agir par exemple de mesures pour limiter le trafic routier polluant.

Depuis 1998, l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) utilise un développement du modèle PER en cinq catégories, le modèle DPSIR pour *Driving Forces, Pressures, States, Impacts, Responses* (en français FPEIR : **Forces motrices, Pressions, États, Impacts, Réponses**). Singnam (2002, cité par Potschin, 2009) explique cette évolution vers un modèle qui offre un niveau de complexité supérieur. Le modèle PER tient compte uniquement des facteurs immédiats conduisant à des changements environnementaux sous l'effet de pressions directes. Mais il ne considère pas les aspects socio-économiques et institutionnels qui en sont à l'origine, ce qui a conduit à introduire la notion de *drivers* (forces motrices). Les indicateurs de **forces motrices** permettent d'exprimer les facteurs indirects à l'origine d'une évolution interne d'un système en termes d'évolutions structurelles (économiques et sociales). Il peut s'agir par exemple des effets de la mondialisation sur le développement d'un territoire. La seule prise en compte de l'état de l'environnement occulte les problèmes engendrés par la variation de cet état, ce qui a conduit à la notion d'impacts. Dans l'idée que la société doit désormais entreprendre des actions correctives, les indicateurs d'**impacts** expriment l'ensemble des conséquences (positives ou négatives) induites par la variation d'un état sous l'effet des pressions. Ils mesurent par exemple les effets de la pollution de l'air sur la santé humaine ou l'espérance de vie animale.

Le modèle DPSIR organise classiquement la séquence suivante : les activités humaines (secteurs économiques, consommation, démographie, technologies, etc.) constituent les forces motrices du système représenté. Ces activités exercent des pressions sur les

compartiments environnementaux (ex : en terme d'émissions de polluants). Par conséquent, l'état des compartiments environnementaux (l'air, l'eau, le sol, les habitats, les espèces) est affecté (ex : en termes de concentration de polluants). En aval, ces changements de l'état des compartiments environnementaux induisent des impacts sur la santé des êtres vivants (hommes, flore et faune) et des systèmes de ressources. En considérant le profil de ces différentes catégories, et particulièrement celui des impacts, des réponses correctives de la société sont élaborées et mises en œuvre. Qu'elles soient de nature réglementaire, économique ou volontaire, elles influencent à leur tour la configuration du système. La figure n°23 reprend ces éléments.

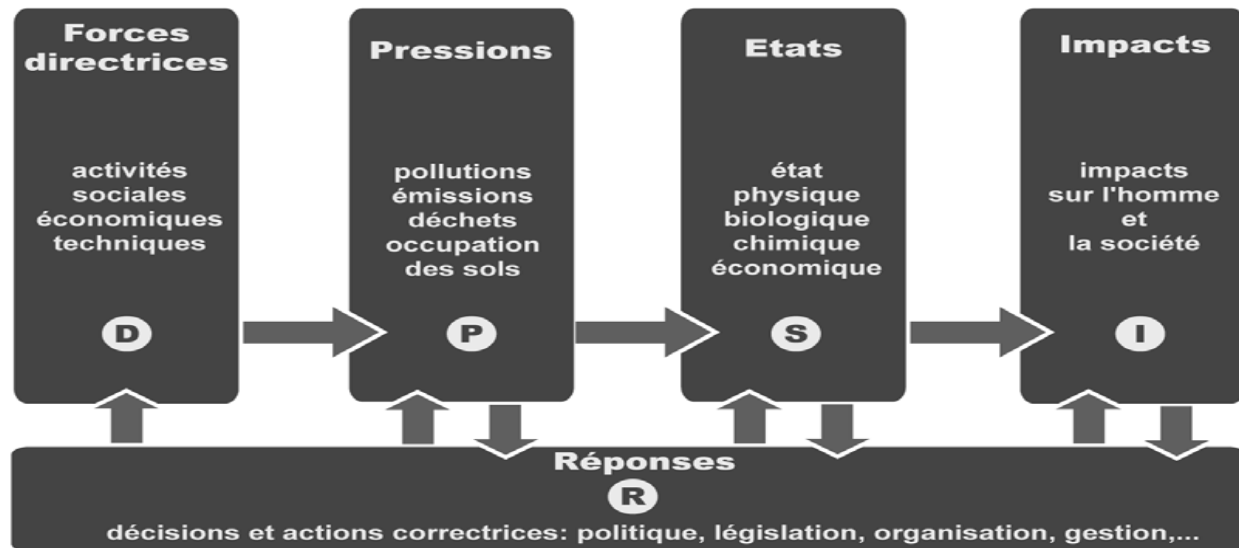


Figure 23 : Représentation du modèle DPSIR (Source : Zaccà et Bauler, 2004)

Les modèles PER et DPSIR sont devenus deux références incontournables pour la production d'indicateurs destinés à appuyer les politiques environnementales, internationales et européennes. Dans la littérature on en retrouve de nombreuses applications, en particulier les travaux de l'OCDE et de l'AEE axés prioritairement sur des problématiques d'ordre environnemental (OCDE, 1994, 1998 ; AEE, 2001, 2006 ; etc.). Citons également les déclinaisons à divers échelons territoriaux (Laroche et al., 2006 ; Certu, 2006 ; Benini et al., 2009 ; etc.). La popularité de ces deux modèles présente l'avantage d'offrir un cadre d'analyse connu et un schéma d'appréhension du réel approprié par de nombreux acteurs, tant chercheurs qu'institutionnels. Leur force tient dans le fait qu'ils permettent de démontrer, de façon relativement simple, les relations entre l'activité des populations et l'état de l'environnement (Levrel, 2007). En reliant les enjeux socio-environnementaux, ils favorisent les débats entre les différentes disciplines, entre chercheurs, décideurs et société civile (Potschin, 2009). Un autre avantage de ces modèles est de permettre de relier des indicateurs de nature différente sans pour autant disposer d'une connaissance parfaite des causalités à analyser. Mais, cette relative simplicité est également la source de critiques majeures portées à ces modèles.

3.3.2.2. Des enjeux liés à l'exercice de modélisation

Il est important de bien différencier le fait de qualifier la nature des indicateurs (État, Pression, etc.) et le fait d'établir des relations entre ces indicateurs. L'utilisation des modèles PER et DPSIR se traduit trop souvent par une simple **catégorisation** d'indicateurs

indépendants les uns des autres, sans que de liens réels soient clairement établis et définis entre eux. Dans ce cas, l'emploi du modèle perd son intérêt premier car il ne permet pas de prendre en compte la dynamique du système qu'il modélise. Ce type d'usage n'offre pas d'éléments de compréhension des relations de causalité, il exprime, au mieux, des causalités unidirectionnelles (Berger et Hodge, 1998 ; Rapport et al., 1998 ; Rekolainen et al., 2003, cités par Svarstad et al., 2008). Certains auteurs soulignent les difficultés d'application des modèles PER et DPSIR tels qu'ils sont structurés pour décrire la multiplicité des relations de causalité propres à la compréhension du fonctionnement d'un système. Levrel (2007) reproche aux indicateurs PER d'offrir des outils de discussion et de négociation assez pauvres en limitant la perception des interdépendances entre les différents éléments du système considéré. Pour Swart et al. (1995, cités par Niemeijer et De Groot, 2008), la séparation des chaînes de causalité oblige à appréhender indépendamment chaque enjeu environnemental, ce qui rend difficile la compréhension global du système.

Ces faiblesses sont liées aux enjeux de l'exercice de modélisation. La **systemique** s'intéresse au principe de **complexité** et s'inspire, entre autres, du « *paradigme structuraliste qui considère que la structure ou l'organisation d'un système rend plus compte de son fonctionnement et de ses transformations que le seul ensemble de ses composants* » (Thibault in Lévy et Lussault, 2003). Elle s'oppose ainsi à l'approche **analytique** classique qui consiste, en géographie, « à aborder l'espace à travers ses composantes élémentaires spécifiques, l'échelle et la métrique » (Lévy, in Lévy et Lussault, 2003). Ces deux approches « *fondées sur des postulats épistémologiques différents, préconisent des façons différentes de percevoir la réalité et utilisent des méthodologies qui leur sont propres* » (Lapointe, 1993). Les principaux éléments qui les opposent sont repris dans le tableau n°5 proposé par De Rosnay (1975).

Approche analytique	Approche systémique
Isole: se concentre sur les éléments	Relie: se concentre sur les interactions entre les éléments
Considère la nature des interactions	Considère les effets des interactions
S'appuie sur la précision des détails	S'appuie sur la perception globale
Modifie une variable à la fois	Modifie des groupes de variables simultanément
Indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles	Intègre la durée et l'irréversibilité
La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie	La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité
Modèles précis et détaillés, mais difficilement utilisables dans l'action (exemple: modèles économétriques)	Modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base de connaissances, mais utilisables dans la décision et l'action
Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles	Approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes
Conduit à une action programmée dans son détail	Conduit à une action par objectifs
Connaissance des détails, buts mal définis	Connaissance des buts, détails flous

Tableau 5 : Comparaison des approches analytiques et systémiques (Source : De Rosnay, 1975)

A la différence de la décomposition analytique, dans le cas de la démarche systémique, on ne cherche pas à définir chacun des composants élémentaires du système, mais plutôt à identifier les sous-systèmes qui jouent un rôle dans son fonctionnement (Donadieu et al., 2003). La connaissance fine du détail est ainsi occultée au profit d'une appréhension globale du système. Ce type d'approche insiste sur l'importance de la compréhension des relations entre les différents éléments composant le système, et non,

comme le préconise la pensée classique, leur saisie analytique et systématique. « *La conception systémique de la connaissance renvoie donc le sujet connaissant à une place inédite par rapport à celle qu'il occupait dans la démarche analytique ou classique. L'observateur se projette inéluctablement dans la démarche d'observation et n'est par conséquent jamais extérieur à l'objet observé* » (Cambien, 2007).

Un autre reproche, porté à l'usage de ces modèles, tient à la difficulté de distinguer ce qui relève des différentes dimensions qu'ils proposent d'appréhender. Il n'est pas toujours aisé de distinguer l'effet d'une pression engendrée par une réponse d'une réponse, ou encore un indicateur de variation d'un état (effet direct engendré par une pression ou une réponse) d'un indicateur d'impact (effet indirect engendré par la variation d'un état). L'artificialisation des sols, par exemple, peut être appréhendée comme une pression mais également comme la conséquence d'une réponse des politiques de planification mises en œuvre. L'altération des ressources engendrée par l'imperméabilisation des sols peut alors être considérée directement en termes de variation d'un état ou de ses conséquences en termes d'impacts sur le degré de biodiversité. L'indicateur utilisé pour évaluer un effet (variation d'un état ou impact) n'est pas en lui-même une mesure de cet effet (force motrice, pression ou réponse).

Le **risque de confusion** des différents niveaux d'appréhension du système (pression, impacts, etc.) tient souvent à une **simplification excessive** qui conduit à ne pas prendre en compte les dimensions spatio-temporelles (Dale et Beyeler, 2001 cités par Niemeijer et De Groot, 2008). Comme le soulignent Fernandez et al. (à paraître) « *le modèle considère des forces anonymes et atemporelles, comme s'il n'était pas nécessaire d'identifier les acteurs qui sont derrière ces forces ni l'histoire ayant conduit à l'état actuel, ni les bénéfices générés par cette évolution* ». Cela conduit souvent à considérer les réponses en ne mesurant pas ce qui « aurait pu être fait » (hypothèse de la meilleure réponse possible) mais ce qui est fait. Ces auteurs démontrent également que bien souvent le modèle considère une échelle d'appréhension spatiale d'un système environnemental qui ne correspond pas nécessairement à l'échelon auquel se prennent les décisions. A travers la problématique de la gestion des bassins versants de la Garonne, ils défendent l'idée que « *la société n'est pas organisée selon des catégories hydrologiques. Les groupes sociaux inscrits dans des géographies particulières correspondent à des systèmes différents qui combinent de nombreuses composantes (...)* ».

A l'origine, ces cadres d'analyse ont été conçus pour travailler sur des problématiques environnementales. Dans leur usage courant, ils répondent à une façon particulière d'appréhender le réel, propre aux schémas de pensées occidentaux qui ont cloisonné les sciences selon une **vision dichotomique** classique, simplificatrice et sectorielle des rapports homme/nature (pressions de l'homme sur l'environnement). L'application traditionnelle du modèle DPSIR dans le domaine de la biodiversité n'est pas neutre, il favorise un discours conversationniste et « préservationniste » (Svarstad et al., 2008). Dès 1994, l'OCDE reprochait au modèle PER de trop gommer la complexité des mécanismes en œuvre en s'appuyant uniquement sur des relations linéaires entre activités humaines et état de la biodiversité. De la même façon, l'emploi de ces référentiels se fonde sur une idée libérale de l'action correctrice de la société sur l'environnement en assumant le fait que les dégradations environnementales peuvent être compensées. Ils excluent du débat les pertes irréversibles, alors qu'elles peuvent s'avérer cruciales (Fernandez et al., à paraître).

La principale vocation de ces référentiels est de constituer des outils de gestion/décision, ce qui justifie d'ailleurs la simplification induite par de tels modèles. Dans

l'usage qu'il en est fait on constate que souvent cette **visée opérationnelle** n'est pas suffisamment prise en compte. Svarstad et al. (2008) regrettent notamment un manque d'effort récurrent pour satisfaire les voies d'un consensus ; les concepteurs occultent trop souvent les représentations et définitions des enjeux propres à l'ensemble des parties prenantes (décideurs, opinion publique, etc.).

Plus généralement, les situations de gouvernance « partagée » rendent difficiles les choix et la recherche de consensus. Des démarches et méthodes permettant l'expression des besoins apparaissent nécessaires pour assurer une réelle participation des acteurs (Lardon et al., 2008). Le recours à de l'information spatialisée, à des modèles spatiaux, et à « *l'usage raisonné des représentations spatiales* » semble être une voie privilégiée pour dégager des consensus ou du moins mettre en avant différents points de vue (Lardon et Piveteau, 2005 ; Maurel et al., 2007).

3.3.3. Des enjeux liés à l'usage de l'information spatiale dans les politiques publiques

L'un des enjeux qui concerne la production d'outils d'aide à la décision, comme le sont les indicateurs, est l'emploi de l'information géographique. Les informations spatiales sur les changements d'occupation et d'utilisation du sol sont reconnues comme explicites des relations entre l'écosystème et l'anthroposystème et intéressent ainsi la rhétorique du développement durable. Comme nous l'avons vu, la compréhension des facteurs à l'origine de ces modifications d'usage et de couverture des sols, en particulier la perte d'espaces agricoles liée au développement spatial des villes, constitue un enjeu important dans le domaine de l'aménagement du territoire et du développement régional. Si les instruments institutionnels témoignent d'une volonté forte de saisir le système urbain en son ensemble, les méthodes et outils à disposition des acteurs de l'aménagement du territoire pour appréhender la dimension spatiale de l'étalement urbain, apparaissent souvent encore peu intégratifs et insuffisamment précis.

3.3.3.1. Des indicateurs de changements d'utilisation et d'occupation du sol pour évaluer la durabilité du développement spatial des villes

L'urbanisation est l'un des plus importants facteurs de **changements d'utilisation et d'occupation du sol**. On note souvent une certaine confusion entre ces notions d'occupation et d'utilisation du sol. En étudiant les différentes définitions rencontrées dans la littérature, Fonta (2005) s'est attaché à les distinguer précisément. L'occupation du sol (*Land cover*) est la couverture bio-physique observable (naturelle ou anthropique) de la surface terrestre à un moment donné. L'utilisation du sol (*Land use*) est l'activité humaine directement liée à l'exploitation de la surface terrestre ayant un impact sur elle et/ou utilisant ses ressources. L'utilisation du sol s'inscrit dans la durée et elle inclut la manière dont l'activité humaine modifie l'occupation du sol et/ou l'objectif de cette modification.

Comme nous l'avons vu, les besoins sont nombreux en outils qui permettent d'identifier les espaces agricoles et naturels « menacés » par la pression urbaine, et ainsi d'objectiver les décisions en matière de planification. Les procédures développées pour accompagner les politiques publiques dans ces domaines nécessitent des diagnostics et des scénarios des possibles, avec l'usage essentiel des indicateurs (économiques, sociaux, environnementaux), qui rendent sensibles l'information spatialisée et ses modes de traitement et d'analyse.

Pour répondre à ces préoccupations les méthodes développées par les organismes, administrations et laboratoires de recherche sont diverses et variées. Elles s'appuient généralement sur l'élaboration de modèles de changements d'occupation et d'utilisation du sol (effectifs ou à venir) alimentés par des données spatiales (issues du traitement d'images satellites brutes ou extraites de Bases de Données d'Occupation du Sol génériques) pour proposer des indicateurs de consommation de l'espace par les surfaces urbanisées. Au niveau européen, la base de données Corine Land Cover diffusée par l'AEE et l'IFEN est fréquemment utilisée pour mener ce type d'étude (Feranec et al., 2007 ; Maucha et al., 2004 ; etc.). Pour répondre au principe d'intégration, des approches transversales tiennent compte de l'ensemble des enjeux de durabilité à l'échelle des territoires d'action (basées sur la production d'indicateurs composites ou multi-critères). Elles s'appuient notamment sur la mise en relation des dynamiques de population, d'étalement spatial des villes et de consommation d'espace en soulevant des enjeux d'ordre socio-économiques et environnementaux (Anon, 1994 ; Burchell et al., 1998 cités par Hasse et Lathrop, 2003 ; Loibl et al., 2005 ; Martignac et al., 2007 ; etc.).

De grands programmes de recherche ont vu le jour, aux échelles internationales et européennes pour suivre l'accroissement spatial des villes dans l'espace et analyser ses conséquences sur les espaces naturels et agricoles (LUCC⁷⁴, EURMET⁷⁵, ORATE⁷⁶, etc.). En France, le Certu et l'INEA⁷⁷ ont mutualisé une série d'indicateurs de suivi de l'extension urbaine élaborés par les services déconcentrés (Di Salvo 2004 ; Robien et al. 2007 ; Delanoë et Roubault, 2003). En 2008, le MEEDDAT⁷⁸ a confié au Certu, en liaison avec les CETE, une étude sur la connaissance du phénomène de l'étalement urbain (Gondeaux et Robin, 2009). Une grille d'analyse relative aux « *indicateurs caractérisant la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers* » a été proposée, structurée autour de trois grandes thématiques (Mesure de la consommation d'espaces, caractéristiques des espaces consommés, impact de la consommation d'espaces). A une échelle locale, on peut citer, parmi d'autres, l'étude réalisée en 2007 par le Cemagref dans le cadre de la mise en place du SCoT du Syndicat Mixte du Bassin de Thau (Maurel et al., 2007). Elle propose un ensemble d'indicateurs pour mesurer l'évolution du bâti entre 1944 et 2005.

Au vu des progrès réalisés dans le domaine de l'analyse et de la modélisation spatiale, on peut cependant regretter un emploi assez « pauvre » de l'information géographique pour appuyer les démarches d'aide à la décision. Une grande majorité des indicateurs utilisés, pour renseigner les politiques de planification et d'aménagement, se limitent à des objectifs de localisation ou de suivi des changements dans le temps.

⁷⁴ Le programme de recherche (Land Use and Cover Changes), conduit de 2000 et 2005, préconisait dans ses axes de recherche, le développement de méthodes pour le suivi temporel et spatial des modes d'usage des sols.

⁷⁵ Le projet EURMET (Expension Urbaine des Métropoles du Sud-Ouest Européen), conduit de 2002 à 2005, visait à caractériser spatialement les espaces périphériques de dix métropoles situées dans trois pays du sud-ouest de l'Europe.

⁷⁶ Le projet EPSON (ORATE en français) est un programme de recherche sur le développement territorial européen (2010 à 2015). « *Son ambition est de contribuer à l'élaboration des politiques européennes en lien avec l'objectif de cohésion territoriale et de développement harmonieux du territoire. Il doit fournir des données homogènes sur les différents pays, des éléments, analyses et scénarios pour le développement des villes et régions* ».

⁷⁷ Ingénieurs-conseil, Nature, Environnement, Aménagements

⁷⁸ Ibid note n°43

3.3.3.2. Un emploi de l'information géographique restreint à sa dimension territoriale ?

L'évolution de la géographie a conduit, dans les années 1970, à l'émergence du concept de territoire et à un effort disciplinaire de le distinguer du concept d'espace. « *L'espace géographique est fait de l'ensemble des populations, de leurs œuvres, de leurs relations localisées, c'est-à-dire considérées dans leur étendue et dans leurs lieux (...). Il contient l'ensemble des relations localisées et localisables, à la fois les rapports des lieux entre eux, et les rapports aux lieux qu'entretiennent les individus* » (Brunet, 1994). « *Le territoire est la portion de surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa production et la satisfaction de ses besoins vitaux* » (Le Berre, 1992). Selon Di Méo (1998), l'espace exprime l'unité initiale du monde tandis que le territoire traduit sa diversité sociale et humaine. Le territoire peut être défini comme un espace approprié (au sens d'espace vécu et d'espace social) (Baud, 1997). Decroly et Grasland (1996) distinguent ainsi deux principes d'organisation géographique : le principe d'organisation spatiale, lié à la notion de distance et plus généralement de proximité ; le principe d'organisation territoriale, lié à l'existence de partitions de l'espace en sous-ensembles disjoints ou en sous-ensembles flous. Cette distinction éclaire les notions d'indicateurs spatiaux ou spatialisés.

Weber et Hall (2001) distinguent parmi les indicateurs géographiques les « indicateurs spatiaux » et « indicateurs territoriaux ». La différence entre ces deux notions tient dans leur rapport à l'objet géographique⁷⁹. L'approche territoriale est contrainte par une échelle d'analyse et de restitution (partition de l'espace). J'ai choisi de rapprocher les notions « indicateurs spatialisés » et « indicateurs territoriaux » car elles sont toutes les deux portées par une maille d'analyse, qu'elle soit liée à une unité territoriale de référence (région, commune, etc.) ou de nature physique (bassin versant, plaine, etc.). Dans cette perspective, les **indicateurs spatialisés** associent à un objet géographique un ensemble de valeurs et se rapportent ainsi à une partition de l'espace. Les **indicateurs spatiaux** cherchent un sens, des facteurs explicatifs, des liens de causalité à travers l'organisation et la localisation des objets géographiques dans l'espace (distribution, discontinuité, distance...). « *L'indicateur spatial définit la position de l'objet géographique et permet la recherche de l'auto-corrélation spatiale* » (Maby, 2003).

L'approche territoriale est encore dominante dans les démarches d'élaboration d'outils de mesure en général et d'indicateurs en particulier. Grasland et Hamez (2005) soulignent que, jusqu'à une date récente, l'écrasante majorité des travaux publiés sur la mesure de la cohésion sociale ou le développement économique négligeait totalement la prise en compte de la dimension spatiale. Ce fait est lié, en partie, à la contrainte de la production de la donnée source qui se traduit par une restitution à un niveau d'organisation territoriale (région, commune, parcelle...). Cela limite l'emploi de l'information géographique, eu égard aux nouvelles potentialités offertes dans le domaine de la géomatique. Chéry (2003) identifie deux difficultés liées à l'utilisation des méthodes d'analyse et de modélisation spatiale : l'échelle et l'effet de bord. La problématique du **changement d'échelle** reste une contrainte importante et non résolue. La production des données source se fait à une échelle territoriale ce qui empêche de restituer facilement les indicateurs à d'autres niveaux géographique. Les **effets de**

⁷⁹ Maby (2003) retient trois caractères fondamentaux constituant l'essence de **l'objet géographique** : la spatialité, « *L'objet géographique est un lieu ou un ensemble de lieux* », il est « *localisé* » et « *cartographiable* » ; la constructivité, « *L'objet géographique est un construit, c'est-à-dire une création des procédures cognitives (...). Il résulte d'une partition raisonnée du monde. (...) Il est défini en fonction d'une problématique géographique (...) et déterminé par le mode de cognition* » ; la complexité systémique, « *L'objet géographique est systémique et complexe* ».

bord (« *side effect* ») sont les conséquences directes des choix de délimitation territoriale du système informé au stade de production de la donnée. Ce sont les effets secondaires liés à la production de l'information géographique aux niveaux d'organisation de l'espace géographique inférieurs à l'étendue du globe terrestre. Ils contraignent les traitements en analyse spatiale en exprimant les limites de l'interaction spatiale alors que les phénomènes, qu'ils soient environnementaux ou sociaux, sont généralement continus et non limités au sein d'un espace discret.

En conséquence, l'usage de l'information géographique reste pauvre et souvent limité à sa représentation par l'intermédiaire de cartes de localisation, de situation et d'emprise au sol. La grande majorité des indicateurs géographiques habituellement utilisés dans les institutions ne tient pas compte des relations causales qui peuvent être établies du fait de l'organisation des objets géographiques dans l'espace. Pourtant, la **co-localisation** (position d'un lieu ou d'un ensemble de lieux par rapport à d'autres lieux) peut aussi constituer un facteur explicatif des interactions (hommes, ressources, activités) qui structurent et font le territoire et aider ainsi à la compréhension.

Au niveau de la recherche, on note cependant l'émergence, depuis une vingtaine d'années, d'un courant scientifique axé sur l'étude de la morphologie urbaine qui s'appuie sur la production d'indicateurs spatiaux pour aider à l'analyse et la compréhension des dynamiques d'étalement urbain. Ces travaux s'intéressent à l'étude de la propriété des objets géographiques et à leur agencement dans l'espace. D'abord développés en écologie du paysage, les indicateurs spatiaux sont de plus en plus utilisés pour étudier la forme des villes en termes de densification, de dispersion, de fragmentation (Guérois, 2003 ; Frankhauser, 2005 ; etc.). Ils sont aussi mobilisés pour étudier les dynamiques liées à l'étalement spatial des villes (Ewing, 1997 ; Downs, 1998 ; Hasse et Lathrop, 2003 ; Irwin et Bockstael, 2007 ; Voiron-Canicio, 2008 ; Jaegger et al., 2009 ; Murgante et al., 2009 ; Solon et al., 2009 ; etc.). Les travaux de Jaeger et al. (2009) proposent par exemple de mesurer le degré d'étalement urbain à travers quatre indicateurs : le degré de dispersion urbaine, l'étalement total, le degré de pénétration du paysage et le degré d'étalement par personne⁸⁰. La méthode veut mesurer la rapidité du développement urbain, identifier certaines tendances (densification, dispersion) et définir des seuils critiques pour comparer l'importance de l'étalement urbain entre les différentes régions. Les travaux de Albert (2007) sont basés sur l'exploitation de données satellites et proposent une lecture différente du regard habituel porté sur les périphéries urbaines. L'auteur envisage plusieurs indicateurs spatiaux (degré de polycentrisme à l'échelle d'une aire urbaine, effet des axes de communication sur la diffusion de l'urbanisation).

Les expériences se multiplient dans les domaines de la recherche. En revanche, l'exploitation de ces techniques d'analyse et de modélisation spatiale par les organismes publics apparaît très limitée, ce qui renvoie aux enjeux de transferts de connaissances entre scientifiques et acteurs publics. Comment vulgariser les compétences du géographe dans la mise en œuvre de la démocratie participative ? La présentation et l'explication des enjeux spatiaux aux citoyens et élus, à travers la restitution des projets, est généralement assurée par des responsables politiques qui n'ont pas toujours la compétence requise dans le domaine des connaissances qu'ils mobilisent.

⁸⁰ Traduit de l'anglais : degree of urban dispersion (DIS), total sprawl (TS), degree of urban permeation of the landscape (UP), and sprawl per capita (SPC).

Synthèse du chapitre 3

« *Ce que l'on mesure a une incidence sur ce que l'on fait ; or, si les mesures sont défectueuses, les décisions peuvent être inadaptées* » (Stiglitz et al., 2008). La généralisation de l'utilisation d'indicateurs pour accompagner les démarches d'aide à la décision pose de nombreuses questions méthodologiques. Comment répondre au plus près aux besoins des acteurs, pour fournir une information fiable scientifiquement, tout en assurant légitimité et opérationnalité des indicateurs ? Comment fournir des systèmes d'indicateurs qui constituent des outils d'aide à la décision opérationnels ? Pour concilier dimensions scientifiques et pratiques, les besoins en méthodes qui proposent des approches intégrées des enjeux de développement des territoires sont nombreux.

Afin d'appuyer les dispositifs de gouvernance territoriale en matière de gestion des espaces périurbains, approches concertées et système d'indicateurs retiennent mon attention comme des pistes de recherche intéressantes. Pour traiter de ces problématiques je me suis intéressée à la demande de la DRAAF du Languedoc-Roussillon (2.3.3.). Comme nous l'avons vu, les services de l'État, à un niveau régional et départemental, expriment des besoins urgents en indicateurs pour mesurer et spatialiser la consommation d'un patrimoine agronomique des sols par l'artificialisation. La démarche proposée pour la production d'un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux a d'abord consisté à replacer cette problématique de la perte d'un capital foncier dans le processus global de croissance urbaine à l'échelle régionale. Dans ce but, l'utilisation d'un modèle systémique a été retenue comme une méthode adaptée pour aider à la construction d'une représentation intégrée et partagée des dynamiques territoriales. La participation des acteurs institutionnels dans le processus d'élaboration du système d'indicateurs est apparue indispensable pour assurer légitimité et appropriation des indicateurs.

PARTIE II – UNE DÉMARCHE MODÉLISATRICE ET PARTICIPATIVE

CHAPITRE 4. LA DÉMARCHE DE CO-CONSTRUCTION DU SYSTÈME D'INDICATEURS

L'objectif central de ma thèse a été de **construire (/évaluer) une démarche de production d'un système d'indicateurs pour aider à l'analyse et au suivi des dynamiques de périurbanisation.**

La modélisation constitue une approche adaptée pour proposer un cadre d'analyse du système étudié dans la perspective de produire un système d'indicateurs qui aide les acteurs à choisir les actions à entreprendre. Le modèle DPSIR (Forces motrices, Pressions, États, Impacts, Réponses - en français) a été considéré comme pertinent pour aider à l'identification et à la compréhension des enjeux du territoire liés aux dynamiques de périurbanisation, à condition d'en proposer une adaptation. Il a été utilisé comme support pour favoriser les interactions entre acteurs institutionnels et chercheurs, et construire une représentation partagée du système territorial.

Partant de l'hypothèse que la mobilisation des acteurs tout au long du processus de co-construction (/co-évaluation) du système d'indicateurs est le gage de sa légitimité, j'ai également opté pour une approche participative itérative. Afin de définir précisément les besoins des acteurs, plusieurs phases de concertations ont été mises en œuvre. Les échanges ont pris la forme d'ateliers de travail, d'entretiens en groupes restreints et de formations pour s'accorder ensemble sur le choix des indicateurs à retenir et les données à mobiliser pour produire un système d'indicateurs opérationnel.

Ces deux démarches ont d'abord été menées en parallèle, puis confrontées afin de guider le processus de sélection des indicateurs et de les structurer en un tout organisé.

4.1. Élaborer un modèle conceptuel du système territorial

J'ai déjà relevé l'importance du lien entre un ensemble d'indicateurs et un modèle conceptuel systémique (Cf. Introduction générale et 3.3.2.). L'exercice de modélisation peut permettre de construire une représentation intégrée et partagée qui aide à la compréhension du fonctionnement du système étudié. Le modèle constitue à la fois un support pour mutualiser les savoirs locaux et confronter les représentations des acteurs qui participent à son élaboration. En m'inspirant des travaux de nombreux auteurs (De Rosnay, 1975 ; Da Cunha 1988 ; Voiron-Canicio, 1993 ; Moine, 2007 ; Cambien, 2007, etc.), j'ai retenu trois grandes étapes pour aboutir à l'élaboration d'un modèle conceptuel systémique qui guide le processus de sélection et de mise en relation des indicateurs (poser le problème ; analyser et modéliser le système ; choisir les indicateurs). Ces étapes sont reprises dans la figure n°24 et seront développées dans les parties qui suivent.

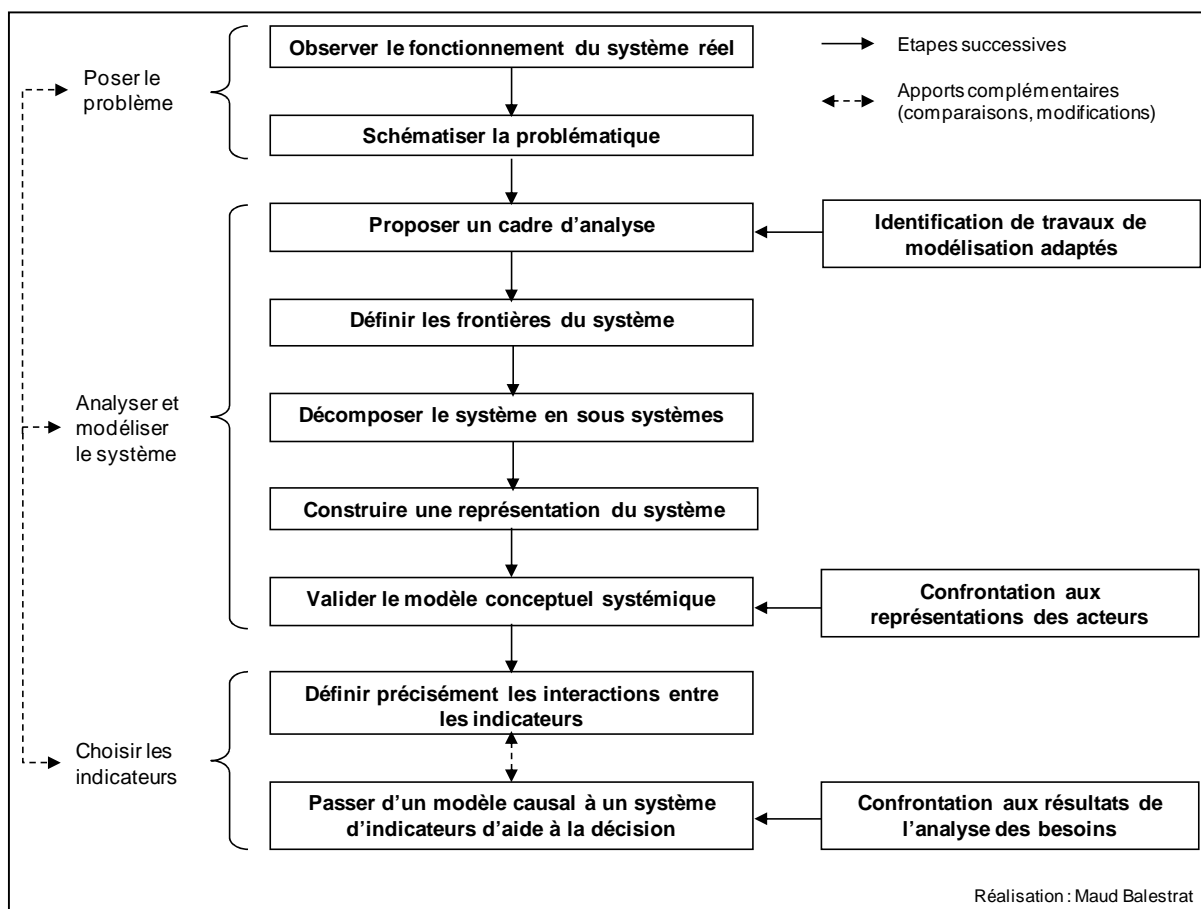


Figure 24 : Grandes étapes méthodologiques conduites pour construire un modèle conceptuel systémique

4.1.1. Poser la problématique

Afin d'identifier les différentes dimensions du problème, un premier temps de réflexion doit être consacré à l'**observation du fonctionnement du système réel**. Desthieux (2005) parle de processus de modélisation cognitive qui « *s'établit sur une connaissance et une prise de conscience préalables à la problématique considérée* ». Cette phase d'observation est inspirée de deux sources de connaissances complémentaires : des informations diverses issues de la littérature et de systèmes d'informations (études de cas, bases de données, etc.) ; des informations issues des perceptions et représentations de

l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus, relevées par l'intermédiaire d'enquêtes, de tables rondes ou d'ateliers de travail enrichis par l'appui de différents supports graphiques et théoriques (modèles, cartes, photographies aériennes, etc.). Dans ma recherche, j'ai choisi d'exploiter ces deux types de sources dans un souci d'exhaustivité. Dans une démarche empirique, la **schématisation de la problématique** m'a d'abord permis de poser les éléments issus de ces réflexions afin de définir précisément l'objet d'étude.

Dans notre cas, il s'agissait d'analyser les dynamiques de distribution des hommes et des activités à l'œuvre sur le territoire languedocien dans une perspective de durabilité. Pour ce faire, il m'a semblé nécessaire de replacer cette problématique dans un contexte plus large en caractérisant les processus de périurbanisation en France. La figure n°25 présente l'une des représentations élaborées au préalable, dans ce but.

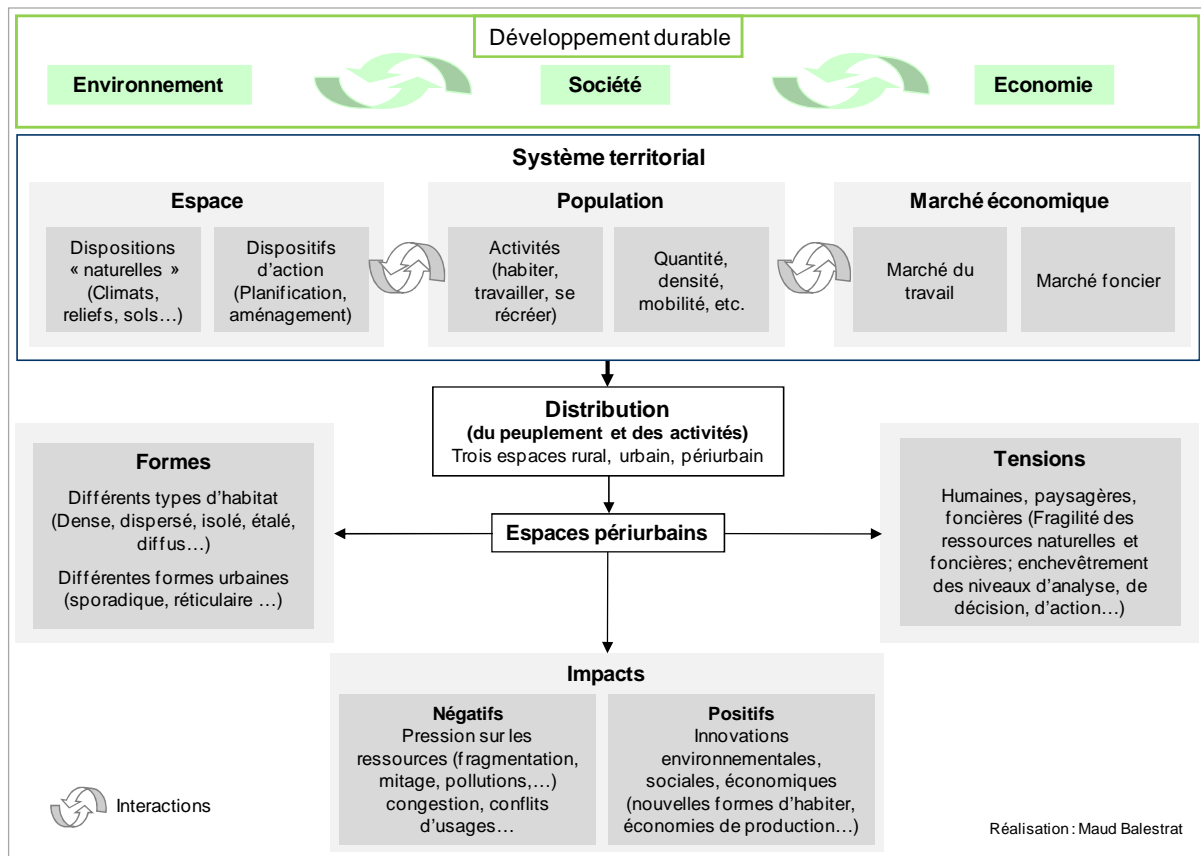


Figure 25 : Les problématiques de la périurbanisation, en France

4.1.2. Analyser et modéliser le système territorial

L'**analyse systémique** consiste à « définir les frontières du système à modéliser », à identifier les différents éléments le composant et les « types d'interactions entre ces éléments » et à « déterminer les liaisons qui les intègrent en un tout organisé » (De Rosnay, 1975). A partir de ces données, la **modélisation** est destinée à construire une représentation du système étudié.

4.1.2.1. Le choix d'adapter le cadre théorique DPSIR

Dans la perspective de produire un système d'indicateurs, il est apparu pertinent de s'appuyer sur un modèle existant. Le choix d'un cadre d'analyse n'est pas neutre, il implique

l'approche modélisatrice. Il doit donc se faire en cohérence avec le système à modéliser et la problématique d'étude. La figure n°26 propose une schématisation du modèle DPSIR appliqué à la problématique d'urbanisation des sols. Ce mode de représentation est caractéristique de la manière dont ce modèle est couramment utilisé.

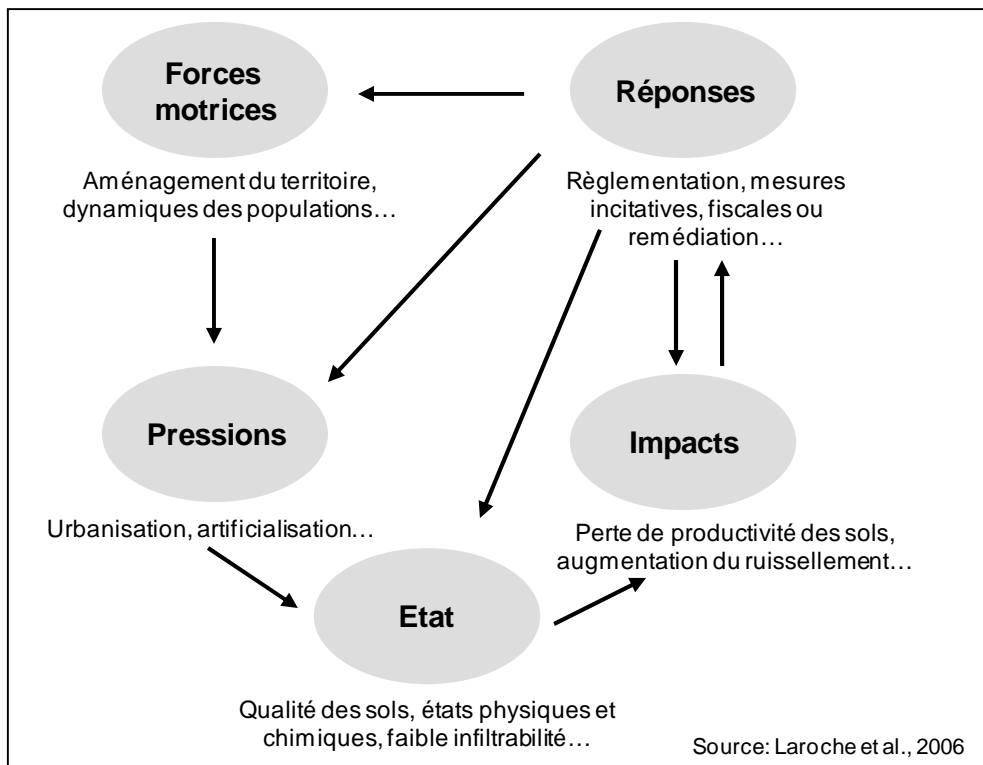


Figure 26 : Le modèle DPSIR appliqué à la problématique de l'urbanisation des sols

Ici, la ressource « sol » est considérée sous l'angle des pressions anthropiques qu'elle subit, selon une **approche dichotomique « simpliste » des rapports entre la société et l'environnement**. Les forces motrices sont incluses comme des éléments internes au système. Cette représentation se limite donc à la traduction d'un **système fermé**⁸¹. Elle exclut, de fait, l'idée que le système puisse être influencé par des dynamiques externes. **Les réponses se répercutent directement en termes de Forces Motrices, Pressions, États et Impacts**. La logique voudrait pourtant que l'on considère les impacts comme le produit des effets engendrés par la variation préalable d'un état. Ce mode de représentation occulte donc une partie de la succession des causalités.

L'ensemble des limites évoquées ci-dessus sont principalement fondées sur des enjeux liés à l'usage de ce modèle. Comme nous l'avons vu, l'approche est critiquée et considérée comme peu propice à la compréhension de la complexité (Cf. 3.3.2.). Le fait réductionniste est justement l'un des enjeux de l'exercice de modélisation. *« S'attacher à la complexité, c'est introduire une certaine manière de traiter le réel et définir un rapport particulier à l'objet (...). C'est reconnaître que la modélisation se construit comme un point de vue pris sur le*

⁸¹ Thibault (in Lévy et Lussault, 2003) rappelle les trois grandes catégories de relations qu'un système entretient ou non avec son environnement :

- les systèmes fermés, c'est-à-dire sans relation avec leur environnement ;
- les systèmes ouverts en relations d'interdépendance avec leur environnement ;
- les systèmes autonomes qui, ouverts sur leur environnement, ont la capacité d'en maîtriser les effets, par annulation.

réel, à partir duquel un travail de mise en ordre, partiel et continuellement remaniable, peut être mis en œuvre » (CNRS, 2002 cité par Le Moigne, 2006).

J'ai pourtant choisi de m'appuyer sur le modèle DPSIR pour plusieurs raisons. Le fait que ce modèle apparaisse limité pour saisir la complexité a fait émerger une piste de recherche à explorer. Partant de l'hypothèse que l'essentiel des critiques est fondé sur l'usage qu'il en est fait, généralement réduit à la construction d'un schéma relationnel simpliste (sans établir de liens réels de causalité) et à une catégorisation des indicateurs en fonction de leur nature (état, réponse, etc.), je disposais d'une marge de manœuvre relative pour en proposer une adaptation. Cela me permettait de partir d'un cadre connu par les acteurs institutionnels donc, *a priori*, relativement facile à s'approprier et potentiellement adapté à une démarche de co-construction.

4.1.2.2. Considérer l'état et les variations d'un système territorial

Le choix de s'intéresser au concept de système territorial peut aisément se justifier dans le contexte actuel du positionnement de la géographie au sein des sciences humaines et dans son rapport à la société. Il correspondait notamment à la volonté d'ancrer mes travaux dans le paradigme systémique pour proposer une approche intégrée et transversale des enjeux de développement territorial. L'émergence du concept de développement durable s'est faite dans un environnement culturel, économique et scientifique en pleine évolution (Lévêque, 2009), dans lequel les concepts de **système** et de **territoire** ont pris une place de plus en plus importante. Le système prend en compte les évolutions de la pensée. D'une vision cloisonnée des mondes de la nature et de la société nous sommes passés à une vision intégrée où durabilité environnementale et développement économique doivent trouver les moyens de leur conciliation. La figure n°27 illustre le rapprochement progressif des sciences de la nature et de la société.

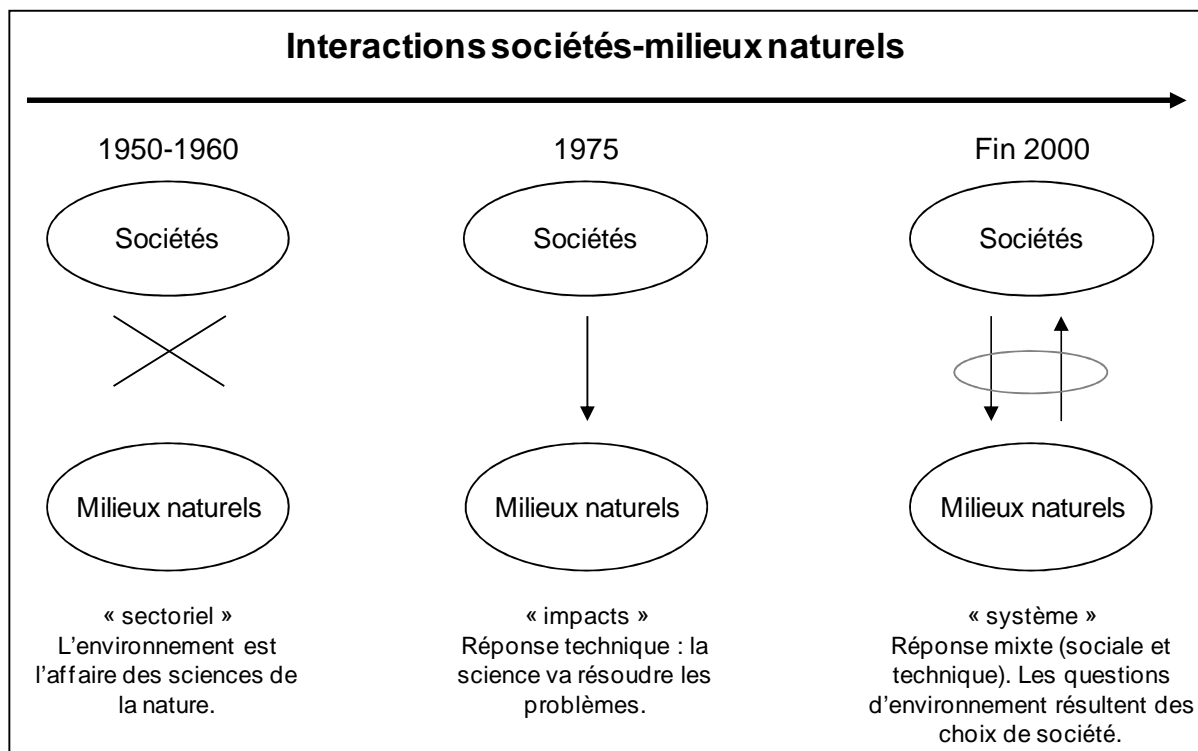


Figure 27 : Rapport des disciplines scientifiques à l'environnement (Source : Lévêque, 2009)

Dès le début du XX^{ème} siècle, la question environnementale commence à être posée à l'échelle planétaire. La première conférence internationale pour la protection de la nature se tient à Berne en 1913. Au départ, l'environnement est considéré sans y inclure l'homme, c'est le mythe du milieu naturel vierge, de l'équilibre naturel à protéger de toute anthropisation. Dans les années 1960, la notion de progrès émerge, c'est le mythe du scientisme, la technique va pouvoir « résoudre les problèmes ». En 1968, la Conférence biosphère de l'UNESCO⁸² avance l'idée d'un développement écologiquement viable (Brunel, 2004 citée par Maljean-Dubois, 2009). Suite à la crise économique des années 1970, on assiste à un courant important de protection de la nature et à l'émergence de l'écologie politique. Le milieu scientifique prend conscience de la complexité des dynamiques en œuvre, commence à admettre que la technique ne suffira pas à résoudre les problèmes et que ce sont les comportements qui doivent évoluer. « *La problématique du développement durable remplace d'une certaine manière la notion du progrès comme utopie constructive* » (Levêque, 2009). D'une approche marquée par une vision dichotomique de l'environnement et de la société, nous avons ainsi évolué vers une approche systémique.

Di Méo (1998) propose la définition suivante du territoire, concept auquel je me suis intéressée précédemment (Cf. Introduction générale et 3.3.3.2.) : « *Le territoire témoigne d'une appropriation à la fois économique, idéologique et politique (sociale, donc) de l'espace par des groupes qui se donnent une représentation particulière d'eux-mêmes, de leur histoire, de leur singularité* ». Le territoire est le fruit d'une grande complexité qu'il convient désormais d'appréhender à travers la notion de **système territorial** (Le Berre, 1992 ; Moine 2007 ; Joerin et Rondier 2007 ; etc.). De Rosnay (1975) définit un système comme « *un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but* ». Comme un système, le territoire est une construction intellectuelle (Le Moigne, 1995) mouvante, évolutive et floue, dont les caractéristiques correspondent à celles que l'on peut attribuer plus globalement au principe de complexité (de Rosnay, 1975). Eckert (1996) va dans ce sens en affirmant que le concept de système territorial regroupe les concepts de système et de modèle. Le modèle étant un « construit » du chercheur, qui lui permet de proposer une représentation scientifique de l'organisation des phénomènes spatiaux contribuant à produire le système territorial. Il propose la définition⁸³ suivante : « *Le système territorial est formé par l'arrangement des relations entre les lieux et les acteurs de l'espace considéré, pris dans leur environnement. Il est explicable par une totalité qui l'organise* ». C'est dans son opposition à la notion d'espaces géographiques qui les produisent et les organisent que la notion de système territorial s'est affirmée comme « *le principe explicatif et organisateur des espaces que l'on affirme pouvoir évaluer* ».

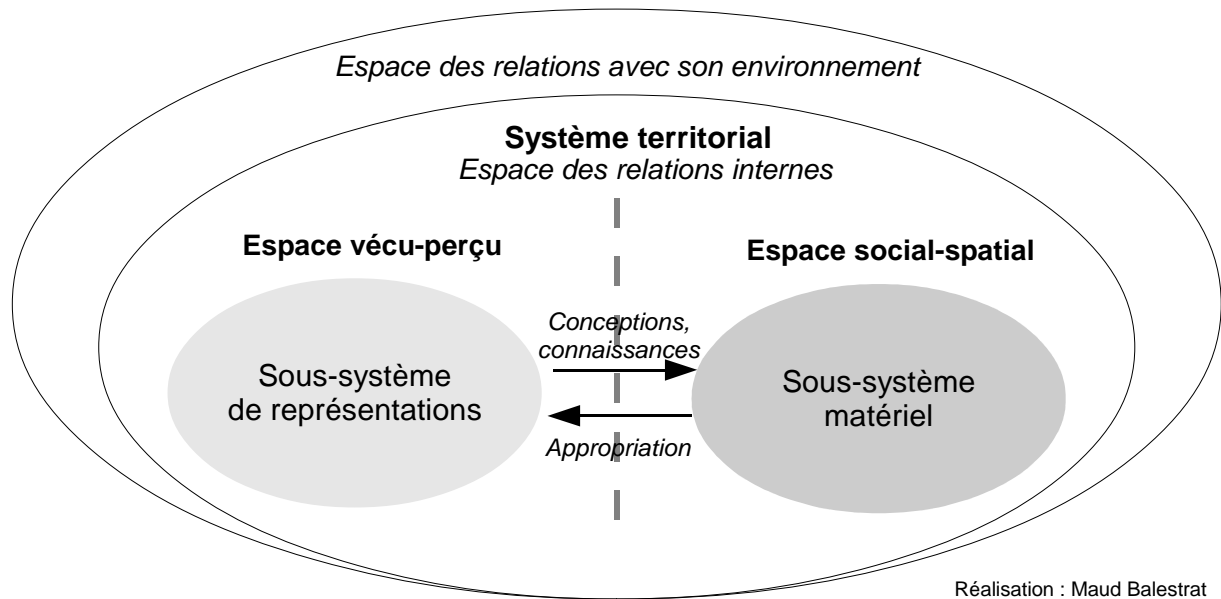
Dans le but de proposer une adaptation du cadre théorique DPSIR, le choix de considérer l'état d'un système territorial me semblait résoudre un certain nombre de contraintes. Avant tout, il permettait de dépasser la vision dichotomique classique centrant le modèle sur l'analyse des déterminismes physiques accélérés ou atténués par des facteurs sociaux. Un autre avantage était qu'il ne réduisait pas le système à celui d'un écosystème ou d'un milieu naturel ne correspondant pas nécessairement à l'échelon de gestion des territoires. Enfin, le système territorial correspondait à un niveau d'appréhension d'un système social où se prennent les décisions puisque par définition, le territoire constitue un espace approprié par un groupe humain.

⁸² United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

⁸³ Eckert (1996) s'est inspiré des travaux conduits par Auriac sur la définition du vignoble languedocien considéré comme système (Auriac, 1983).

4.1.2.3. Considérer l'état et les variations d'un système ouvert

Le système territorial est un **système ouvert** qui s'intègre dans un environnement plus vaste, lui-même pouvant être considéré comme un emboîtement hiérarchisé de systèmes. En d'autres termes, l'échelon d'appréhension du système ne doit pas faire occulter le fait qu'il est lui-même sous-système d'autres systèmes avec lesquels il entretient des relations d'interdépendance plus ou moins proches. Un ensemble de forces motrices en termes d'évolutions structurelles (économiques et sociales), extérieures au système, influencent celui-ci dans ses évolutions dynamiques. Ce sont des facteurs de changements indirects. La figure n°28 illustre les relations que le système entretient avec son environnement⁸⁴.



Réalisation : Maud Balestrat

Figure 28 : Représentation théorique du fonctionnement du système territorial à un niveau global

Cette représentation du niveau d'appréhension global d'un système territorial intègre les deux éléments constitutifs du concept de territoire, proposés par Di Méo (1998) :

- sa **composante espace vécu et perçu** : le sous-système de représentations basé sur les conceptions (aménités, contraintes, etc.) et connaissances que les individus se font de leur territoire ;
- sa **composante espace social et spatial** : le sous-système matériel, en lien avec le premier, produit de l'appropriation (politique, économique, etc.) d'un espace et de ses composantes (environnementales et foncières).

L'analyse systémique m'a ainsi progressivement amenée à désagréger les différents sous-systèmes selon une approche dite descendante⁸⁵. Je me suis intéressée plus particulièrement à la composante matérielle du système territorial pour comprendre le fonctionnement des dynamiques à l'œuvre, sans occulter le fait que les représentations que les individus ou groupes sociaux se font de leur territoire apportent un éclairage complémentaire essentiel pour la compréhension du système étudié. Le sous-système matériel représente ce

⁸⁴ Le terme d'environnement est ici employé au sens large comme « l'ensemble des réalités extérieures à un système » (Emelianoff in Lévy et Lussault, 2003).

⁸⁵ Le découpage systémique, à la différence de la décomposition analytique, ne cherche pas à descendre au niveau des composants élémentaires mais à identifier les sous-systèmes qui jouent un rôle dans le fonctionnement du système (De Rosnay, 1975).

qui peut être vu (ex : paysages) et mesuré (variables, indicateurs, etc.). Ces éléments observables traduits sous la forme d'indicateurs sont justement le produit de ces représentations de l'espace vécu et perçu (sous-système idéal).

4.1.2.4. Identifier les principales composantes du système territorial

Pour adapter ce cadre conceptuel, je me suis notamment appuyée sur des travaux réalisés par le Certu (Certu, 2006) qui proposent la lecture suivante des principaux éléments composants le système DPSIR et de leurs relations :

- Le D de Forces motrices (*Drivers*) représente les évolutions structurelles (économiques et sociales) ;
- Le P de Pressions (*Pressures*) traduit les pressions directes sur le capital (environnemental, foncier, social, économique, humain) ;
- Le S d'État (*State*) représente l'effet des pressions en termes de niveau (volume, quantité, qualité) de capital ;
- Le I d'Impacts (*Impacts*) regroupe les effets économiques, sociaux et environnementaux induits de la variation du capital ;
- Le R de Réponses (*Responses*) décrit les mesures publiques ou comportements privés adoptés en réponse à la variation de l'état du capital et à ses impacts.

Il me paraît essentiel de nuancer les concepts connotés de pression et d'impact en les complétant par des qualificatifs (positifs/négatifs). La notion de **niveau de capital**, complétant ici la notion d'état environnemental par les dimensions économiques (productives), sociales et humaines, m'a semblé constituer une entrée pertinente pour dépasser l'approche relativement simpliste de la pression exercée par un groupe anthropique sur un milieu ou une ressource naturelle. « *Le capital est aujourd'hui défini comme l'ensemble des richesses qui peuvent être mobilisées pour une production (...), il est à la fois un produit (issu d'un processus de construction) et une ressource (mobilisable pour investir dans une production)* » (Coudel, 2009). Le concept de capital a été construit sur des préceptes de l'économie. Un capital économique comprend un patrimoine monétaire et une capacité à le faire fructifier. Le concept s'est progressivement étendu. Bourdieu, dans les années 1980, est l'un des premiers à proposer les notions de « capital culturel » et de « capital relationnel ». Il élargit la portée du mot « capital » à d'autres termes économiques (marché, investissement, etc.) (Lévy in Lévy et Lussault, 2003). L'évolution des sciences, sociales notamment, va ainsi progressivement admettre que d'autres ressources, non uniquement monétaires, peuvent être accumulées et mobilisées. Les notions de « capital social », de « capital humain », de « capital spatial », de « capital naturel ou environnemental » et de « capital institutionnel » ont été introduites progressivement. La notion de capital apparaît plus riche que la notion de patrimoine qui s'appuie sur un héritage historique (Cf. 2.3.2.) mais qui ne sous-tend pas l'idée d'une force productive permettant de le perpétuer et de l'enrichir.

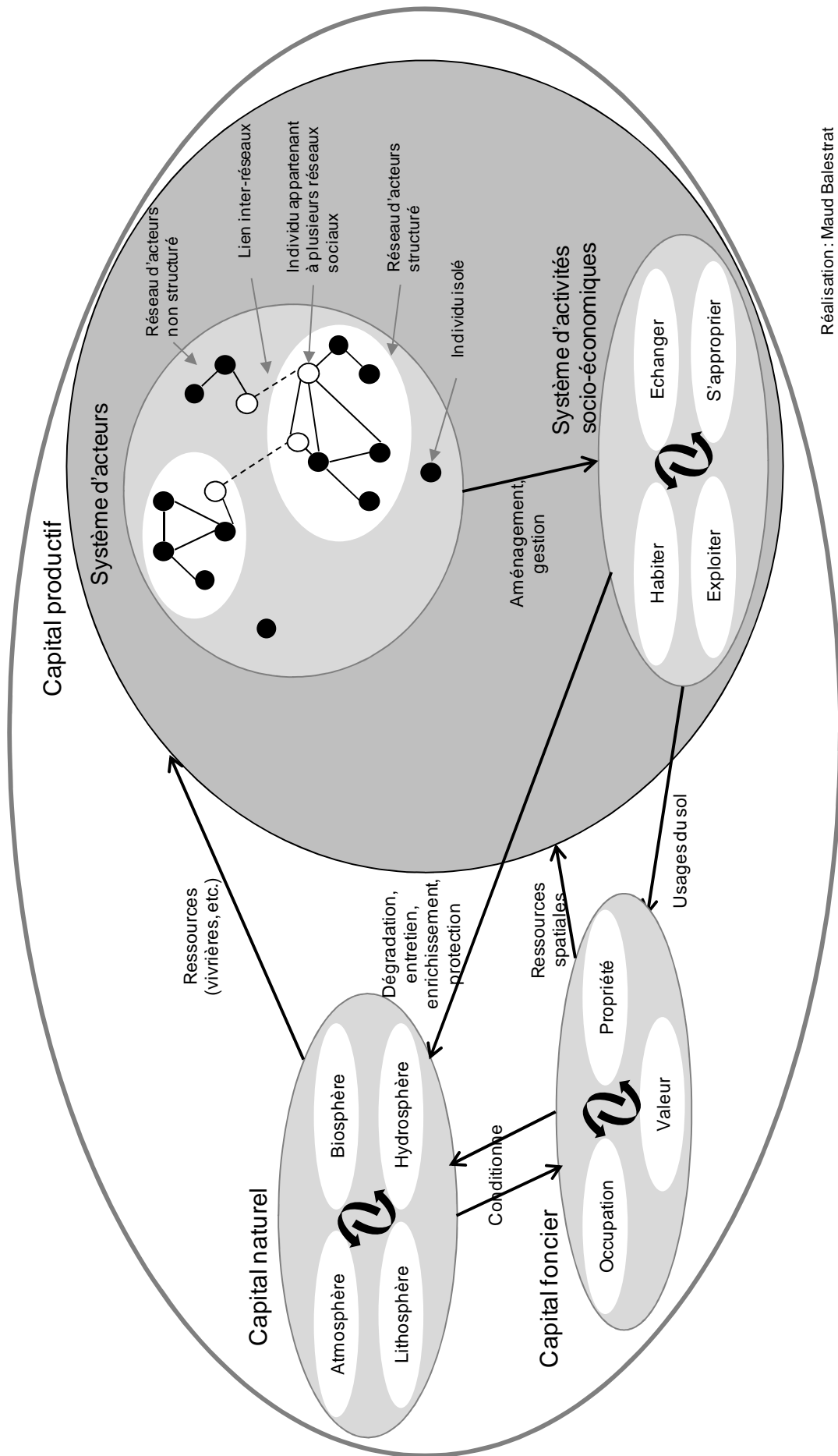
Le concept de capital s'est donc avéré porteur pour qualifier et expliciter les différentes composantes du système territorial. Pour traiter de notre question, j'ai décomposé le système social et spatial dit matériel en trois sous-systèmes (ou niveaux de capital) :

- **Le capital naturel (ou environnemental)** qui « *fournit la matière et l'énergie nécessaires au fonctionnement de l'ensemble du système socio-économique* » (Da Cunha, 1988).
- **Le capital foncier** conditionné par l'utilisation de la surface terrestre disponible par les hommes, elle-même associée à une valeur marchande. « *Au sein du foncier, la terre est transformée en terrain et en sol, biens certes immeubles, mais*

reproductibles, amendables, extensibles et échangeables » (Lussault in Lévy et Lussault, 2003).

- **Le capital productif** qui comprend l'ensemble des forces productives du système et qui peut à son tour être décomposé en deux sous-systèmes :
 - **le système d'acteurs (ou capital humain)** qui se rapporte aux connaissances, aux compétences et aux caractéristiques propres à chaque personne. Smith, dès le XVIIIème siècle, évoque le capital humain en affirmant que l'activité économique est alimentée non pas par une masse collective de travailleurs mais par « *les aptitudes utiles acquises par les habitants ou membres de la société* », et que ces aptitudes, une fois atteintes, forment « *un capital fixe et réalisé, pour ainsi dire, dans chaque individu* » (Keeley, 2008 cité par Stiglitz et al., 2008). Le capital humain est de plus en plus pris en compte dans les facteurs influençant la croissance économique.
 - **le système d'activités socio-économiques** qui traduit la relation entre une mobilisation des ressources (capital naturel, humain, social, organisationnel, institutionnel, etc.) par des acteurs en fonction de leurs besoins mais aussi des techniques qu'ils maîtrisent (Tonneau et al., 2009).

La figure n°29 reprend l'ensemble de ces éléments composant le système territorial et leurs principales interactions aux différents niveaux d'appréhension.



Réalisation : Maud Balestrat

Figure 29 : Représentation théorique du fonctionnement du système territorial inspirée des travaux de Da Cunha (1988) et de Moine (2007)

4.1.2.5. Prendre en compte la dimension spatio-temporelle

Une critique portée au modèle DPSIR, tel qu'il est utilisé généralement, tient à la difficulté de distinguer l'appartenance d'un indicateur à une seule catégorie. Le cadrage du modèle dans une période temporelle m'est apparu essentiel pour dépasser cette problématique. Le système territorial est le produit **d'héritages historiques** des civilisations qui s'y sont implantées et développées. Il me paraît également essentiel de considérer au préalable le contexte spatial du système territorial étudié. Quelle que soit la période à laquelle se fait l'analyse du système territorial, celui-ci ne peut être considéré comme « vierge ». Il faut tenir compte des **déterminismes géographiques** liés à la localisation spatiale du territoire, qui ont influencé, dans une certaine mesure, l'implantation des hommes et des activités. Daudé (1971) parle de « *nouveaux déterminismes physiques* ». La technique permet désormais aux hommes d'équiper n'importe quel morceau d'espace. Cependant, dans la pratique, les espaces les plus accessibles sont équipés prioritairement. Les transports, par exemple, doivent répondre à « *des impératifs de « masse », de rapidité, de sécurité et de fluidité (absence de ruptures de charge)* ». Techniciens et politiques retiennent donc logiquement l'espace le plus accessible, ce qui a conduit au développement privilégié des principaux aménagements et équipements (routiers, énergétiques, etc.) dans les plaines et le long des principaux axes fluviaux. Ces déterminismes géographiques et cet héritage historique conditionnent l'état du système territorial et sont déterminants en fonction de la période spatio-temporelle prise en compte.

4.1.2.6. Fonctionnement général du modèle DPSIR adapté

Les **forces motrices** sont considérées comme les évolutions structurelles (économiques et sociales) de niveau supérieur au système territorial. Elles l'influencent indirectement dans ses évolutions dynamiques. Ces éléments moteurs produisent des **pressions** (positives ou négatives) qui sont des facteurs de changements directs de **l'état du système territorial**, c'est-à-dire un ensemble de transformations qui, passé un certain seuil, vont faire varier son état (en termes de dégradation ou d'amélioration).

L'effet de ces variations engendre, sur le niveau et les conditions de vie (environnementaux, sociaux ou économiques), des **impacts** (positifs ou négatifs) plus ou moins acceptés par la société. Les **réponses** sont alors les mesures publiques ou les comportements privés adoptés pour contrer ou renforcer les effets induits des variations du système territorial (impacts), lorsque ceux-ci ne sont plus acceptés. Passé un certain seuil, les effets engendrés par la variation de l'état du système sont plus ou moins régulés en fonction des réponses apportées par la société. Celles-ci se répercutent, comme rétroactions, de façon positive ou négative, en modifiant les éléments de pression, en réorganisant et conditionnant (directement ou indirectement) l'état du système territorial et dans une moindre mesure en contribuant à infléchir les forces motrices. L'adaptation du cadre théorique DPSIR est présentée dans la figure n°30.

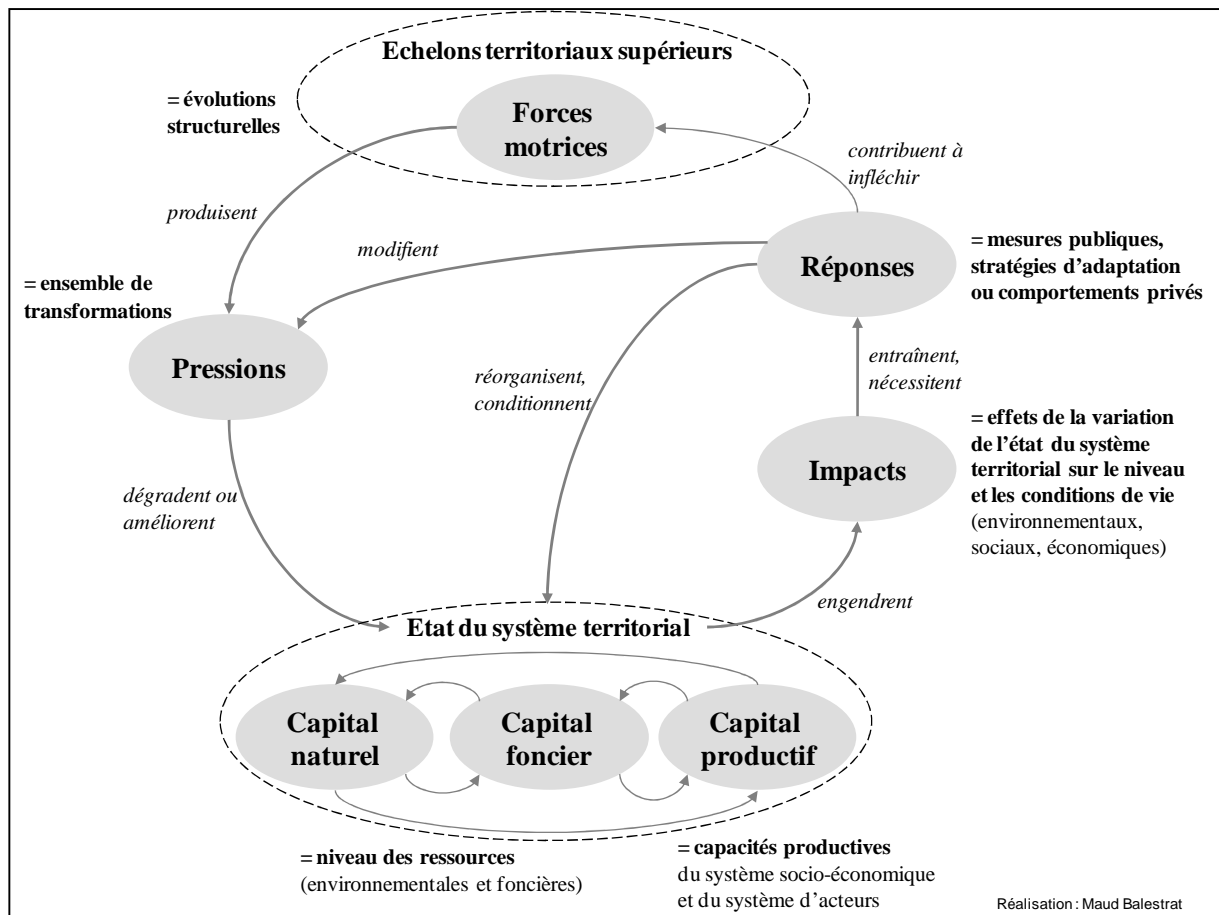


Figure 30 : Adaptation du cadre théorique DPSIR

4.1.2.7. Modélisation des dynamiques de périurbanisation

La démarche modélisatrice consiste ensuite à **appliquer le modèle DPSIR** (adapté) à l'objet d'étude. J'ai retenu trois éléments moteurs principaux (interdépendants) qui ont contribué, depuis la fin des années 1960, à favoriser les dynamiques de périurbanisation en France :

- **Le différentiel d'attractivité du territoire** se traduit en termes de dynamiques démographiques ;
- **La mondialisation** influe sur les systèmes productifs (internationalisation et interdépendance des marchés) et les modes de vie ;
- **L'évolution des valeurs sociétales, des niveaux et modes de vie** se traduit en termes d'évolution des modes d'habiter, de consommer, de se déplacer, de se récréer (préférence de logement, mode de déplacement, etc.) et en termes de structures familiales (nombre et taille des ménages). Cette évolution des modes de vie est également influencée par le contexte législatif, institutionnel et réglementaire (ex : lois en faveur de l'accession à la propriété, Grenelle de l'environnement, etc.).

L'ensemble de ces forces motrices participent aux dynamiques de périurbanisation sur le territoire qui produisent un ensemble de pressions. Les pressions peuvent être considérées comme l'ensemble des **transformations générées par une évolution des besoins et des pratiques** (ressources, déplacements, logements, emplois, équipements, services, etc.). Le

différentiel d'attractivité entre les différents espaces du territoire fait varier l'importance de ces transformations en fonction des zones.

L'intensité des pressions se traduit en termes de variations de l'état du système territorial. Les mécanismes d'altération ou de valorisation du capital naturel peuvent se mesurer par le niveau de **ressources environnementales** d'autant plus **mobilisées** que la population augmente. Dans le périurbain, elles doivent répondre à divers besoins (ex : activités agricoles, approvisionnement des résidents, etc.) mais également à un ensemble d'aménités constitutives d'un art de vivre. Comme nous l'avons vu (Cf. 2.1.), le capital foncier disponible, en particulier les espaces agricoles, subit, sous l'effet de l'accroissement des espaces urbanisés, des pressions importantes qui se manifestent par des **conflits d'usages**. Enfin, les dynamiques socio-économiques se caractérisent en zone périurbaine par une forte proportion de **familles** composées généralement d'un couple avec enfants, et une forte représentation des **jeunes**. En termes de revenus, Roux et Vanier (2008) distinguent la première couronne périurbaine habitée majoritairement par des foyers fiscaux plus riches que les périphéries plus éloignées. Ces auteurs mettent également en évidence une **représentation composite des catégories socio-professionnelles** et une forte représentativité des **femmes actives salariées** en zone périurbaine. On note enfin une **grande mobilité** quotidienne des populations liée à l'importance des déplacements domicile-travail mais également pour le loisir et les achats.

Les variations de l'état du système territorial, liées aux dynamiques de périurbanisation, passé un certain seuil, se répercutent en termes d'impacts (économiques, sociaux, environnementaux) qui se traduisent par une **évolution du niveau de vie** (degré d'autonomie économique, revenus, espérance de vie, etc.) et de la **qualité du cadre de vie** (aménités paysagères et environnementales, niveau de risque, etc.). Ces impacts sont généralement appréhendés de façon négative lorsqu'ils sont engendrés par un **étalement urbain « incontrôlé »** (gaspillage de ressources non renouvelables, altération des fonctions naturelles des sols, fragilisation de secteurs d'activités, ségrégation socio-spatiale, etc.).

J'ai retenu quatre grands types de réponses, qui interagissent entre elles, en fonction de leur capacité à contrer les effets négatifs liés à l'étalement urbain : les actions des pouvoirs publics et des élus en termes de **planification urbaine** (ouverture de zones à l'urbanisation, périmètres de protection, etc.), les stratégies mises en œuvre par les **promoteurs immobiliers** (modèles d'habitat proposés, etc.), les stratégies des **propriétaires fonciers** (mises à dispositions de terres, etc.) et les choix de **localisation des ménages**.

Depuis les années 1990, la prise de conscience des effets néfastes d'un développement périurbain « anarchique », liée à l'émergence du développement durable dans les politiques publiques, a contribué à la mise en place de mesures et de modifications des comportements pour limiter les impacts négatifs dus à l'étalement spatial des villes. J'ai identifié quatre types d'actions publiques mises en œuvre pour freiner ces effets : la coordination des politiques de transport et d'urbanisme, l'élargissement des échelles territoriales de planification, la gestion des espaces naturels et agricoles (zonages de protection, etc.) et le développement d'une offre urbaine alternative. Les réponses d'ordre privé sont liées aux stratégies d'adaptation et de résistance des populations qui partent d'initiatives individuelles ou collectives. Elles se traduisent en particulier par la capacité des acteurs à se fédérer et à innover. Cela peut être par exemple le regroupement au sein d'associations pour le maintien de l'agriculture, les stratégies des ménages pour limiter leurs dépenses énergétiques (covoiturages, etc.) ou encore les stratégies d'attente développées par les propriétaires fonciers pour faire des plus-values sur

la vente de leur terres. Les ménages sont amenés au cours de leur parcours résidentiel à faire des compromis entre leurs besoins et les moyens dont ils disposent et qu'ils sont en mesure de mettre en œuvre pour y répondre, également en fonction de l'offre du marché (foncier, immobilier, du travail, etc.). L'ensemble de ces réponses conditionnent le différentiel d'attractivité entre les différents espaces du système territorial (force motrice), le niveau de besoins (pression) et l'état du système territorial.

La figure n°31 reprend ces éléments pour proposer une représentation du cadre conceptuel DPSIR adapté, appliqué aux processus de périurbanisation en France.

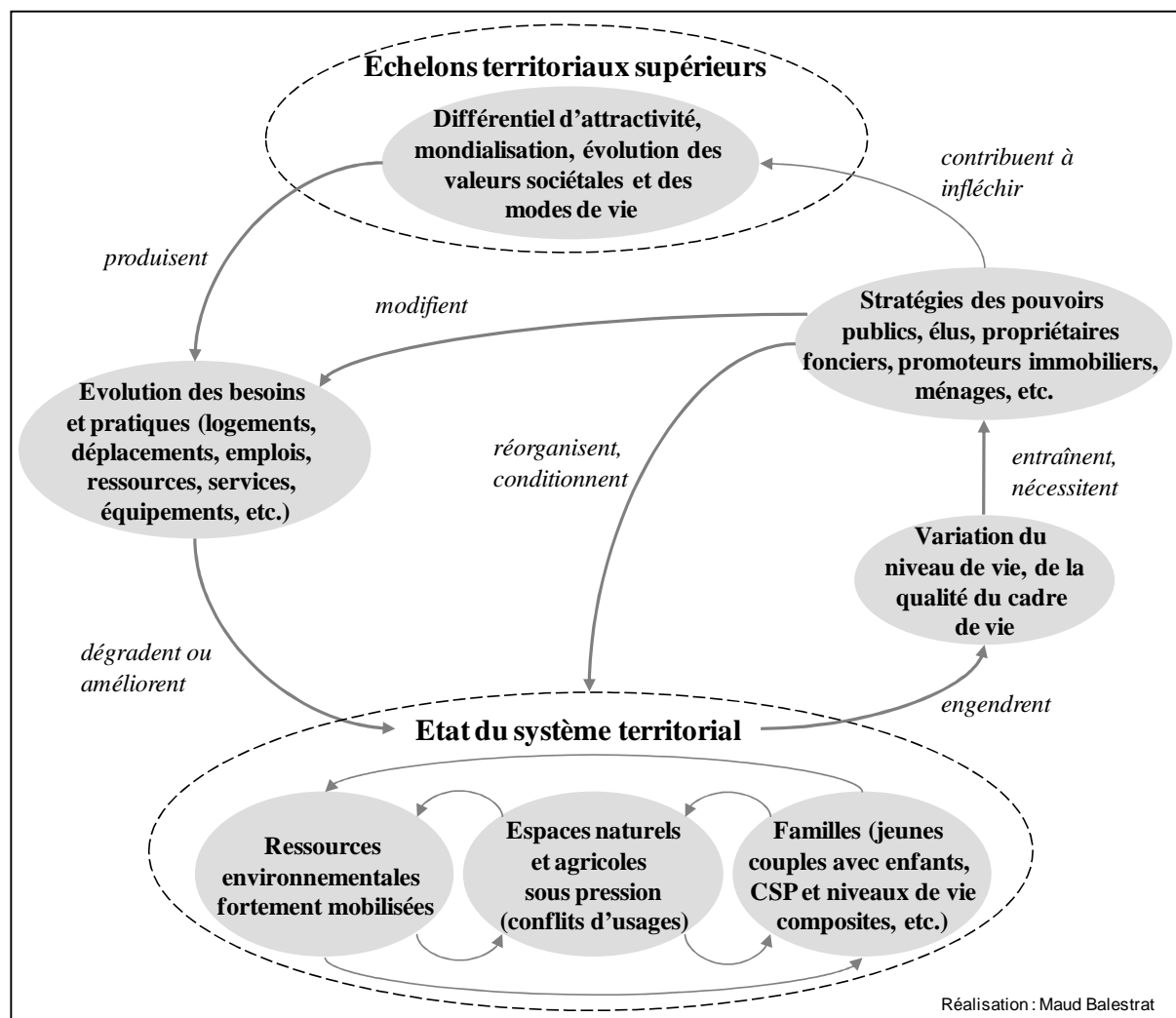


Figure 31 : Modèle DPSIR adapté, appliqué aux processus de périurbanisation en France

L'exercice de modélisation a ensuite conduit à préciser les dynamiques de périurbanisation caractérisant le système territorial languedocien. Nous présenterons l'exercice au chapitre 5. Afin de **valider le modèle construit** et dans le but de construire une représentation partagée du fonctionnement du système territorial languedocien, j'ai soumis ce modèle conceptuel systémique aux débats. La confrontation du modèle aux points de vue des acteurs constitue une étape essentielle. Elle doit permettre de révéler les lacunes du modèle conceptuel retenu afin d'affiner et d'enrichir celui-ci en vue de répondre à la problématique soulevée.

4.1.2.8. Valider le modèle conceptuel systémique et construire une représentation partagée

Le modèle offre un support pour confronter les différentes connaissances, perceptions et représentations du territoire. Cette confrontation, outre l'enrichissement des connaissances et perceptions de chacun, permet de valoriser les savoirs locaux et de valider le modèle construit (Maurel, 2001). Chaque individu est influencé par un système de valeurs qui définit sa vision personnelle du territoire (Joerin et Rondier, 2007). L'un des enjeux d'une démarche modélisatrice consiste à construire une vision commune de la réalité, à partir de visions plurielles et de représentations distinctes souvent contradictoires. L'exercice de modélisation doit donc favoriser les interactions entre les différents acteurs (chercheurs, acteurs institutionnels, etc.). La figure n°32 illustre la façon dont j'ai voulu aborder l'exercice de modélisation, comme un dispositif propice au débat basé sur la confrontation des représentations véhiculées par chacun. L'approche a été conduite de façon itérative au moyen de tables rondes ouvertes à l'ensemble des acteurs et chercheurs souhaitant être impliqués dans cette phase de la démarche.

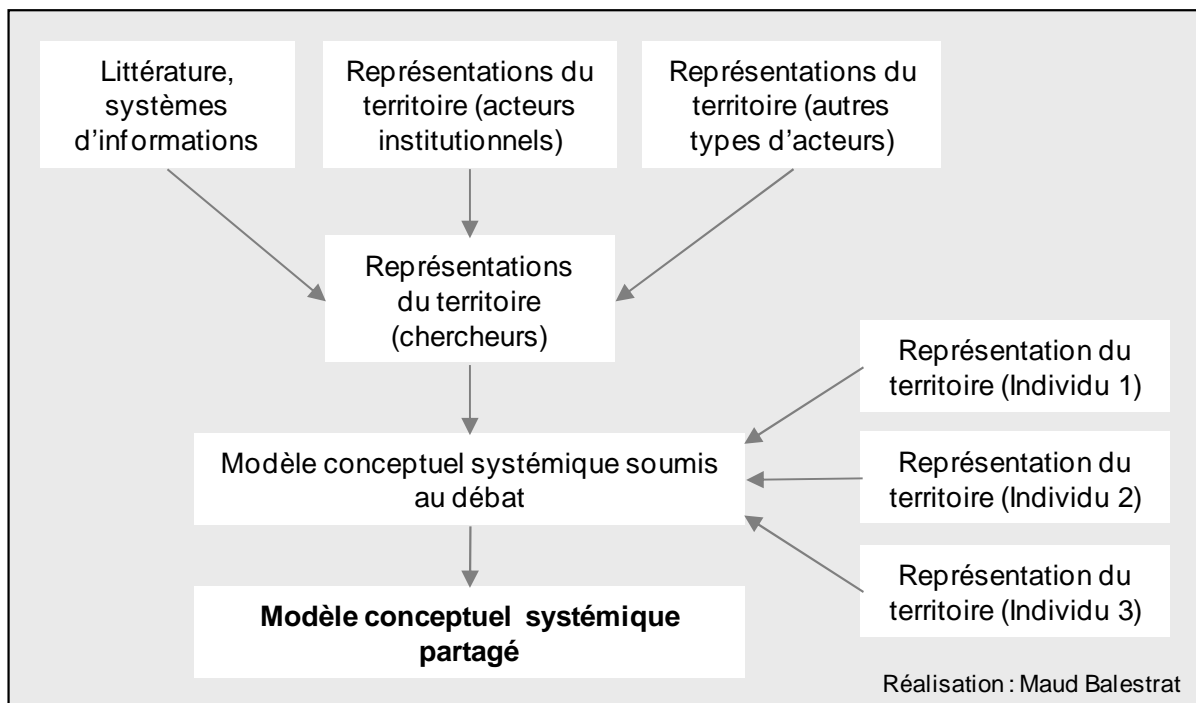


Figure 32 : Cadre de concertation pour construire une représentation partagée du système étudié

Dans la perspective de construire un système d'aide à la décision, le modèle conceptuel offre un support pour guider la démarche de sélection des indicateurs. Pour passer d'un modèle explicatif des dynamiques territoriales à un système d'indicateurs, un **graphe causal détaillé** reprend les éléments du modèle conceptuel. Celui-ci permet de représenter précisément la structuration et le fonctionnement du système en s'appuyant sur l'identification et l'explication des différentes interactions entre les éléments le composant. Dans le modèle consolidé, les interactions identifiées et décrites en fonction d'une question posée par les acteurs permettent de proposer un certain nombre d'indicateurs. La mise en œuvre du système d'indicateurs destiné à qualifier le modèle permet ensuite, sur la base d'éléments de mesure concrets, d'infirmer ou de confirmer sa conceptualisation.

4.1.3. Définir les interactions qui intègrent les indicateurs en un tout organisé

Comme nous l'avons vu, la plupart des approches méthodologiques, basées sur le modèle DPSIR, proposent de structurer les indicateurs en les classant dans des catégories (ex : pression, réponse). Cependant, peu d'entre elles s'attachent à formaliser les relations de causalité entre indicateurs. L'explication de ces relations s'arrête généralement au niveau conceptuel et théorique. L'existence de rétroactions rend difficile la distinction entre l'effet et la cause d'un phénomène au sein d'un système. C'est pourquoi il m'est apparu essentiel d'identifier de façon exhaustive ces relations et d'explicitier précisément l'articulation entre les différentes catégories, afin qu'elles constituent un guide pour la sélection des indicateurs.

L'interaction s'intéresse « au niveau élémentaire de chaque relation entre les constituants du système pris deux à deux ». Cette relation se traduit le plus souvent, dans les systèmes complexes, « par un rapport d'influence ou d'échange ». La notion d'interaction « déborde la simple relation de cause à effet », ce qui a conduit à la théorisation du concept de rétroaction. Celui-ci se base sur la notion de **causalité circulaire**. Dans un système, « il y a des variables d'entrée et des variables de sortie. Les entrées sont sous l'influence de l'environnement du système et les sorties résultent de son activité interne. On appelle alors **boucle de rétroaction** (feed-back en anglais) tout mécanisme permettant de renvoyer à l'entrée du système, sous forme de données, des informations directement dépendantes de la sortie » (Donadieu et Karsky (2002) ; Durand, 1979 ; De Rosnay, 1975) (Cf. Figure n°33).

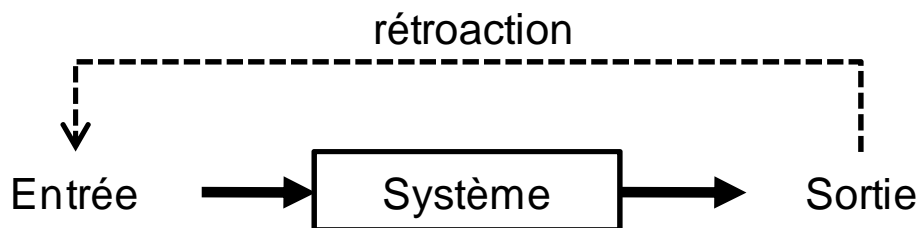


Figure 33 : Schématisation classique d'une boucle de rétroaction

On différencie généralement les boucles de rétroaction positive des boucles de rétroaction négative. Si les données d'entrée contribuent à faciliter et à accélérer la transformation dans le même sens que les résultats précédents, on est en présence d'une boucle positive. « La ré-injection sur l'entrée des résultats de la sortie contribue à faciliter et à amplifier la transformation déjà en cours ». Les effets sont cumulatifs, le système se comporte différemment, ce qui peut se traduire soit par une expansion indéfinie, un blocage ou une implosion du système. La construction d'un échangeur autoroutier, par exemple, exerce une influence positive sur l'accroissement des zones bâties. Passé un certain seuil, l'espace à bâtir est totalement construit, le système rural ou périurbain a évolué vers un système urbanisé. En revanche, si les données d'entrée agissent en sens opposé aux résultats antérieurs, il s'agit d'une boucle négative. « La rétroaction agit en sens opposé de l'écart à l'équilibre de la variable de sortie. (...) Si la rétroaction se montre efficace, il y a stabilisation du système ». Dans le cas de l'exemple ci-dessus, il peut s'agir de la mise en place d'un périmètre de protection qui conduit à restreindre la dynamique de construction de logements et autres équipements.

Je suis partie de l'hypothèse suivante : les relations causales entre indicateurs reposent sur celles identifiées entre les éléments du système. Le modèle aide ainsi à sélectionner, hiérarchiser et mettre en relation les indicateurs. Cette étape est essentielle puisqu'elle permet non seulement de repérer les éventuels oublis parmi les éléments indispensables au

fonctionnement du système, mais également de participer à la construction d'une vision intégrée du territoire étudié.

Joerin et al. 2005 retiennent deux types principaux de relations entre les indicateurs. Premièrement, des **relations sémantiques** qui établissent des liens de signification entre les termes, concepts ou classes d'un langage, « *l'emploi peut, par exemple, constituer une relation entre la population et le secteur privé ou public* ». Deuxièmement, les **relations causales** qui établissent qu'un phénomène est la cause d'un autre, par exemple « *une diminution du trafic routier peut avoir pour effet une amélioration de la qualité de l'air* ». C'est ce second type de relation que j'ai cherché à mettre en valeur par la production d'indicateurs inter-reliés (Cf. Figure n°34).

En reprenant chacune des relations de causalité, acteurs et chercheurs sélectionnent ensuite les indicateurs les plus représentatifs pour les qualifier. Le choix initial d'indicateurs, justifié par la logique du schéma détaillé des relations de causalité, établi sur la base du modèle conceptuel systémique, doit être en cohérence avec les critères d'évaluation définis avec les acteurs. Comme nous l'avons vu, l'indicateur doit satisfaire une certaine rigueur scientifique mais il doit avant tout être en cohérence avec une question posée (Cf. 3.3.1.). Dans le souci de répondre aux besoins des acteurs, des interactions régulières ont été indispensables pour s'accorder sur la finalité du système d'indicateurs et guider le choix d'indicateurs potentiellement adaptés pour le renseigner.

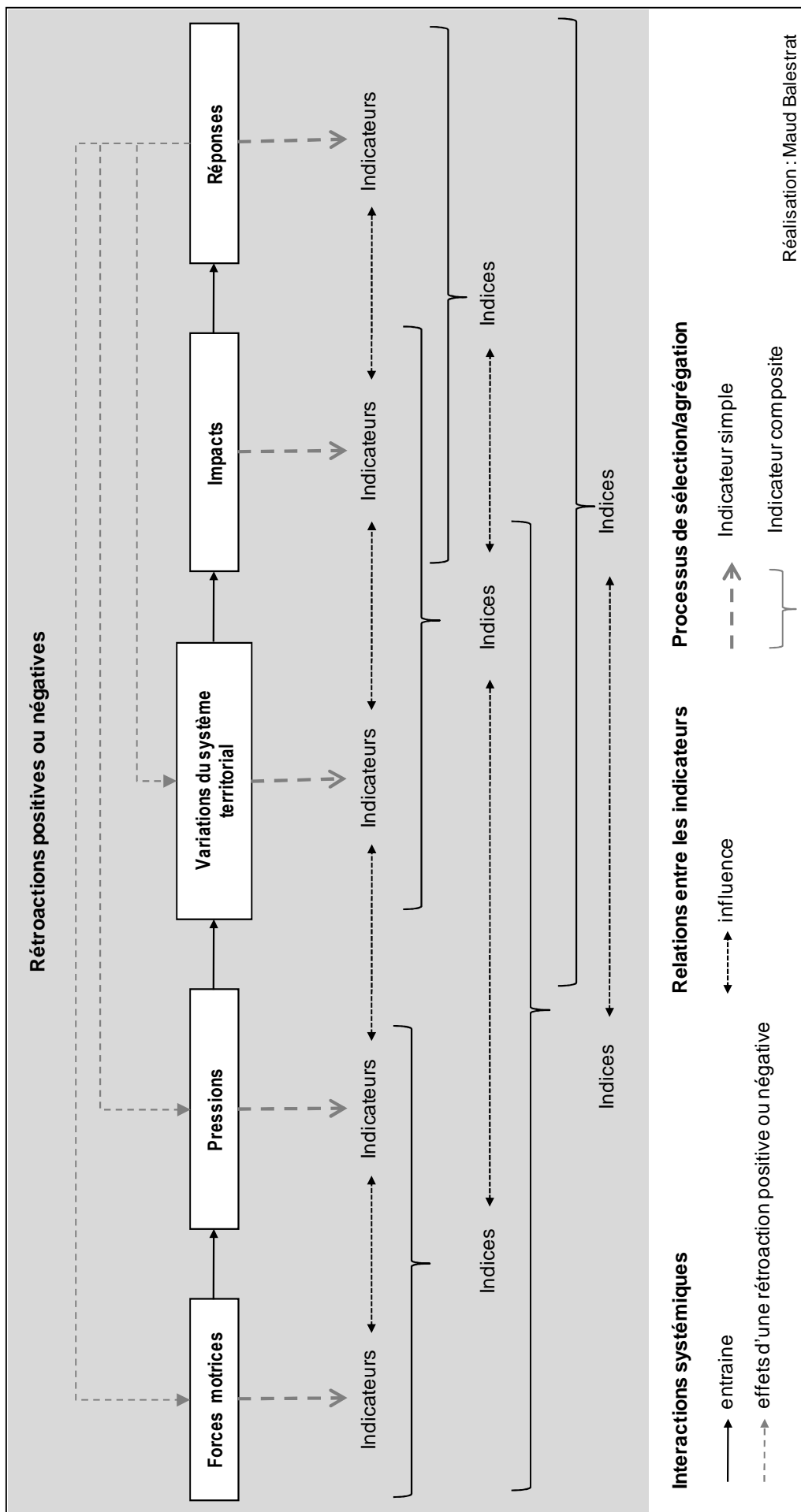


Figure 34 : Processus de sélection des indicateurs sur la base du modèle DPSIR adapté

4.2. Définir les objectifs et sous-objectifs à atteindre avec les acteurs

Dans le cadre de la mise en œuvre d'un **projet de gouvernance territoriale**, différents niveaux de concertation peuvent être envisagés pour accompagner les acteurs dans la formulation de leurs objectifs et dans l'appropriation des connaissances nécessaires à la compréhension du système d'indicateurs. La figure n°35 illustre les trois grandes phases conduites pour organiser les débats et favoriser l'implication des acteurs tout au long du processus décisionnel.

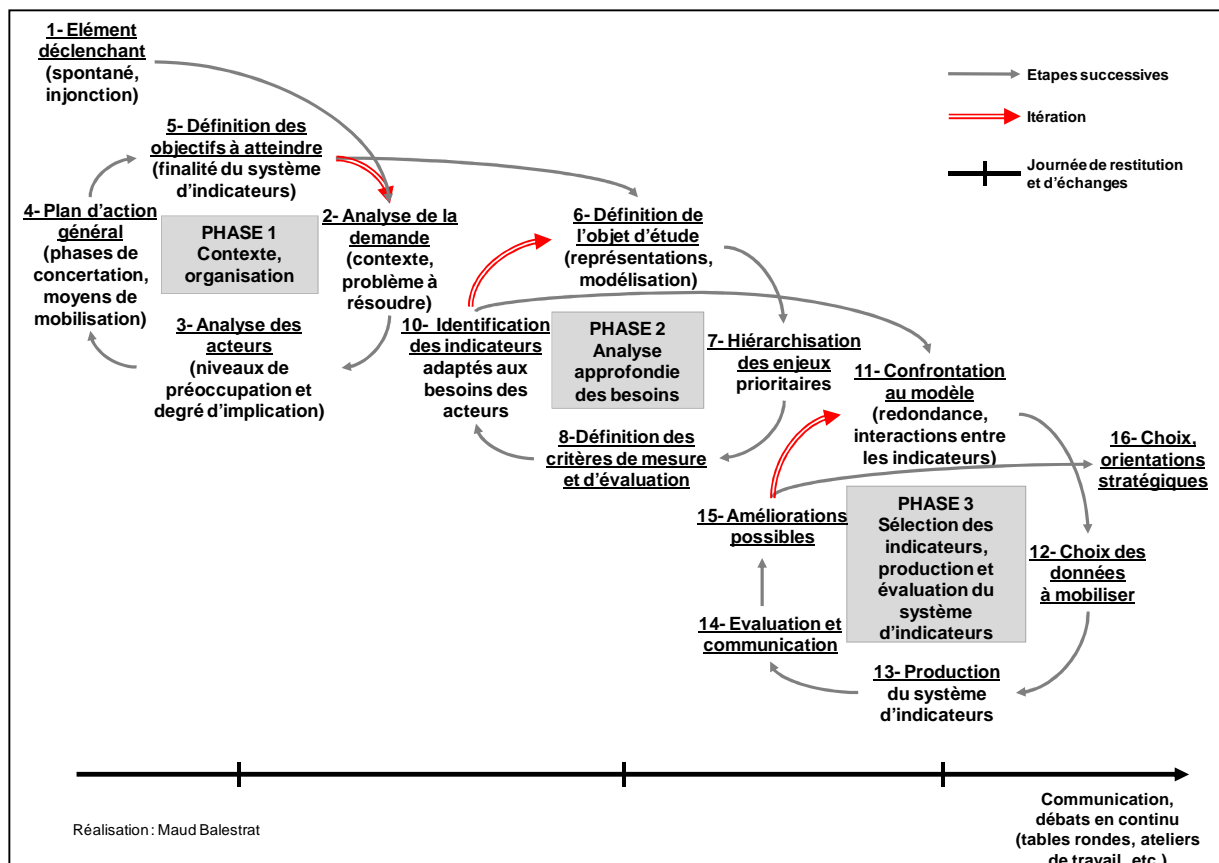


Figure 35 : Grandes phases conduites pour favoriser l'implication des acteurs tout au long du projet

4.2.1. Contexte et organisation

L'**élément déclenchant** est entendu ici comme les facteurs conduisant à la nécessité de mettre en œuvre un dispositif participatif d'aide à la décision. Il peut s'agir d'une problématique posée de façon spontanée ou liée à de nouvelles injonctions en matière d'objectifs de gestion du territoire, généralement d'ordre législatif ou organisationnel.

Au préalable, **l'analyse de la demande**, c'est-à-dire du problème à résoudre, doit permettre de cerner le contexte du projet et les intérêts en jeu. Cela permet ensuite de **cibler les acteurs à mobiliser**. Dès le départ, j'ai émis l'hypothèse que l'implication du plus grand nombre est le gage d'une plus grande qualité des indicateurs. Le choix des personnes à mobiliser a consisté à identifier les groupes d'acteurs institutionnels représentatifs du territoire languedocien, notamment ceux directement impliqués dans la planification urbaine et la gestion du foncier agricole. Pour comprendre le degré d'intervention de chacun, une analyse fine des statuts et fonctions des acteurs mobilisés a ensuite été nécessaire.

Le contexte et les moyens à disposition ont été des éléments déterminants pour le choix de la démarche adoptée. Pour assurer l'appropriation du système d'indicateurs, l'approche a été conduite « chemin faisant ». Il a cependant été indispensable de définir un « **plan d'action** » général, c'est-à-dire d'évaluer la durée du projet, d'anticiper les principales phases d'interactions et les moyens de leur mise en œuvre.

La démarche a ensuite consisté à **définir les grands objectifs à atteindre** afin de s'entendre sur la finalité du système d'indicateurs. Pour favoriser les interactions et l'implication des acteurs, plusieurs phases de concertation ont été mises en œuvre. Une série d'entretiens en groupes restreints a été conduite, de novembre 2008 à juillet 2009. En parallèle de ces ateliers de travail, diverses tables rondes, ouvertes à un large panel d'acteurs, ont été organisées afin de multiplier les échanges. Au total, une cinquantaine d'acteurs institutionnels ont été mobilisés. Ils se sont investis, selon des degrés divers, dans la démarche. Trois formations, portant sur la conduite de démarches de production d'indicateurs de diagnostic des territoires en matière de dynamiques d'artificialisation des sols, ont également été organisées, mobilisant chacune une dizaine d'acteurs des services de l'État déconcentrés. Enfin, trois journées de restitution ont été l'occasion d'informer un panel plus large d'acteurs sur l'avancée du projet.

4.2.2. Analyser précisément les besoins des acteurs

Afin de **définir précisément la finalité du système d'indicateurs**, j'ai choisi de mobiliser les acteurs autour d'ateliers de travail en groupes plus restreints et, dans ce cadre, j'ai construit une grille d'entretiens semi-directifs⁸⁶ (Cf. Annexe n°1). J'ai retenu trois angles d'approche pour structurer la grille d'entretiens :

- **l'analyse de l'existant** pour identifier les usages en indicateurs ;
- **l'analyse approfondie des besoins** (manques) en indicateurs ;
- **l'évaluation du système d'indicateurs prototype** en vue de :
 - définir des critères d'évaluation ;
 - affiner la demande au regard des indicateurs produits et cibler d'autres indicateurs potentiellement pertinents ;
 - envisager les améliorations possibles des indicateurs proposés (méthodes de calculs, unités de mesure, nomenclatures, niveaux de restitution, choix de représentation, etc.).

Pour assurer la légitimité du système d'indicateurs, il m'est apparu essentiel que l'implication parte d'une démarche volontaire de la part des acteurs. Le chercheur peut encourager cette participation en multipliant les phases d'interactions et en fournissant des supports graphiques et théoriques utiles pour enrichir les échanges (modèles, système d'indicateurs prototypes, cartes, graphiques, photographies aériennes, etc.). Dans le but de confronter les dires d'acteurs à des représentations techniques et dans le but de définir des

⁸⁶ L'entretien semi-directif constitue un mode d'approche, celui de la conversation où prédomine l'écoute de la, ou des personnes interrogées. La grille d'entretien doit permettre de guider et de réguler l'échange mais ne pas le restreindre à un cadre d'analyse stricte, afin de permettre à l'interviewé de communiquer sa propre perception de l'objet d'étude, susceptible d'enrichir les informations collectées et d'affiner les questions posées (Michelat, 1975). L'échange doit ainsi favoriser les interactions pour permettre une collecte d'informations personnalisées. Cela suppose de la part du chercheur une capacité d'écoute et de reformulation des questions.

critères d'évaluation sur une base commune, j'ai accompagné ces entretiens d'un système d'indicateurs prototype⁸⁷ comme support pour structurer les échanges (Cf. Annexe n°2).

Ces échanges avaient pour principal objectif d'**identifier les indicateurs les plus représentatifs et adaptés** aux besoins des acteurs. Les résultats de l'analyse approfondie des besoins sont présentés dans le chapitre 6.

4.2.3. Identifier les indicateurs adaptés aux besoins des acteurs

Pour orienter et organiser le processus de sélection des indicateurs, je me suis inspirée des travaux de Rey-Valette et al. (2008), basés sur la méthode « Principes, Critères, Indicateurs ». Le travail conduit avec les acteurs a d'abord permis de hiérarchiser les **enjeux prioritaires** (qui reflètent les principes défendus par les acteurs et leurs représentations du territoire). Ces enjeux ont ensuite été traduits en actions concrètes à mettre en œuvre pour y répondre. Il s'agit alors d'identifier des **critères pour mesurer** ces enjeux, c'est-à-dire de choisir des « *variables aptes à rendre compte de ces principes* ». Ces critères ou variables peuvent ensuite être mesurés sous formes d'**indicateurs**, c'est-à-dire sous formes d'indices et de valeurs seuils. Cela demande de définir précisément chacun des indicateurs. « *La formulation d'un indicateur est plus précise que celle du phénomène correspondant, car l'indicateur est orienté sur une mesure opérationnelle* » (Desthieux, 2005). A ce stade, il est important que les choix effectués soient également discutés de façon collective. En effet, cet exercice « *n'est pas neutre stratégiquement et politiquement* », en outre c'est l'occasion de « *mobiliser les connaissances des acteurs* » (Rey-Valette et al, 2008).

Le choix des indicateurs a inévitablement été restreint par des contraintes de **disponibilité des données**. Il a donc été nécessaire d'envisager les possibilités de renseigner les indicateurs à partir des variables statistiques et spatiales existantes. Ce travail nécessite d'étudier les systèmes d'information, généralement déjà familiers aux acteurs, afin d'identifier les sources de données disponibles en termes d'exhaustivité, de qualité et de pertinence à répondre aux besoins de mise en œuvre des indicateurs. C'est l'occasion d'envisager les moyens de collecter cette information et d'identifier l'information manquante. Il peut alors s'avérer nécessaire de concevoir des méthodes innovantes de production et de mise à disposition de cette dernière. Cette étape requiert une technicité et des connaissances particulières que chacun doit faire l'effort de vulgariser pour les rendre accessibles à l'ensemble des personnes impliquées dans le processus.

La diversité des profils des acteurs concernés par ce type de démarche collective, à la fois en termes de statuts, de fonctions et d'attentes, peut être perçue comme une contrainte supplémentaire. Pour satisfaire au mieux les attentes de chacun, condition indispensable à la légitimité du système d'indicateurs, il faut envisager les moyens de construire un consensus. Cela passe inévitablement par des **compromis** qui doivent être décidés ensemble pour garantir l'acceptation du processus, gage de la continuité de l'implication des acteurs et de la qualité du système d'indicateurs produit. La modélisation constituait un support adapté pour aider à trancher sur le choix des indicateurs sur la base d'un accord mutuel.

⁸⁷ Le système d'indicateurs prototype produit et soumis à évaluation par les acteurs comprend une vingtaine d'indicateurs d'état sur l'occupation et la qualité des sols et des indicateurs de pression sur la consommation des sols par les surfaces artificialisées. Chacun est décrit par une fiche synthétique (mode de calcul, détails techniques, analyse critique, interprétation, représentations).

4.3. Passer d'un modèle causal à un système d'aide à la décision

Le choix définitif des indicateurs est basé sur un compromis entre les indicateurs identifiés comme pertinents pour renseigner le modèle conceptuel et répondre aux besoins des acteurs, les disponibilités en bases de données et la capacité de production de données manquantes. Une fois le système d'indicateur finalisé, il faut envisager les moyens d'accompagner sa communication et sa diffusion auprès des utilisateurs potentiels. Le processus d'évaluation a été conduit au fur et à mesure, considéré comme un élément à part entière de la démarche de co-construction du système d'indicateurs.

4.3.1. Confronter les résultats de l'analyse des besoins et de la modélisation pour préciser le choix des indicateurs

Le modèle, discuté avec les acteurs, doit permettre de préciser les contours de ce qu'il est important d'étudier afin d'identifier les indicateurs les plus représentatifs. Partant de l'hypothèse que la pluralité des acteurs impliqués dans une démarche de co-construction favorise l'enrichissement du processus, il faut trouver les moyens de « gérer cette diversité ». Desthieux (2005) s'est attaché à démontrer, à partir des notions de **convergence**, de **divergence** et de **redondance**, comment la confrontation des représentations des acteurs peut permettre de guider le processus de sélection des indicateurs. Les acteurs se retrouvent généralement sur un certain nombre d'éléments stratégiques (convergence). En revanche, certains éléments, dont « *la perception de l'amplitude ou la mise en relation* » suscitent des désaccords, « *révèlent des conflits d'interprétation sur les faits réels* » (divergences). Enfin, les critères pour traduire les enjeux retenus comme prioritaires peuvent se traduire, en termes de mesure, par des informations similaires (redondance). La figure n°36 illustre le processus de sélection des indicateurs mis en œuvre, confrontant les résultats de la modélisation et de l'analyse approfondie des besoins et guidé par ces trois conditions.

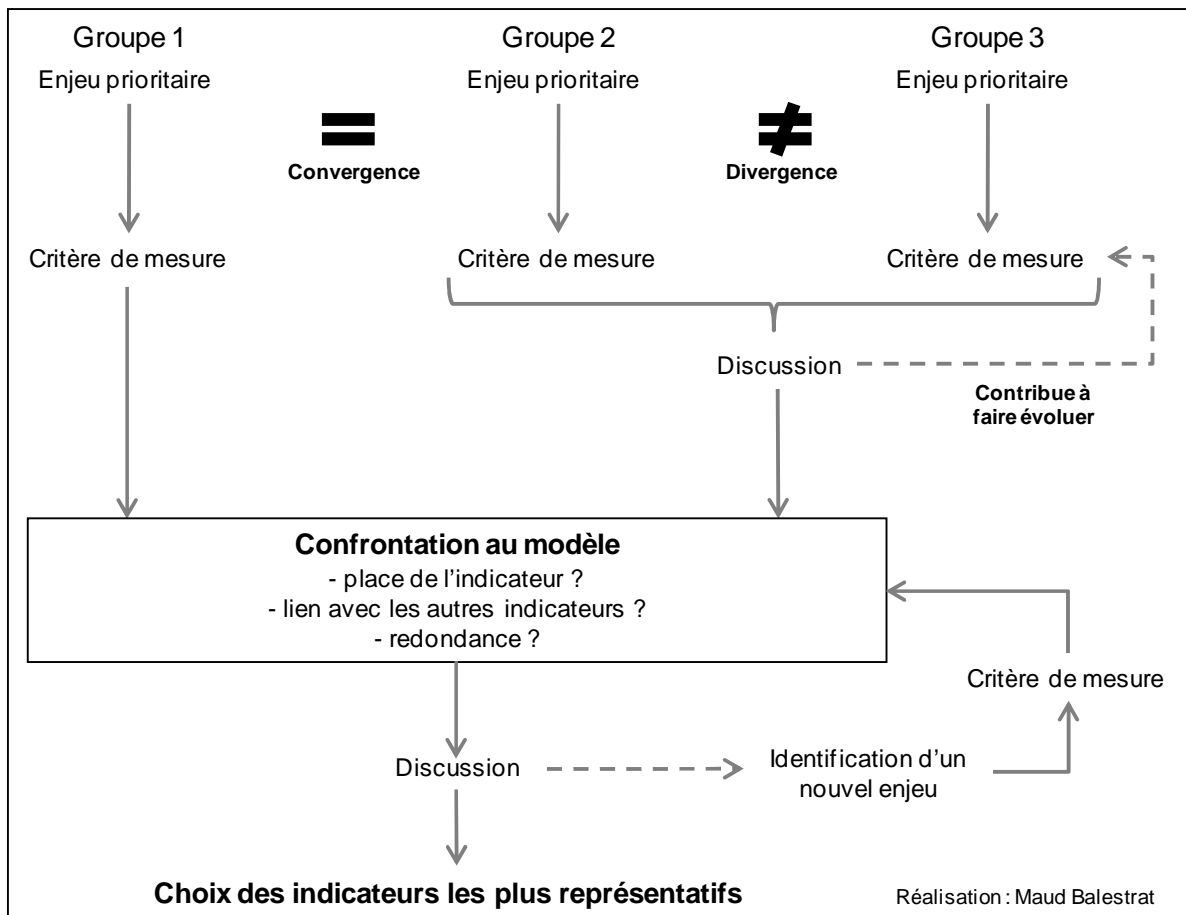


Figure 36 : Processus de sélection des indicateurs composant le système d'indicateurs final

Les points de convergence traduisent les éléments et relations dont le positionnement est central dans le système, mais qui peuvent cependant être remis en question, par exemple, par la mise en évidence « d'idées reçues » que permet de révéler l'exercice de modélisation. Les points pour lesquels de fortes divergences existent illustrent généralement les principaux enjeux politiques, en fonction de l'époque et du contexte correspondant au temps de mise en place du processus de co-construction du système d'indicateurs. Les points de divergence sont donc essentiels à prendre en compte. Les indicateurs qui vont permettre de les mesurer peuvent apporter un éclairage plus objectif sur les faits correspondants. Confrontés aux représentations des acteurs, ils peuvent contribuer à les faire évoluer. Un premier tri qualitatif peut ensuite être mené sur l'ensemble des éléments sélectionnés en éliminant ceux dont « l'hypothèse de redondance » avec un autre élément paraît évidente. Au stade de conception du modèle conceptuel, l'objectif est « de rendre compte de la complexité qui témoigne d'un enchevêtrement d'interrelations » entre les éléments du système, le paradoxe peut donc conduire à des situations où le modèle est facteur de redondance. Il s'agit alors de faire le tri dans ces informations. Enfin, il est possible que certaines mesures invalident l'importance d'une relation de causalité perçue comme essentielle. L'approche analytique et exploratoire, présentée ici pour trier les éléments et relations, n'est qu'un support pour effectuer une première proposition d'un ensemble d'indicateurs les plus pertinents. Elle n'exclut pas que d'autres éléments à mesurer puissent émerger au cours d'une discussion entre les acteurs. Les indicateurs entendus ici comme les plus représentatifs sont ceux qui sont apparus les plus adaptés pour qualifier les éléments et interactions, mis en évidence par le modèle, mais également pour répondre aux questionnements des acteurs et objectiver les décisions en matière de planification.

4.3.2. Accompagner la communication et l'évaluation du système d'indicateurs

La communication du système d'indicateurs final s'accompagne d'autres enjeux liés à son appropriation et à son utilisation effective. Pour poursuivre la démarche réflexive, il est apparu nécessaire de prendre en compte ces éléments. Trop souvent, cette phase d'accompagnement des acteurs est « négligée ». Il s'agit pourtant d'une étape cruciale. L'opérationnalité du système d'indicateurs final et les effets liés à sa diffusion doivent à leur tour être évalués, condition indispensable pour mesurer l'efficacité de la démarche mise en œuvre. Ceci pose plusieurs questions. Comment organiser la communication du système d'indicateurs et comment évaluer son opérationnalité, sa légitimité et sa pertinence à répondre aux problématiques des utilisateurs ? Comment évaluer les effets engendrés par la mise à disposition d'une information « nouvelle » ou complémentaire ?

J'ai d'abord choisi de proposer une **démarche d'accompagnement** des acteurs pour envisager la communication du système d'indicateurs par l'intermédiaire de formations. Outre le fait qu'elles constituent un mode d'accompagnement essentiel pour favoriser l'appropriation du système d'indicateurs, les formations peuvent être destinées à la vulgarisation des savoirs scientifiques et techniques.

En parallèle, je me suis intéressée également à la mise à disposition d'un outil de consultation en ligne qui permette de communiquer le système d'indicateurs final et qui constitue en soi un outil d'échange entre les acteurs. Ma réflexion a porté sur la possibilité d'automatiser le calcul des indicateurs et de proposer une interface de restitution adaptée spécifiquement aux besoins des utilisateurs. Afin de restituer les interactions entre indicateurs par le biais de cet outil, la méthode retenue a consisté à s'inspirer de la structure du système d'indicateurs. Un premier prototype a pu être produit dans le cadre de mes recherches.

Il s'agissait ensuite, par l'intermédiaire de cette interface de consultation, d'évaluer le système d'indicateurs produit. Un point important est le caractère participatif de la démarche d'évaluation. La meilleure façon d'évaluer un système d'indicateurs est de se rapprocher des utilisateurs qui vont se l'approprier et le manipuler au quotidien. L'évaluation doit constituer un « processus social » (Perret, 2001 ; Laurens et al. 2001, cités par Bourgeois et al., 2003). Elle ne doit pas rester l'affaire d'experts administratifs, politiques et scientifiques mais impliquer l'ensemble des partenaires (commanditaires, associations, experts, socioprofessionnels, etc.). En effet, le dialogue entre les acteurs apparaît comme un élément moteur de la démarche évaluative. L'évaluation peut constituer un outil de médiation, la formalisation des **critères d'évaluation** étant alors un moyen de faire circuler l'information et constituant une source de pouvoir redistribué entre les différents partenaires (Guérin et Vollet, 2001 cités par Bourgeois, 2003). « *L'aspect qui est peut-être le plus fondamental dans la phase de conception d'une évaluation est la formulation des questions évaluatives. Ces questions essaient de traduire les objectifs généraux de l'évaluation en termes de faits véritables, de processus observables et de grandeurs mesurables* » (Conseil Scientifique de l'Évaluation, 1996). Elles serviront ensuite de base à la constitution d'un canevas de critères puis d'indicateurs adaptés aux questions soulevées » (Bourgeois, 2003). Dans le cadre de mes travaux de thèse, il me manquait cependant le temps nécessaire à la prise de recul pour mesurer les conséquences de la diffusion de ces nouveaux éléments de connaissance. En termes de perspective de mes travaux de recherche, j'ai envisagé une méthode d'accompagnement qui s'appuierait sur la constitution de groupes restreints et représentatifs d'utilisateurs, afin de favoriser des échanges interactifs et en vue de récolter les retours d'expérience.

Synthèse du chapitre 4

Concertation itérative et modélisation systémique ont été retenues comme des approches adaptées pour conduire le processus de sélection des indicateurs. La modélisation conceptuelle du système constitue une étape préalable essentielle de la démarche proposée. La prise en compte des relations de causalité mises en évidence par le modèle doit permettre aux décideurs de se constituer une représentation simplifiée et partagée du système étudié et d'orienter le choix des indicateurs composant le système d'indicateurs final. Le choix d'adapter le cadre d'analyse DPSIR constituait une piste de recherche potentiellement fructueuse et adaptée à la problématique posée (analyser les dynamiques de périurbanisation au regard des objectifs de développement durable). Ce modèle largement utilisé pour la production d'indicateurs présente, en outre, l'avantage d'être déjà connu par un grand nombre d'acteurs. La méthode retenue pour guider le choix des indicateurs se base sur la confrontation des enjeux, critères de mesure et indicateurs définis avec les acteurs institutionnels et les interactions mises en évidence par le modèle conceptuel systémique. Elle envisage ensuite d'accompagner la communication et l'évaluation du système d'indicateurs produit par l'intermédiaire de formations spécifiques et la mise à disposition d'une interface de consultation en ligne.

La mise en place de ce processus de concertation, « chemin faisant », a d'abord conduit à la formalisation des dynamiques de périurbanisation à l'œuvre en Languedoc-Roussillon, basée sur l'application du modèle DPSIR adapté.

CHAPITRE 5. MODÉLISATION DES DYNAMIQUES DE PÉRIURBANISATION CARACTÉRISANT LE TERRITOIRE LANGUEDOCIEN

Dans les sociétés occidentales l'évolution des valeurs sociétales, dans la seconde moitié du XXème siècle, a conduit au déplacement des populations vers les littoraux et régions ensoleillées (**héliotropisme**). Depuis les années 1950, le Languedoc-Roussillon est un **territoire attractif**. Les politiques d'ouverture et de communication ont encouragé l'afflux des populations, à la fois saisonnières et permanentes. Le relief du territoire et les politiques d'aménagement du littoral ont favorisé un **déséquilibre** dans le peuplement et la répartition des activités de l'espace régional, en un phénomène de **littoralisation**⁸⁸, caractéristique du pourtour méditerranéen. Les disparités spatiales sont importantes : 5 % de la population vit sur 52 % du territoire alors que la moitié de la population vit sur 5,5% du territoire (CR-LR et ACADIE, 2008). Ce déséquilibre est également marqué entre les différentes villes de la région. Le département de l'Hérault polarise l'essentiel de l'apport migratoire. De 1999 à 2006, près de la moitié des nouveaux arrivants, en Languedoc-Roussillon, se sont installés dans l'espace métropolitain qui relie Sète à Alès (Volle, 2006). L'agglomération montpelliéraine, en 50 ans, a vu sa population quasiment tripler, Montpellier s'est affirmée comme capitale régionale aux envergures métropolitaines⁸⁹. A l'échelle de la région, l'ampleur de l'accroissement démographique, essentiellement lié aux migrations, favorise une réorganisation spatiale rapide et complexe. A moins de 30 km de la côte, les grandes villes de la région concentrent, sous forme d'extensions périphériques, l'essentiel de la croissance démographique (Abrantes et al., 2010).

Ce chapitre présente le **modèle conceptuel systémique** élaboré, pour aider à la compréhension des dynamiques de périurbanisation sur le territoire languedocien, sur la base de l'adaptation du modèle DPSIR, présentée dans le chapitre 4. Afin de modéliser le système territorial, je me suis d'abord attachée à contextualiser les forces motrices, identifiées comme des facteurs influant les dynamiques de périurbanisation à l'échelle nationale. Les évolutions qu'ont connues ces éléments moteurs ont leur pas de temps propre mais leur combinaison permet de repérer **trois temps forts** dans le développement du territoire languedocien. Celles-ci correspondent à des ruptures dans les variations de l'état du système territorial, en particulier dans l'intensité des processus de périurbanisation. Pour chacune de ces périodes, je présente le fonctionnement du système et ses évolutions. Des exemples concrets, à un niveau infrarégional, ont été retenus comme pertinents pour l'intensité des dynamiques qu'ils connaissent actuellement, en particulier, les espaces sous l'influence directe de la **métropole montpelliéraine**. Une analyse plus approfondie, conduite sur la dernière décennie, de 2000 à 2010, permet de **recentrer le modèle** sur la problématique de la DRAAF LR, s'intéressant plus spécifiquement à l'artificialisation du capital foncier.

⁸⁸ La littoralisation est définie comme la « *concentration des hommes et des activités sur les littoraux* » (Baud, 1997). Daudé (1971) parle de « *déterminisme lié à la plaine* » qui a guidé l'implantation des hommes et des activités, à côté duquel, s'est progressivement affirmé un « *déterminisme climatique* » qui a conduit dans la seconde moitié du XXème siècle à « *une brusque poussée économique de la zone méditerranéenne* » et au phénomène de littoralisation.

⁸⁹ La ville de Montpellier est passée de 91 300 habitants en 1954 à 253 712 en 2007 (Chevalier, 2008). L'agglomération compte aujourd'hui plus de 400 000 habitants.

5.1. Les forces motrices de la périurbanisation en zone languedocienne

Sur la base du modèle DPSIR, adapté, appliqué au processus de périurbanisation en France (Cf. Figure n°26), j'ai identifié trois forces motrices qui favorisent les processus de périurbanisation en Languedoc-Roussillon :

- le fort dynamisme démographique lié à l'attractivité littorale ;
- la compétitivité économique mondiale qui fragilise le système productif traditionnel basé sur la viticulture et contribue au développement d'une économie principalement résidentielle⁹⁰ ;
- l'évolution des valeurs sociétales en faveur de modes de vie urbains.

5.1.1. Le différentiel d'attractivité du territoire

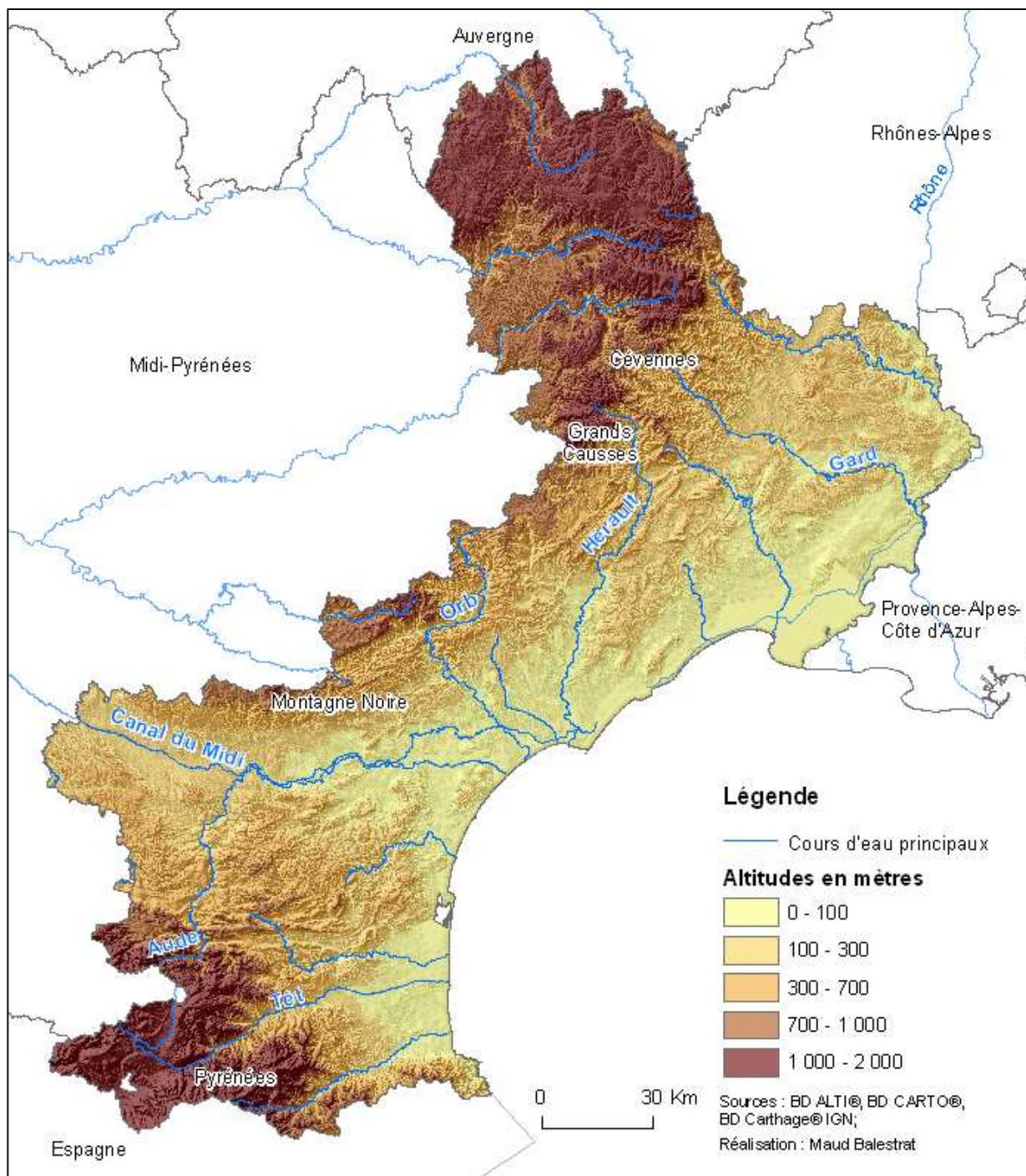
Le Languedoc-Roussillon s'étend géographiquement sur « *la bordure méditerranéenne de la France située entre les Pyrénées et le Rhône* » (Brunet, 1994).



Carte 2 : Localisation du Languedoc-Roussillon dans le bassin méditerranéen

Le relief (Cf. Carte n°3) et les politiques d'aménagement ont influencé l'implantation des hommes et des activités, implantation qui se traduit par de **fortes disparités** entre la plaine littorale, les collines, plateaux d'avant-mont, piémont, et l'arrière-pays montagneux.

⁹⁰ Vachon (2008) propose la définition suivante de l'économie résidentielle : « *c'est l'économie d'un territoire qui dépend de la présence, sur ce territoire, de personnes disposant de revenus qui ont été générés ailleurs. Ces personnes sont principalement les résidents qui travaillent sur un autre territoire, les personnes retraitées et les touristes. On inclut aussi généralement dans ces revenus ceux qui proviennent de transferts sociaux (allocations familiales, chômage, prestations sociales diverses) et ceux qui proviennent de financements publics (administrations, éducation, affaires sociales)* ».



Carte 3 : Topographie et principaux cours d'eau du Languedoc-Roussillon

Le territoire s'organise selon un **gradient du littoral à la montagne**, typique de la géographie du pourtour méditerranéen (climat, reliefs, végétations, paysages, peuplement, etc.). Quatre grands paysages se succèdent, de la mer à l'intérieur des terres, selon une orientation plutôt sud-est/nord-ouest (Brunet, 1994).

Le cordon littoral est marqué par la présence des lagunes et des étangs ponctués par les stations balnéaires issues des grandes politiques d'aménagement conduites dans les années 1950-1960. Les activités portuaires et celles liées au tourisme y sont particulièrement développées. L'urbanisation du rivage littoral, d'abord très vive, a ensuite été freinée par la

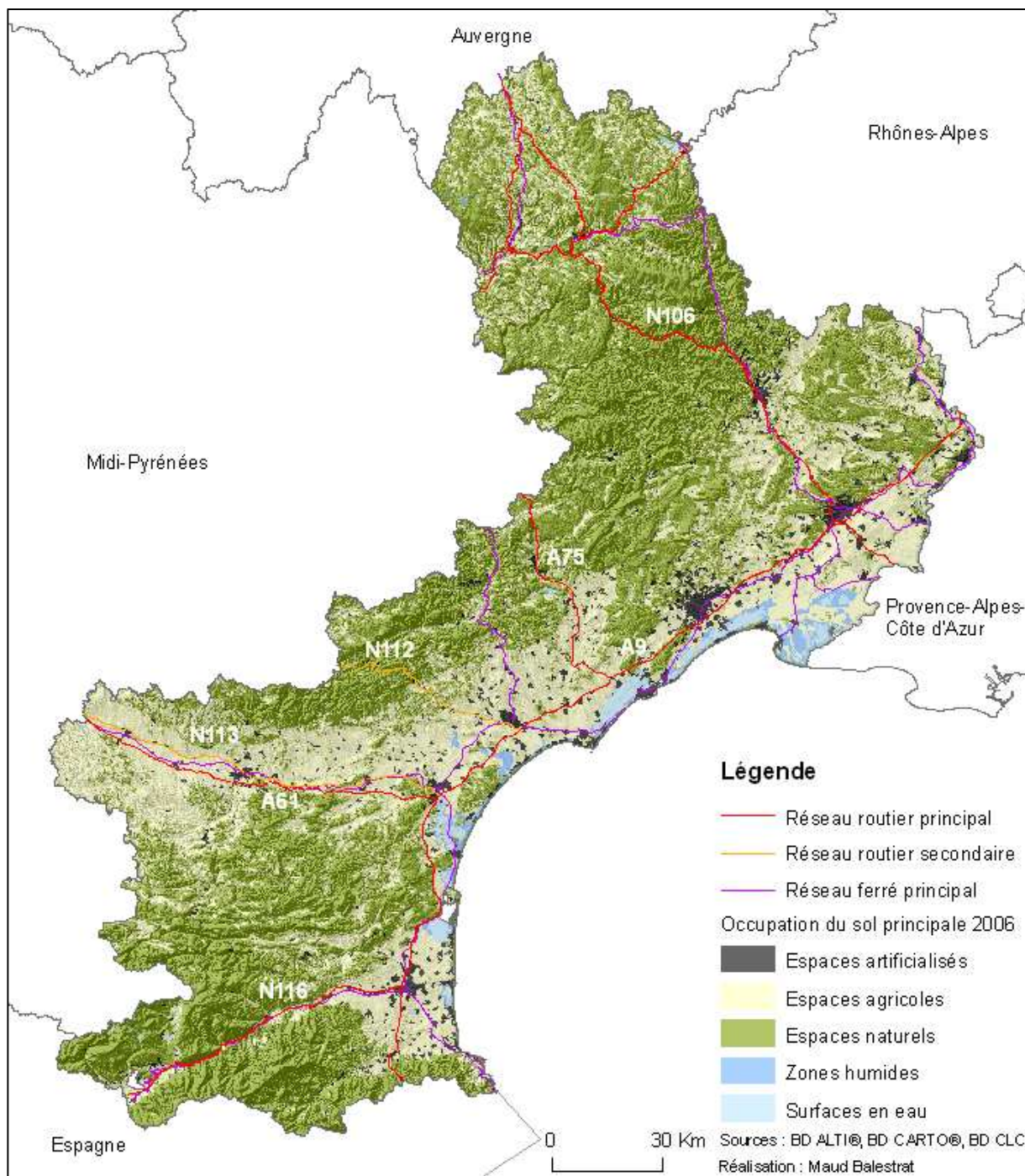
mise en place de réglementations liées à la loi littoral (1986) et la mise en réserve d'importantes superficies d'espaces naturels.

La plaine littorale, riche en ressources naturelles et agronomiques est l'espace privilégié d'implantation des hommes et des activités. L'essentiel de l'activité agricole régionale s'y est développée, en particulier la viticulture et dans une moindre mesure le maraîchage. On y retrouve également la plupart des grandes agglomérations urbaines (Perpignan, Narbonne, Béziers, Montpellier, Nîmes) et leur extension périphérique.

Les collines et plateaux d'avant-mont et le piémont sont occupés par un paysage de garrigues⁹¹ et de villes moyennes, anciennement de tradition industrielle (Alès, Le Vigan, Lodève, Bédarieux, etc.). L'arrière-pays rural est moins peuplé que la plaine mais connaît aujourd'hui un renouveau de population lié notamment aux dynamiques de périurbanisation. Les vignobles de qualité et les activités récréatives liées au développement d'un tourisme rural y prennent de plus en plus d'importance.

Les reliefs accidentés de l'arrière-pays sont dominés par la forêt et les élevages. La superficie régionale est constituée à 56% par des zones de montagne (Pyrénées, Montagne Noire, Grands Causses, moyenne montagne cévenole) qui se sont progressivement dépeuplées, même si la tendance tend à s'inverser.

⁹¹ L'espace des garrigues, « désignant une formation végétale claire héliophylle et sclérophylle présente sur des terrains calcaires en climat méditerranéen » est issue de plusieurs millénaires de mise en valeur sylvo-pastorale (Cheylan, 2002). Le terme garrigue est utilisé ici pour désigner à la fois l'espace couvert par cette formation végétale et les plaines et sillons alluviaux qu'elle encadre.



Carte 4 : Occupation du sol du Languedoc-Roussillon et principaux axes de communication

Le phénomène de **littoralisation** est particulièrement intense sur le territoire languedocien. Le long du littoral, en particulier de Narbonne à Avignon, un couloir de densification se forme autour du principal axe de circulation, l'Autoroute A9 (Cf. Carte n°4). Une étude sur la structuration spatiale du territoire menée en collaboration par le Pôle Prospective de DRE du Languedoc-Roussillon et le laboratoire Mutations Territoriales en Europe (2007) résume le **modèle d'organisation du peuplement** du Languedoc-Roussillon en quatre territoires : le territoire métropolitain allant de Sète à Nîmes, remontant jusqu'à Alès, où presque un million d'habitants dessinent un territoire en cours de métropolisation qui rejoint l'axe métropolitain Aix en Provence-Marseille ; le territoire interdépartemental Béziers-Narbonne ; l'ouest Audois de Carcassonne à la limite de Midi-Pyrénées, sous

influence toulousaine ; le territoire Perpignan isolé et sous influence espagnole. Volle (2006) a proposé un modèle de l'organisation du territoire basé sur ce découpage (Cf. Figure n°32).

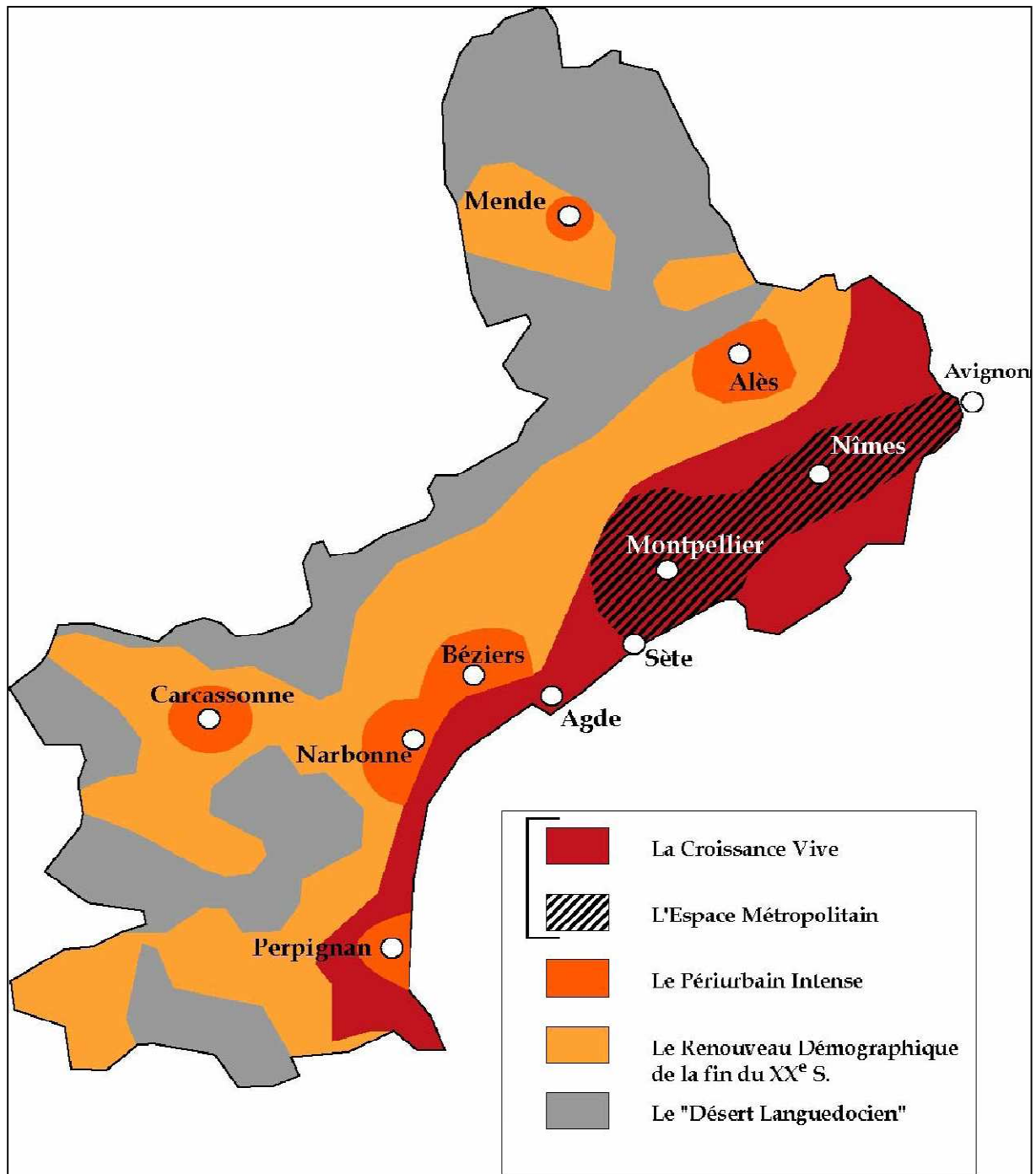
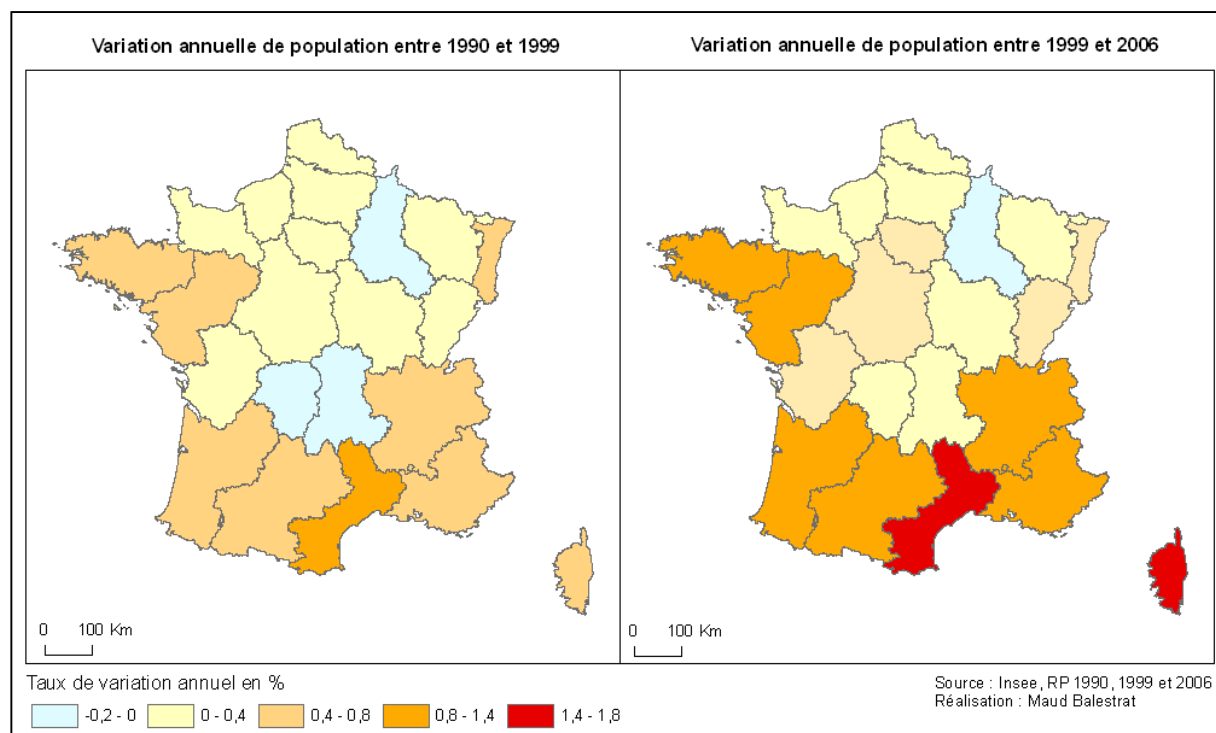


Figure 37 : Modèle d'organisation territoriale du Languedoc-Roussillon (Source : Volle, 2006)

La situation de « couloir » géographique fait du Languedoc-Roussillon une région parcourue historiquement par d'importants flux migratoires. A partir des années 1960, le territoire languedocien devient de plus en plus attractif. De 1975 à 1999, il est en tête des régions françaises pour l'intensité de sa croissance démographique (juste après la Provence-Alpes-Côte-D'azur pour la période 1975-1982). Depuis 1999, le Languedoc-Roussillon est la deuxième région française ayant la plus forte croissance démographique (+1,4 % par an),

après la Corse, la progression annuelle moyenne pour la France métropolitaine étant de 0,7 % (Cf. Carte n°5).



Carte 5 : Variation annuelle de la population à l'échelle des régions de France métropolitaine (Source : INSEE)

Cette croissance de la population, s'explique essentiellement par les migrations nationales. L'immigration y participe également mais, désormais, dans une moindre mesure. Comme l'indique le tableau n°6, 1,3 % de la variation de population à l'échelle régionale est due aux migrations entre 1999 et 2006, seulement 0,1 est due au solde naturel.

	Nombre d'habitants au 1er janvier 2006*	Variation annuelle moyenne (en %)					
		1999-2006			1982-1999		
		Totale	Due au solde naturel	Due au solde migratoire apparent	Totale	Due au solde naturel	Due au solde migratoire apparent
Hérault	1 001 000	1,6	0,3	1,3	1,4	0,2	1,2
Gard	683 000	1,3	0,2	1,1	1	0,2	0,8
Pyrénées-Orientales	432 100	1,4	-0,1	1,5	1	-0,1	1,1
Lozère	76 800	0,6	-0,2	0,9	-0,1	-0,2	0,2
Aude	341 000	1,4	-0,1	1,5	0,6	-0,2	0,8
Languedoc-Roussillon	2 534 100	1,4	0,1	1,3	1	0,1	1
France métropolitaine	61 399 500	0,7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,1

*Nombre arrondi à la centaine

Tableau 6 : Variation annuelle de population en Languedoc-Roussillon de 1999 à 2006 (Source : INSEE)

Ce dynamisme démographique régional, alimenté par un accueil de plus en plus important de population, a favorisé la croissance des villes et l'intensité du phénomène de périurbanisation (Cf. Figure n°38).

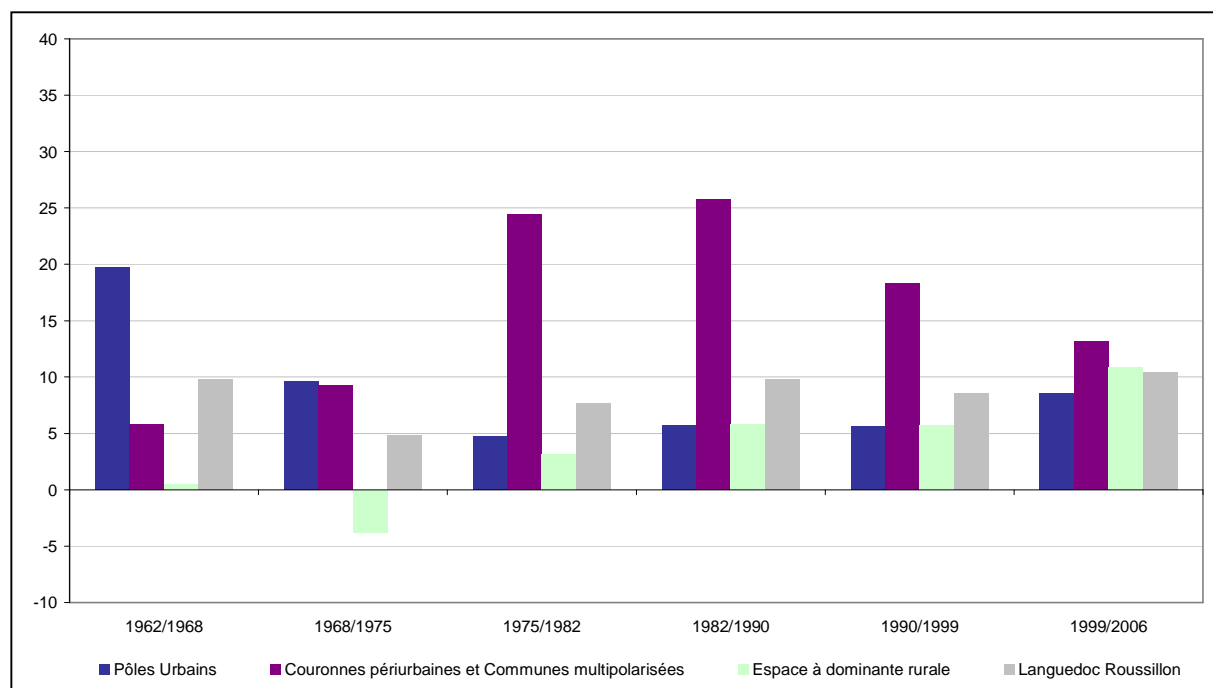
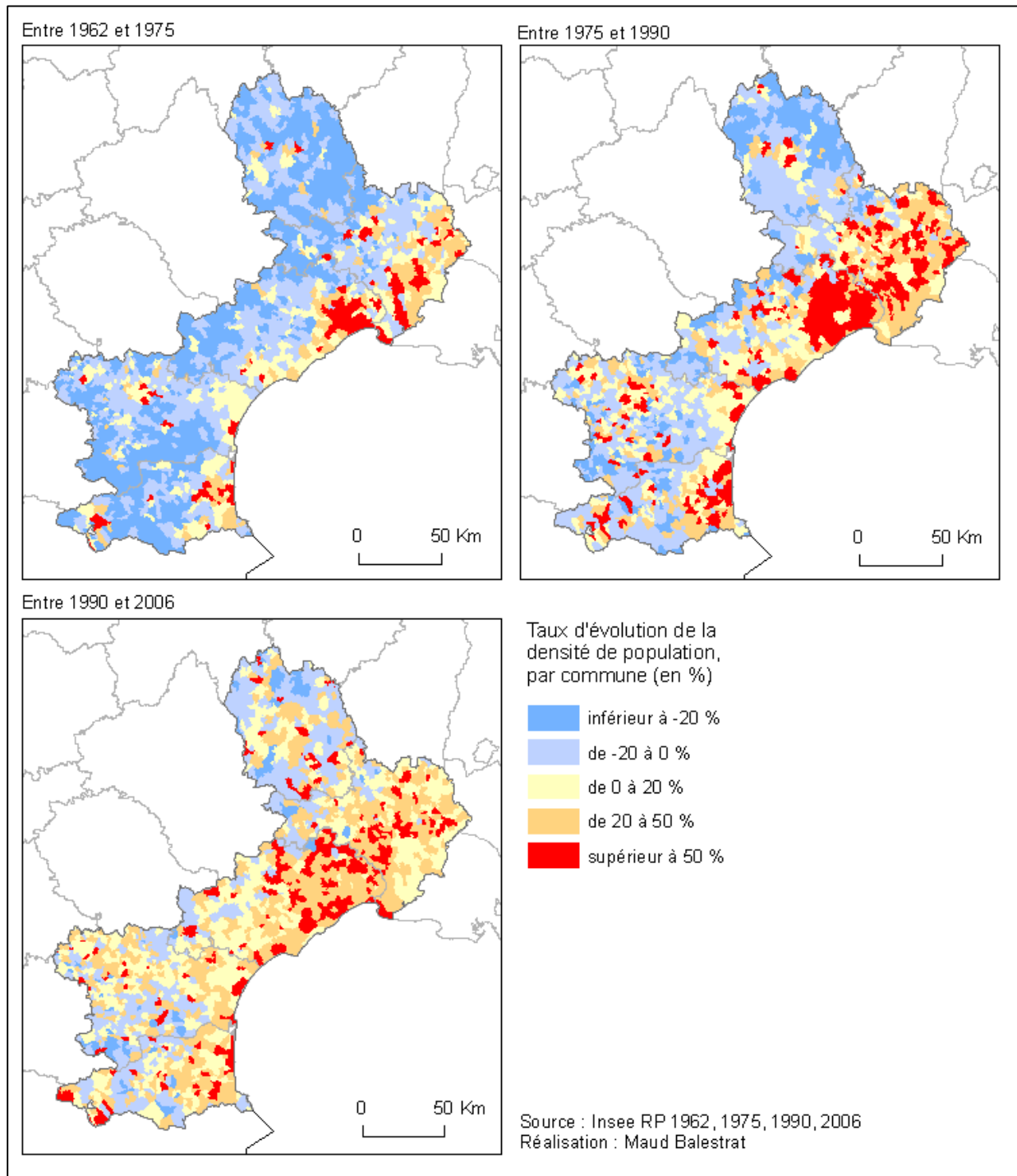


Figure 38 : Évolution de la population par catégorie d'espace du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE, entre 1962 et 2006 en Languedoc-Roussillon

A l'échelle régionale, dès la fin des années 1950, les campagnes se vident au profit des centres urbains les plus dynamiques. C'est le mouvement d'exode rural, commun à l'ensemble du territoire national. Dès les années 1960, avec le mouvement de décohabitation des baby-boomers du foyer de leurs parents, le rythme de croissance des communes périurbaines s'accélère. **De 1975 à 1990, le taux d'évolution de la population résidant dans les espaces périurbains en Languedoc-Roussillon était d'environ 25 %. Sur la même période, au niveau national ce même taux était de seulement 13 %.** De 1999 à 2006, les dynamiques démographiques tendent à s'homogénéiser dans les trois types d'espaces (urbain, périurbain, rural), les espaces ruraux gagnent de nouveaux habitants. Sur cette période, le rythme de croissance de la population languedocienne, dans les pôles urbains, a été trois fois plus élevé que dans les autres régions métropolitaines (1,2 % par an de 1999 à 2006 contre 0,4 % en province).

L'intensité du phénomène de périurbanisation se vérifie également à la lecture des **dynamiques de densification** (Cf. Carte n°6). De 1999 à 2006, celles-ci ont été deux fois plus importantes qu'en « France de province ». **La densité de population a augmenté de 63 % dans la région entre 1962 et 2006, contre 31 % pour l'ensemble des provinces françaises.** L'Hérault et les Pyrénées-Orientales sont les départements où la densification a été la plus forte depuis 1962, respectivement + 94 % et + 72 % (Audric, 2009). De 1962 à 1975, ce sont le centre urbain montpelliérain et les communes de la première couronne périphérique qui ont les plus forts taux de densification. Entre 1975 et 1990, le mouvement de densification dessine les aires urbaines actuelles de Perpignan, Béziers, Montpellier, et Nîmes, aux dépens des pôles urbains déjà fortement peuplés. Sur la dernière période les

rythmes de densification tendent à s'équilibrer entre le littoral et l'arrière-pays, seules les communes les plus reculées continuent à se dépeupler.



Carte 6 : Évolution des densités de population en Languedoc-Roussillon

5.1.2. Les effets de la mondialisation sur le système productif régional

Le relief accidenté de l'arrière-pays et les conditions pédologiques limitées de la garrigue contraignent la mise en valeur des terres et contrastent avec la plaine aux sols plus fertiles. Les aléas du régime climatique méditerranéen soumettent les hommes et les activités agricoles à des risques importants (inondation, érosion, sécheresse, incendie). Ces dispositions

naturelles ont conduit au **développement historique de la viticulture en plaine**, caractérisée par une production à haut rendement mais de faible qualité. A partir des années 1950, l'interdépendance croissante de l'économie mondiale et l'évolution des modes de vie se répercutent en termes de **compétitivité économique** sur le système d'activités traditionnel. L'ouverture aux marchés européens (vins italiens, espagnols, etc.) et l'arrivée de **nouveaux pays exportateurs** (Australie, Chili, USA, etc.) ont largement contribué à l'importation de vins très concurrentiels par les prix et à la baisse des exportations de vins français (Cf. Figure n°39). Phénomène auquel s'est ajoutée une **baisse de la demande en vin de consommation courante**, à l'échelle nationale notamment (Cf. Figure n°40).

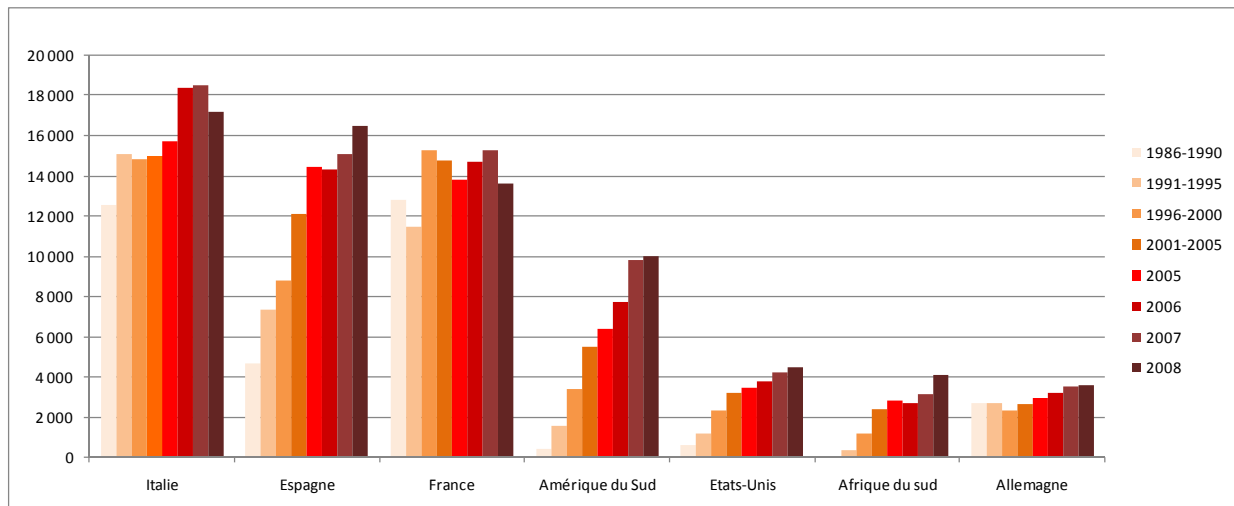


Figure 39 : Évolution des exportations mondiales de vins en milliers d'hectolitres (Source : OIV)

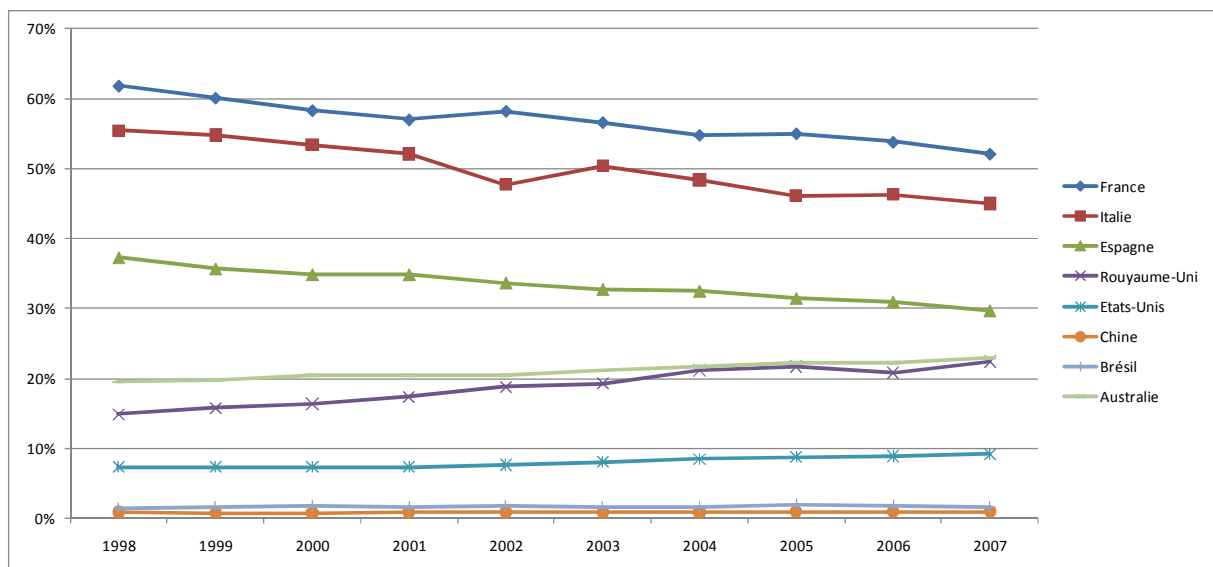


Figure 40 : Évolution de la consommation individuelle annuelle de vin (Source : OIV)

Depuis les années 1970, les effets conjugués de l'attractivité du territoire et de l'internationalisation des marchés ont progressivement contribué à fragiliser le système traditionnel et au développement d'une **économie résidentielle**⁹². Les besoins croissants en logements, liés à l'augmentation de la population, le développement des secteurs des services

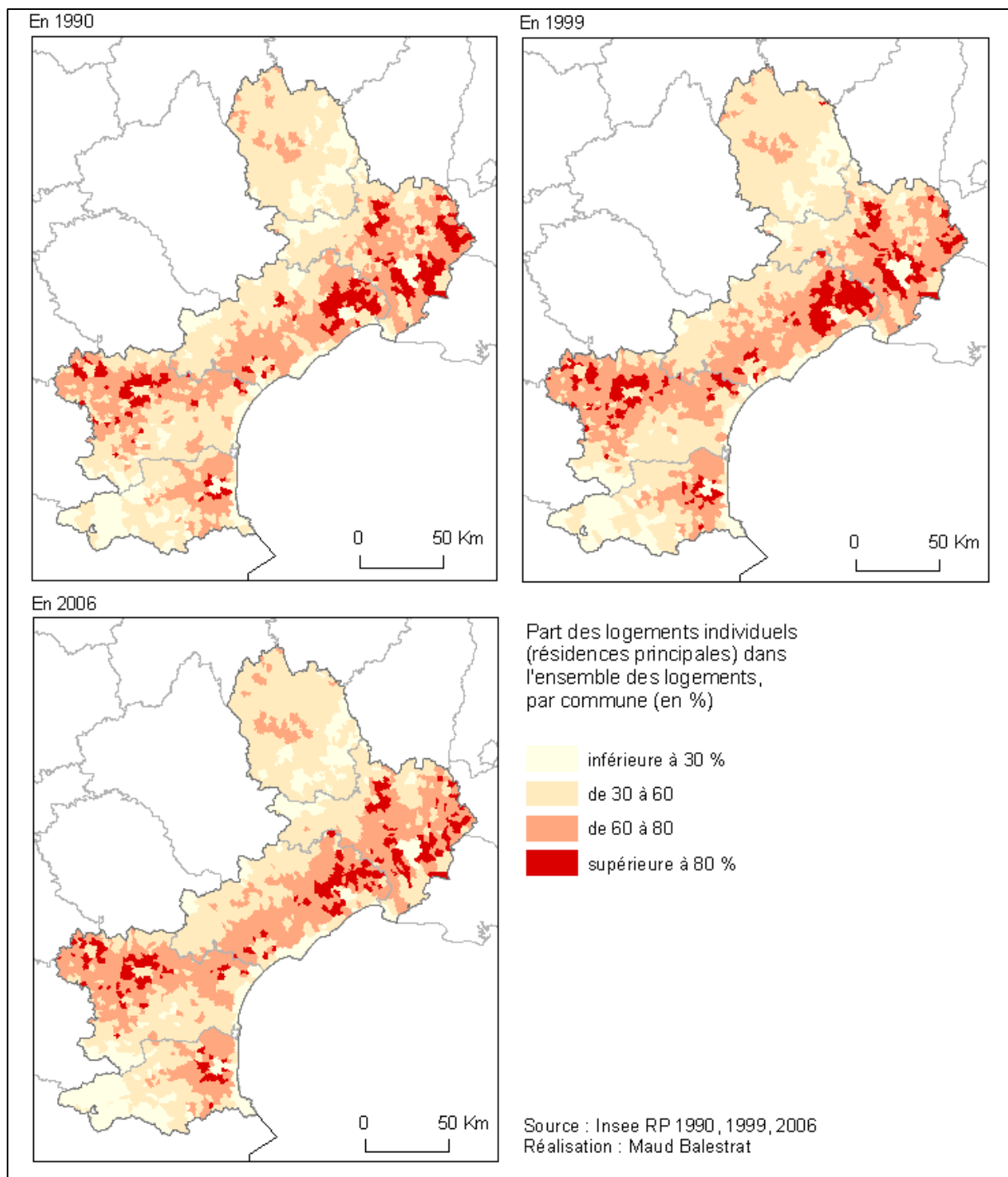
⁹² Ibid note n°90

à la personne pour satisfaire les besoins toujours plus importants des urbains, touristes et populations retraitées, ont favorisé la tertiarisation progressive de l'économie. Ces évolutions ont contribué à modifier profondément le système traditionnel d'exploitation des ressources.

5.1.3. L'évolution des valeurs sociétales et des modes de vie

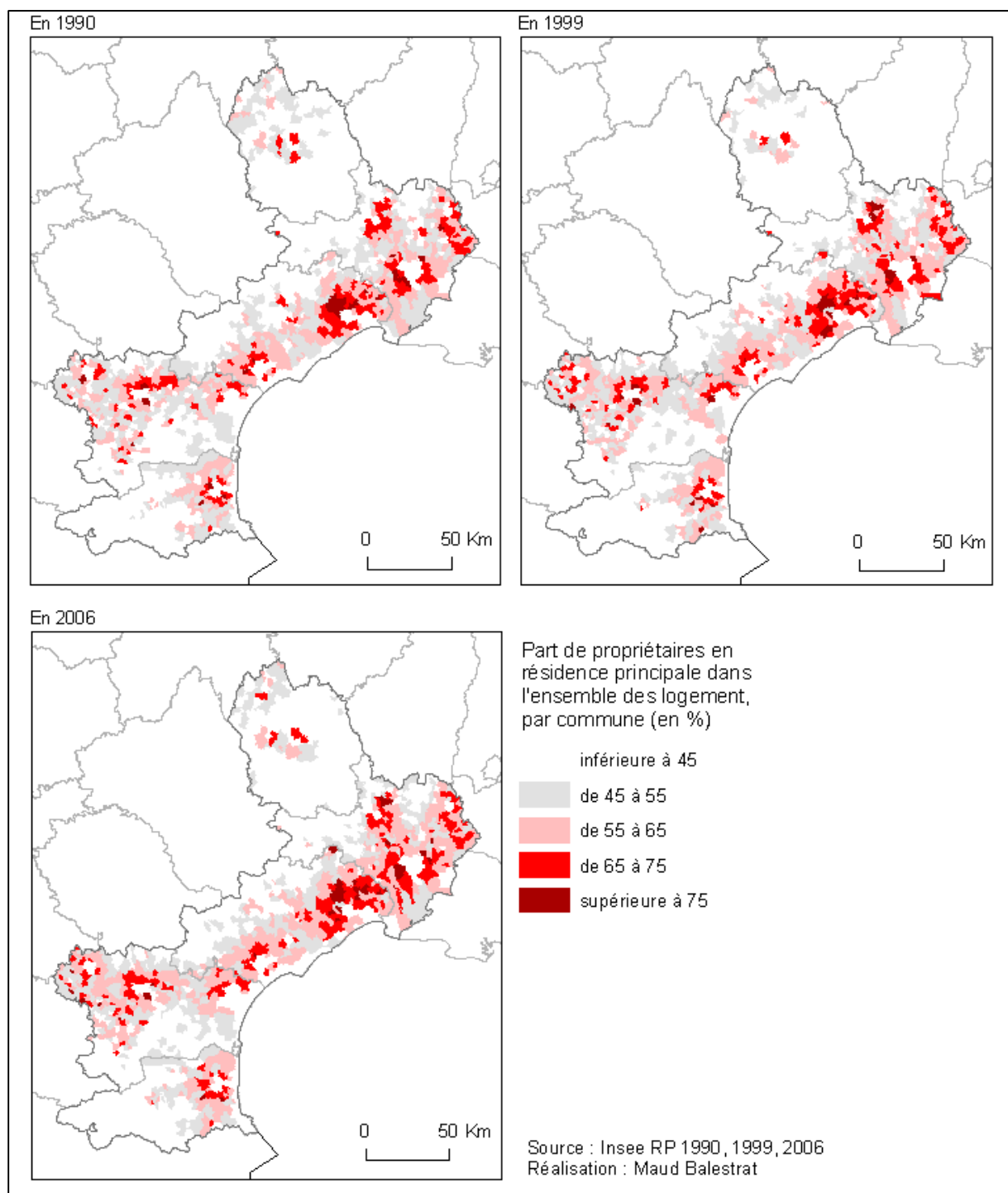
A l'échelle nationale, à partir de la fin des années 1960, l'amélioration du niveau de vie et l'évolution des valeurs sociétales se sont traduites par une mobilité croissante des populations et l'émergence du phénomène de périurbanisation. L'accès facilité à la propriété, le désir d'espace et de nature (recherche d'aménités), l'évolution des structures familiales ont conduit à la diffusion spatiale d'un **habitat individuel** (lotissements pavillonnaires, etc.).

A l'échelle régionale, de 1990 à 1999, le nombre de logements individuels a progressé de 18 %, et de 14 %, de 1999 à 2006. Le rythme de construction a ralenti sur la dernière décennie mais reste plus soutenu qu'au niveau national (+ 11 %). En 2006, tous types d'espaces confondus, la part de maisons individuelles représentait 62 % du parc régional de résidences principales, contre 58 % à l'échelle nationale. La carte n°7 illustre la part des logements individuels dans l'ensemble des logements des communes du Languedoc-Roussillon, en 1990, 1999 et 2006.



Carte 7 : Les logements individuels en Languedoc-Roussillon

La carte n°8 illustre la répartition des **propriétaires** à l'échelle régionale. Quelque soit la période (1990, 1999, 2006), les communes de la première couronne périphérique des pôles urbains connaissent les plus fortes proportions de ménages propriétaires. Plus généralement, la carte fait ressortir les espaces d'expansion périphérique des villes et les grands axes de circulations. Les faibles taux dans les centres urbains s'expliquent par la forte proportion de logements locatifs.



Carte 8 : Les propriétaires en résidence principale en Languedoc-Roussillon

L'évolution des valeurs sociétales et des modes de vie s'est traduite par de profondes mutations dans les façons d'habiter, de consommer, de se déplacer, de se récréer (etc.) qui ont joué un rôle important en termes de **restructuration des systèmes productifs** pour la satisfaction des besoins d'une population urbaine et périurbaine croissante. J'ai cherché à caractériser et comprendre ces évolutions en m'appuyant sur une analyse historique des phénomènes, basée sur l'application du modèle DPSIR adapté.

5.2. Analyse historique : des modèles

Il est possible de dégager **trois situations de référence** dans le développement du système territorial languedocien, liées à des ruptures dans l'importance des forces motrices conditionnant l'intensité des dynamiques de littoralisation et donc de périurbanisation :

- une situation T1, de 1950 à 1970, d'ouverture du territoire qui a vu apparaître les premières manifestations du mouvement de périurbanisation ;
- une situation T2, de 1970 à 1990, d'intensification de l'attractivité littorale et de généralisation de la périurbanisation ;
- une situation T3, de 1990 à 2010, de prise de conscience de la nécessité d'une gestion durable des ressources et de tentatives de maîtrise de l'étalement urbain.

Pour chacune de ces situations, j'ai analysé précisément les dynamiques d'évolution du modèle DPSIR adapté (Forces motrices, Pressions, variations de l'État du système territorial, Impacts et Réponses).

5.2.1. Situation T1 (1950-1970) : ouverture du territoire et prémices de la périurbanisation

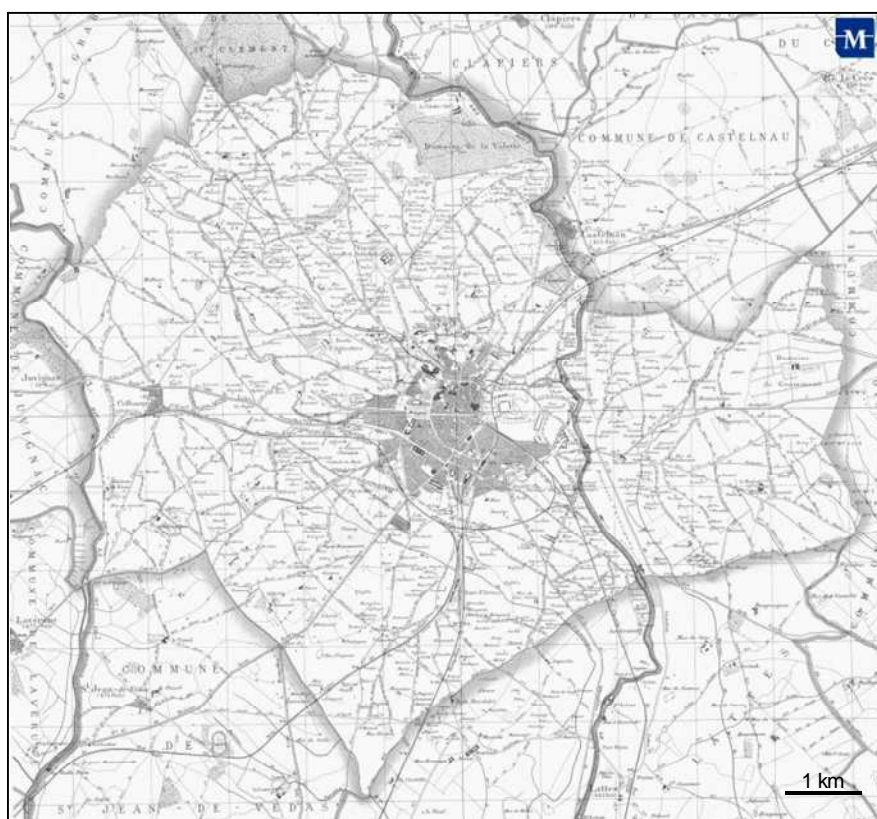
Dans la première moitié du XX^{ème} siècle, l'attractivité littorale est faible, la population rurale est majoritaire. Le littoral est encore peu urbanisé et l'expansion périphérique des principales villes peu étendue. Un tournant s'opère dans les années 1950, du fait de la conjugaison de plusieurs facteurs. L'amélioration du niveau de vie (Trente glorieuses, apparition des classes moyennes, etc.), les progrès industriels (modernisation des transports, etc.), l'évolution des valeurs sociétales et l'**ouverture du territoire** contribuent à favoriser l'**attractivité** de la région. Dans les années 1960, les **mouvements migratoires** en provenance de l'étranger (en 1956, un premier flux de migrants en provenance du conflit du Canal de Suez ; puis l'arrivée des réfugiés d'Afrique du Nord) et le développement touristique conduisent à l'arrivée massive de population qui s'installe de façon privilégiée sur le littoral. Les migrations saisonnières (vendanges, etc.) sont également importantes (en provenance d'Espagne notamment). Un ensemble de délocalisations d'entreprises, de taille internationale, contribue également à l'accueil de nouvelles populations (ex : installation en 1965 de l'entreprise IBM à Montpellier). Du côté des transports, la circulation automobile prend de plus en plus d'importance. A l'échelle nationale, la mise en place de la Politique Agricole Commune (dès 1962) et les lois d'orientation agricoles de 1960 et 1962 favorisent la **modernisation de l'agriculture** (accroissement des rendements, de la productivité et spécialisation des exploitations). Le mouvement d'**exode rural**, lié à la modernisation des pratiques agricoles, et l'arrivée massive de population (permanente et saisonnière) favorisent la croissance des agglomérations et l'**apparition du phénomène de périurbanisation** sur la fin des années 1960.

L'afflux de populations nouvelles se manifeste, en termes de **pressions**, par l'**accroissement des besoins**, en particulier en logements et en emplois et une évolution des pratiques qui se tournent vers des modes de vie de plus en plus urbains.

Au début des années 1950, comme à l'échelle nationale et sur l'ensemble du pourtour méditerranéen, l'agriculture occupe encore une place importante dans l'économie régionale, elle contribue pour près de 30% à la création des richesses (Site Agreste). La bourgeoisie des centres urbains, en particulier à Montpellier et Béziers, est souvent propriétaire de *vignobles*

plus ou moins étendus⁹³ et tire profit de la rente foncière (essentiellement en mode de faire valoir direct) (Cholvy, 2001). On note **peu d'activités industrielles** excepté quelques sites ouvriers liés à la métallurgie à Béziers, aux mines à Alès et aux activités portuaires à Sète. Dans les années 1960, la production fruitière et légumière se développe à grande échelle grâce à la mise en place d'infrastructures hydrauliques (programme d'irrigation mis en œuvre par la Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas-Rhône-Languedoc). Certains vignobles sont reconvertis en faveur du **maraîchage** et de l'**arboriculture** (Dubois, 2010). Le **système sylvo-pastoral** est encore très développé dans l'arrière-pays (Cheylan, 2002). Élevage ovin et coupe de bois se sont maintenus durant la seconde guerre mondiale grâce à un marché très favorable.

Avant 1950, **Montpellier, capitale administrative** (préfecture, cours d'appel) et universitaire régionale, reste tiraillée entre les attractions toulousaine et marseillaise et dispute encore la primauté avec Nîmes et Béziers, de taille comparable. La ville ne dispose pas de population ouvrière importante, son activité économique se concentre entre les mains des commerçants, fonctionnaires, employés et universitaires. L'essentiel de l'**activité tertiaire** se situe dans l'administration et le commerce. Comme les autres villes du Languedoc, elle « vit encore largement au rythme de la vie rurale, de la culture de la vigne et du marché du vin » (Cholvy, 2001). Elle joue un **rôle organisateur de la production viticole** (foire annuelle, rencontres hebdomadaires de négociants place de la Comédie, etc.). La carte n°9 propose une représentation de l'extension spatiale de la ville au début du XXème siècle.



Carte 9 : Emprise de la ville de Montpellier au début du XXème siècle (Source : CAM ; Réalisation : carte établie par Kruger, alors architecte de Montpellier)

⁹³ A l'échelle nationale, les régions méridionales, où se pratiquent les cultures intensives de la vigne ou des légumes et des fruits, connaissent des exploitations globalement plus petites que dans le reste de la France. Cependant, certaines grandes exploitations familiales possèdent tout de même des superficies importantes en vignobles (Dubois, 2010).

Jusqu'à la fin des années 1960, l'essentiel de la croissance démographique se reporte sur la ville-centre. Cependant, la ville s'étend doucement en direction du nord-est et de l'ouest et on voit se former une **banlieue** jusqu'alors quasi inexistante (Barone et al., 2007). Les villages périphériques (Cf. Carte n°10) commencent à croître. Lattes et Pérols en direction de la Mer, Le Crès et Castries à l'est, Juvignac et Saint-Jean-de-Védas à l'ouest, mais surtout Castelnau-le-Lez, gagnent de nouveaux habitants et « *préfigurent le grand mouvement de périurbanisation des années 1970* » (Chalvy, 2001).



Carte 10 : Localisation des communes de l'Aire Urbaine (1999) et de la Communauté d'Agglomération (2006) de Montpellier

Le mouvement d'urbanisation se traduit par une **reconfiguration de la polarisation des villes**. Au début des années 1970, un déséquilibre apparaît entre les principaux pôles dynamiques de la région, au profit de la métropole montpellieraine et dans une moindre mesure de Perpignan et de Nîmes. Cette dynamique se fait aux dépens de Béziers et Carcassonne.

Au début des années 1950, les activités anthropiques impactent peu les ressources environnementales et foncières qui permettent de satisfaire l'essentiel des besoins d'une population encore essentiellement rurale. La région est peu dépendante de l'extérieur en termes d'approvisionnement. A partir des années 1960, la spécialisation des exploitations et l'ouverture au marché mondial s'accompagnent de l'abandon des systèmes productifs traditionnels et se traduisent par une plus forte dépendance de l'extérieur. L'intensification des pratiques agricoles, l'artificialisation croissante des sols et les rejets liés aux modes de vie urbains vont contribuer à **altérer la qualité des ressources** sur le long terme (eau et sols en particulier). L'arrivée massive de population est génératrice d'emplois (secteurs des services et de la construction) et de dynamisme économique. Cependant, le différentiel récurrent entre emplois créés et besoins générés par l'arrivée continue de nouveaux habitants, se caractérisent par une **précarité de l'emploi** renforcée par un faible développement industriel et l'importance du travail saisonnier (exploitations maraîchères et viticoles, tourisme).

En termes de **réponses**, dès les années 1950, l'aménagement de **stations touristiques balnéaires**, le long des 150 km de côtes du littoral, entraîne le développement d'un tourisme de masse. En 1963, le gouvernement français, par l'intermédiaire de la DATAR, met en place une politique d'aménagement des littoraux, de grande envergure. C'est le rôle de la mission Racine. Huit stations balnéaires, dont La Grande Motte, et de nombreux ports de plaisance sont créés afin de diversifier et de dynamiser l'économie de la région (Cf. Figure n°41). La **modernisation du réseau de communication et l'assainissement de l'irrigation des plaines** favorisent également l'ouverture du territoire et la mobilité des populations (Alinat, 2005).



Source : société Eliophot

Figure 41 : Station balnéaire de la Grande Motte

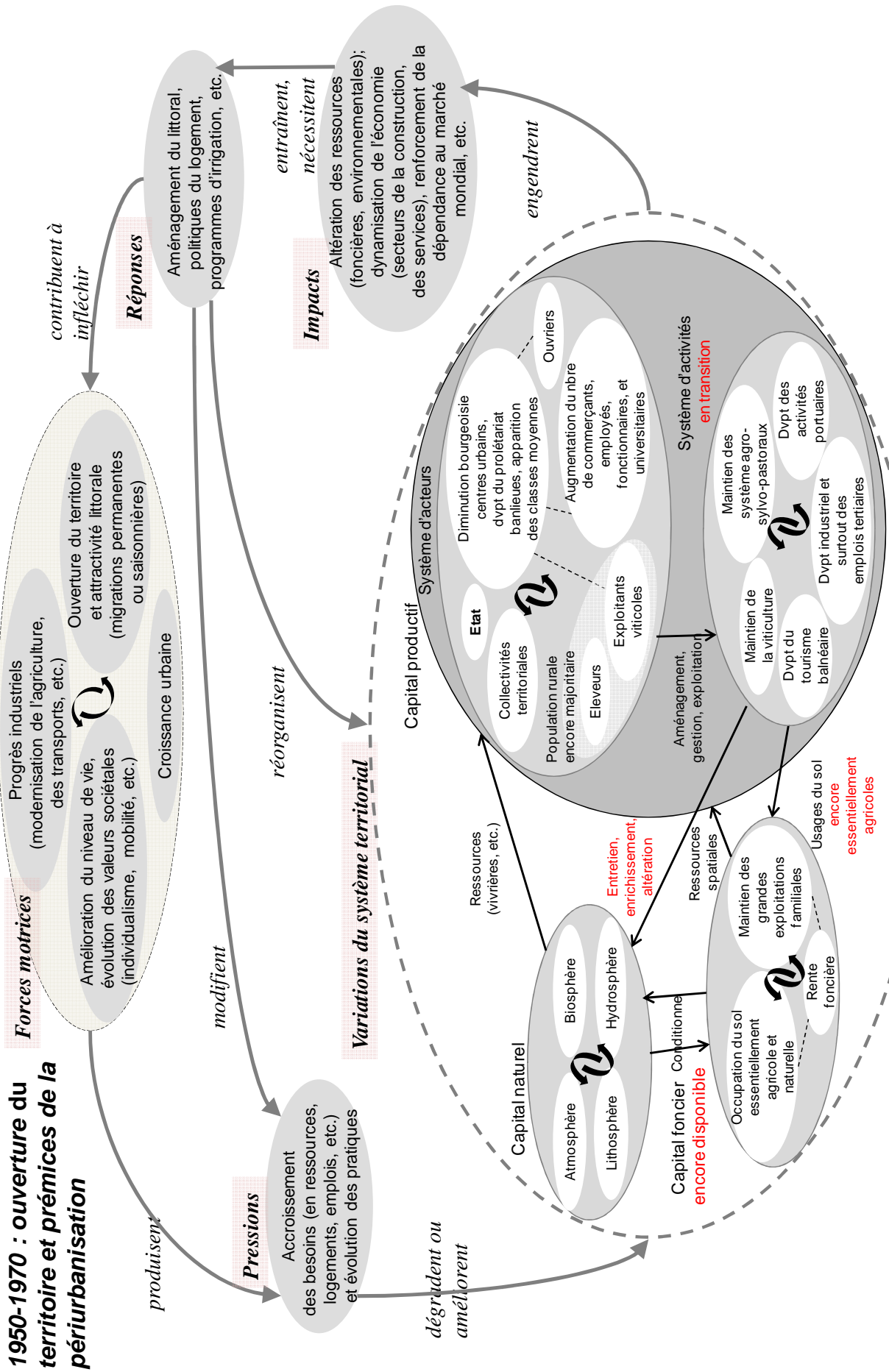
A **Montpellier**, peu de grands programmes immobiliers sont mis en œuvre avant les années 1960. Seuls sont construits quelques villas individuelles, des petits immeubles et le lotissement des Aubes à l'est (Barone et al., 2007). Le **premier grand boom immobilier** se fait sur la **fin des années 1960**, notamment lié à l'implantation d'IBM et à la création du campus universitaire. Le quartier de la Paillade, au nord-ouest de la ville, est créé de toute

pièce pour accueillir les populations nouvelles (universitaires et rapatriés pieds-noirs notamment) (Cf. Figure n°42).



Figure 42 : Assemblage de photographies aériennes de la ville de Montpellier, datant de 1963 et de 1964

La figure n°43 résume l'ensemble de ces éléments en proposant une représentation du modèle DPSIR sur la période 1950-1970.



Réalisation : Maud Balestrat

Figure 43 : Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1950 à 1970

5.2.2. Situation T2 (1970-1990) : intensification de l'attractivité littorale et généralisation des dynamiques de périurbanisation

La crise pétrolière de 1973 se répercute sur l'économie nationale. Dans les années 1980, la crise générale du travail⁹⁴ entraîne l'apparition du chômage de masse. En parallèle, se profile une crise du modèle de modernisation agricole issue de l'après guerre. La France atteint l'objectif d'autosuffisance alimentaire. La baisse de la demande en vins de consommation courante et l'arrivée de nouveaux pays producteurs, sur le marché mondial, conduit l'activité viticole à une reconversion progressive vers une production de haute qualité. Les politiques d'ouverture du territoire languedocien et de communication contribuent à **l'intensification de l'attractivité littorale**. Les lois (prêt à taux zéro, aide à la pierre, etc.) et les politiques d'aménagement, peu contraignantes, favorisent l'accès à la propriété. Les stratégies des promoteurs immobiliers et le renchérissement de la valeur des terres, en périphérie directe des villes, contribuent à la dispersion de l'habitat individuel dans l'espace. L'évolution des structures familiales et les mouvements de décohabitation intra-urbain (baby-boom) favorisent l'accroissement des besoins en logements. Les périphéries des villes « explosent ». Apparaît et se consolide la formation d'espaces périurbains.

La croissance démographique, alimentée par un accueil de plus en plus important de population, s'accélère. L'accroissement de la demande en logements et en emplois s'intensifie. En termes de **pressions**, de **nouveaux besoins** apparaissent (aménités paysagères, loisirs, services, etc.) liés à des modes de vie de plus en plus urbains et périurbains. La construction de logements secondaires sur le littoral, entre 1970 et 1990, se stabilise du fait d'un parc important déjà construit et de l'évolution des pratiques touristiques. La « **résidentialisation** » progressive des stations littorales s'accompagne de l'apparition d'un phénomène de **cabanisation**⁹⁵, surtout sur le cordon littoral, mais également à l'intérieur des terres.

Le développement urbain entraîne directement une **diminution des surfaces agricoles les moins rentables**. « *La rente foncière urbaine prend largement le pas sur la rente agricole, supprimant toute résistance du milieu rural et libérant dans un contexte de laxisme des administrations publiques locales plusieurs milliers d'hectares de terre à l'urbanisation* » (Chalvy, 2001). Dès les années 1970, on assiste à la **diversification** et à la **reconversion** progressive des systèmes productifs pour répondre aux besoins d'une population désormais majoritairement urbaine. Avec l'arrivée des néo-ruraux exploitants (ex : zone du Pic St Loup), dans les années 1980, ces dynamiques s'intensifient. Les réformes de la PAC (quotas de productions, primes à l'arrachage, etc.) doivent permettre de compenser les surplus de la production agricole. Sous l'effet des **difficultés de la viticulture de masse** et des **primes à l'arrachage définitif**, les surfaces viticoles diminuent (Seniuk et Strohl, 1997). Elles sont soit replantées soit vendues pour l'urbanisation. La rénovation viticole se concrétise par le remplacement des cépages en faveur d'un vignoble de qualité et l'arrachage des vignes localisées dans les plaines. Les nouvelles vignes sont plantées sur les versants les mieux

⁹⁴ La crise générale du travail se traduit par une crise de l'offre d'activités et une crise du sens du travail (Tallon et Valette, 2008).

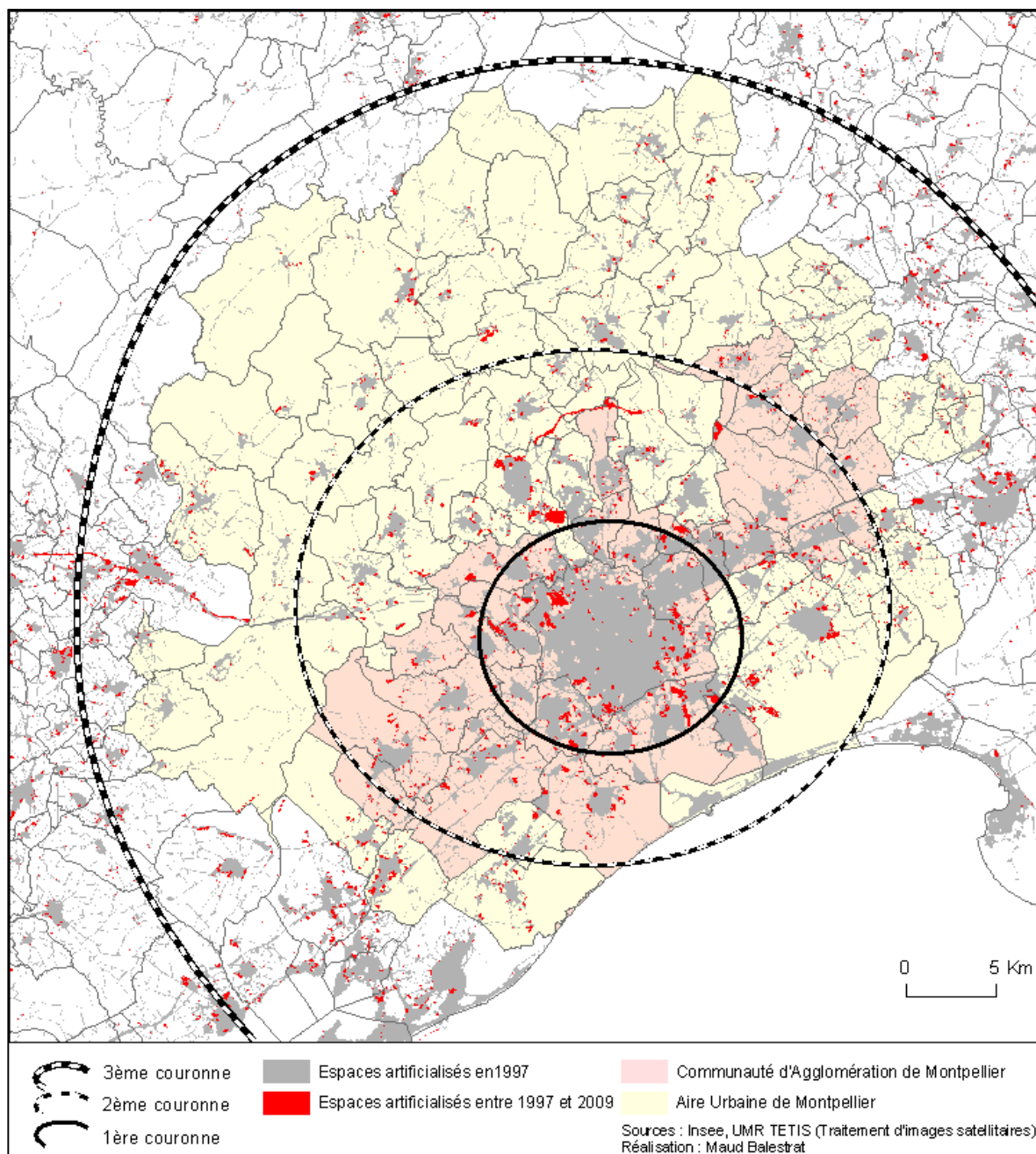
⁹⁵ Selon la définition officielle, la cabane est une « *occupation et/ou construction illicite à destination d'habitat permanent ou temporaire, de stockage ou de loisirs, sur une parcelle privée ou appartenant au domaine public ou privé d'une collectivité* ». En Languedoc-Roussillon, il s'agit principalement d'un habitat de loisir, souvent agrandi et transformé en habitat principal au fur et à mesure que les espaces touristiques sont intégrés dans les zones périurbaines (Crozet, 2008).

exposés ainsi que sur les plateaux bien drainés et en sols comportant une bonne teneur en cailloutis (Cheylan, 2002). Les **difficultés des productions fruitières et légumières**, liées à la concurrence internationale, se traduisent par une diminution des superficies irriguées et irrigables (Site Agreste) et la **labellisation progressive de la production agricole** (AOC, bio, etc.). La garrigue n'est plus orientée vers un usage sylvo-pastoral mais devient un espace de loisir des résidents et urbains périphériques (randonnée, chasse, etc.). A partir des années 1980, les espaces anciennement destinés à l'élevage de moutons se voient affectés à de nouveaux systèmes de pâture. Bovins et équins sont installés dans de petits enclos à proximité des agglomérations selon des logiques diverses et des formes variées, pour répondre à l'accroissement de la demande en loisirs des urbains (Cheylan, 2002).

Avec la mise en place d'une **économie résidentielle**, le tertiaire devient progressivement le plus grand pourvoyeur d'emplois. Le **secteur des services** aux personnes connaît un essor très important lié à l'augmentation de la population retraitée (l'indice régional de vieillissement, en 1975, est le 3^{ème} au niveau national). Ce vieillissement est cependant compensé par l'arrivée de jeunes couples actifs et d'étudiants, en particulier au bénéfice de la métropole montpelliéraine. Dans les années 1980, l'**activité de recherche** se développe avec la construction de nouveaux pôles dynamiques (ex : installation du CIRAD en 1974, lancement de l'association Agropolis⁹⁶ en 1986 ; Cf. Figure n°44). Les besoins en logements, sociaux notamment, font du **secteur de la construction** un secteur économique en plein essor. On observe une évolution des structures et catégories socioprofessionnelles. Progressivement les cadres, professions supérieures et employés deviennent majoritaires au détriment des emplois intermédiaires. Le différentiel entre emplois créés et demande d'emplois contribue à maintenir un **fort taux de chômage** (15,3 %, en 1993). Ce taux est alors le plus élevé des régions françaises (à la même date la moyenne pour la métropole est de 11,5 %). Au début des années 1990, le taux d'activité des femmes est le plus faible de France après celui de la Corse et progresse moins vite que la moyenne nationale.

La **métropole montpelliéraine** s'affirme désormais comme **capitale régionale** avec une tertiarisation croissante de son économie. Elle se distingue de plus en plus par des fonctions de type métropolitain, avec une spécialisation très forte au niveau de la recherche qui influe la captation/localisation d'entreprises. Dans les années 1970, avec le renversement positif des représentations de la vie à la campagne, les **lotissements** se développent dans les communes périphériques de plus en plus éloignées des villes (ex : Saint-Clément-de-Rivière). Ce phénomène est encouragé par les stratégies de « marketing territorial » des promoteurs immobiliers et des élus locaux (Meyronin, 2009). Au nord, la garrigue, longtemps délaissée, est de plus en plus prisée par les cadres du tertiaire supérieur (Chalvy, 2001). Sur l'axe autoroutier est-ouest majeur (A9), le développement périurbain se poursuit, valorisé par le développement de zones industrielles (ex : Baillargues, Vendargues, Le Crès). A partir des années 1980, la banlieue montpelliéraine gagne davantage d'habitants que la ville-centre et ce sont les communes de la **troisième couronne** qui enregistrent désormais le taux de croissance annuel le plus élevé (Cf. Carte n°11).

⁹⁶ Pôle de recherche international implanté au nord de Montpellier.



Carte 11 : Les trois couronnes de l'agglomération de Montpellier (inspirée de Alinat, 2005)

La transition vers un système basé sur une économie résidentielle renforce la **dépendance au marché mondial**. Urbanisation généralisée, industrialisation et intensification des pratiques agricoles affectent directement les ressources foncières et environnementales et s'accompagnent d'une aggravation des zones à risques (inondation, érosion, incendie). Les sols les plus fertiles, souvent situés en aval dans les plaines, sont directement menacés par l'expansion des surfaces artificialisées (imperméabilisation), la réduction d'inter-cultures, les rejets en intrants et la multiplication des passages d'engins agricoles (PNUE, 2003). La **dégradation des sols** a des répercussions sur tous les autres compartiments des écosystèmes (biodiversité, cycles de l'eau et des nutriments). Les eaux souterraines subissent des pressions importantes sur le plan quantitatif et surtout qualitatif. D'importants problèmes sanitaires se posent liés aux pollutions d'origine agricole, industrielle et domestique (PNUE, 2003).

L'accroissement des déplacements automobiles favorise la congestion du trafic, la consommation accrue d'énergie et l'augmentation des rejets en CO². Les coûts d'équipement et de gestion, comme les coûts sociaux et environnementaux, ne sont souvent pas anticipés par les communes confrontées à la rapidité de l'augmentation des besoins. Le morcellement des parcelles agricoles et la fragilisation de l'activité s'accompagnent de la perte d'identité du secteur agricole et indirectement de la perte d'identité culturelle dans les villages. De nombreuses communes sélectionnent leurs nouveaux habitants en imposant des superficies minimales de parcelles. Ces phénomènes d'exclusion et de dépendance participent à la fabrication d'une société « compartimentée » (CG34, 2007). Cette ségrégation socio-spatiale favorise la concentration des groupes les plus aisés dans les espaces les mieux pourvus en termes d'aménités. **L'ensemble de ces impacts se fait surtout ressentir sur la plaine littorale où l'urbanisation s'est développée trop rapidement, sans véritable planification.**

En termes de **réponses**, dès 1975, sont créés les conservatoires des espaces littoraux avec pour mission d'acquérir des terrains fragiles ou menacés. En 1986, la **loi littoral** pose l'interdiction de construire à moins de 100 mètres du rivage. A un niveau local, les politiques territoriales jouent sur le système d'activités en choisissant de dynamiser et de soutenir certains secteurs économiques comme le tourisme, la construction, les services à la personne et la recherche. On note quelques tentatives de **revalorisation de l'arrière-pays** par le développement touristique et la protection d'espaces naturels (ex : Création du Parc National du Haut-Languedoc en 1973). La préservation d'importantes superficies d'espaces naturels, avec la mise en place d'outils règlementaires et de zonages de protection, contribue à renforcer la pression sur les espaces agricoles. Les populations, de façon individuelle ou collective, développent des **stratégies d'adaptation et de résistance**. On assiste progressivement à la mise en place de nouveaux modes de gestion de l'activité et notamment au développement de la multifonctionnalité agricole et de la pluriactivité en milieu rural et périurbain. A la fin des années 1980, les enjeux environnementaux prennent de plus en plus d'importance dans la conscience collective.

Pour **Montpellier**, le lancement de **grands projets urbains** traduit les premières volontés de maîtriser l'expansion de la ville. Au nord, le développement du complexe hospitalier Lapeyronnie et le renforcement du campus de recherche contribuent à la réorganisation spatiale de l'espace urbain et à l'installation des cadres supérieurs vers le nord (Cf. Figure n°44). Les années 1980 et 1990 connaissent une inflation de l'offre en équipements et transports publics (Barone et al., 2007). En 1977, l'aéroport de Fréjorgues est inauguré et, en 1978 est créée la Société Montpellieraine de Transport Urbain (SMTU). Dans les années 1980, l'apparition des Zones d'Aménagement Différé et le lancement des premières Zones d'Aménagement Concerté doivent permettre le contrôle des prix fonciers et l'application des droits de préemption urbaine. On note les premières volontés, de la politique municipale, de maîtriser une urbanisation jugée « anarchique » (Chalvy, 2001).

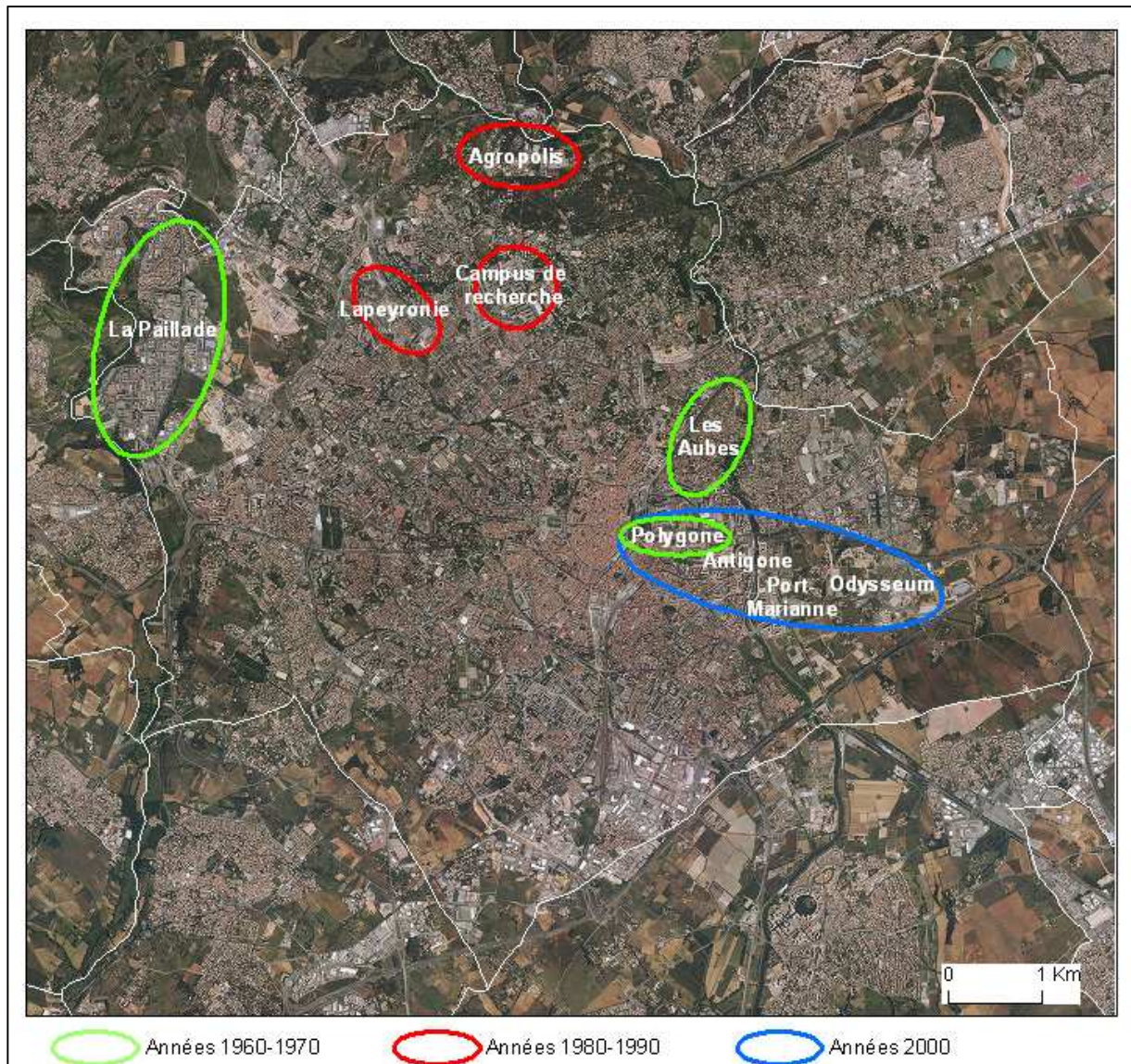
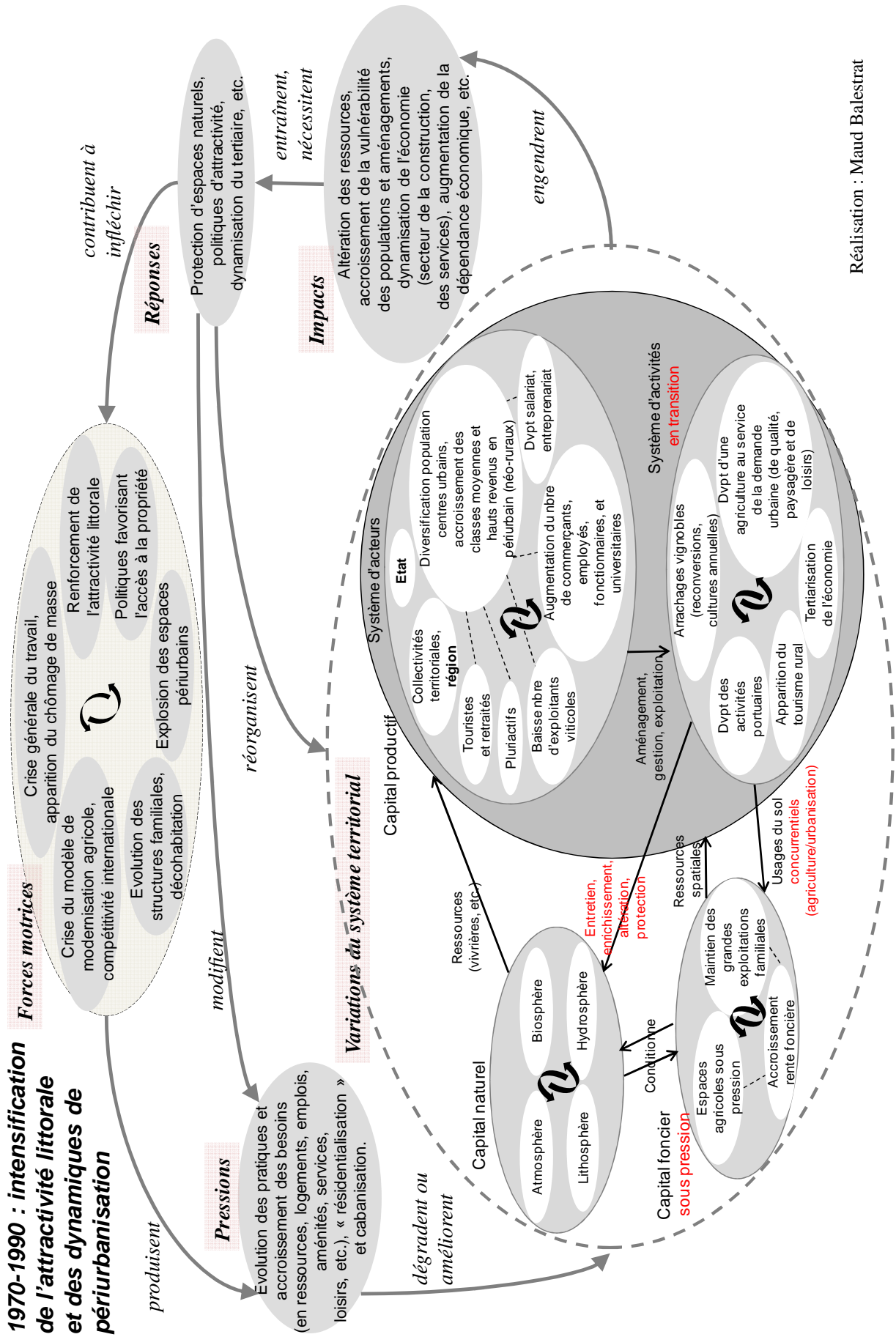


Figure 44 : Photographie aérienne de la ville de Montpellier (Source : BD ORTHO® IGN, 2007)

La figure n°45 résume l'ensemble de ces éléments en proposant une représentation du modèle DPSIR sur la période 1970-1990.

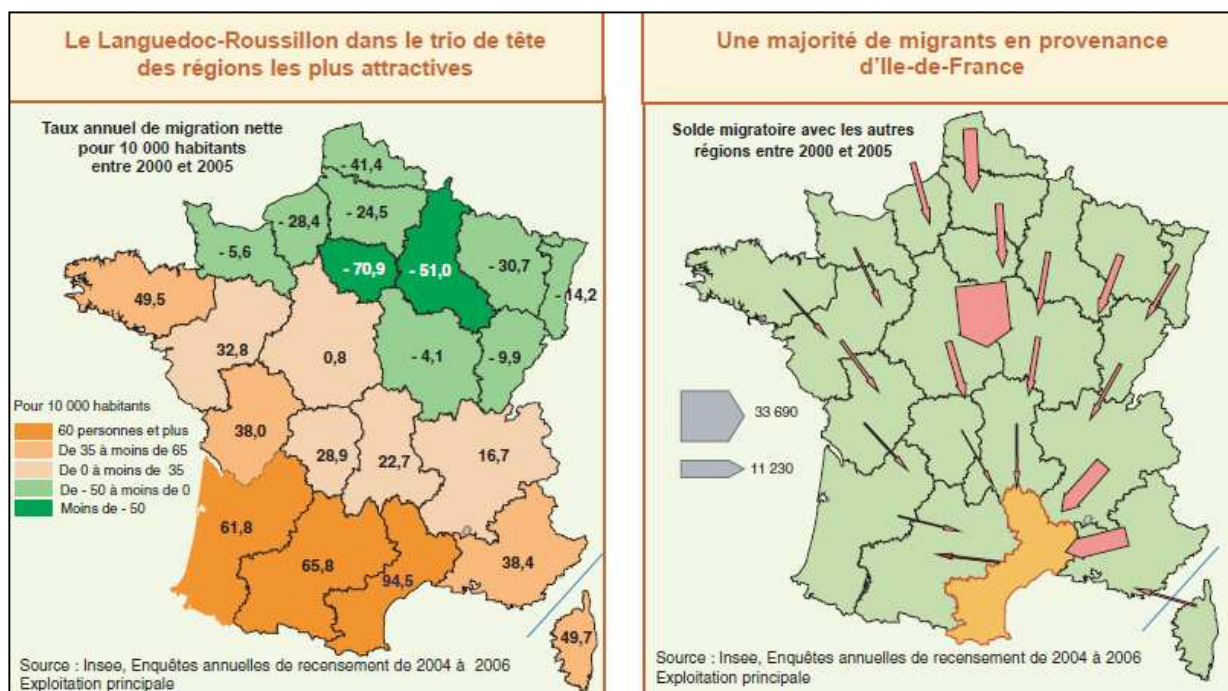


Réalisation : Maud Balestrat

Figure 45 : Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1970 à 1990

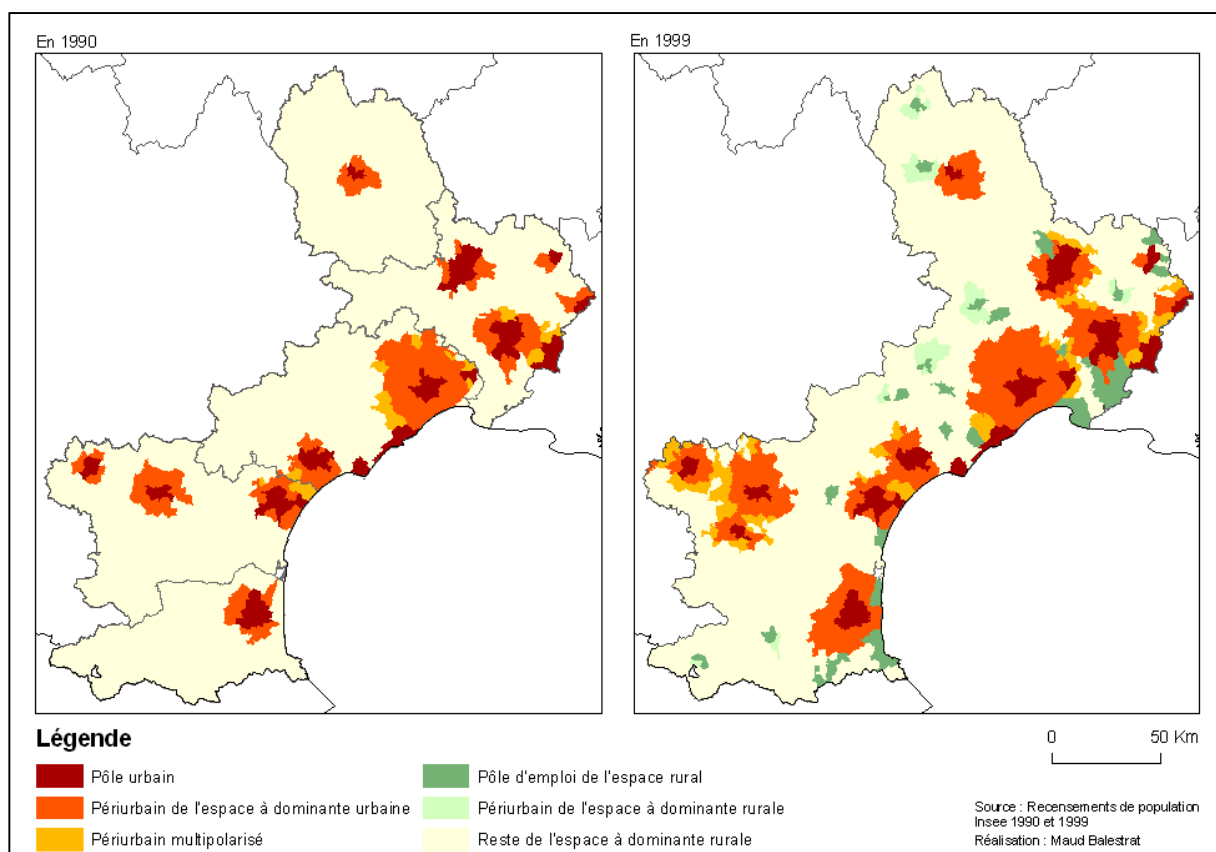
5.2.3. Situation T3 (1990-2010) : prise de conscience de la nécessité d'une gestion durable des ressources et tentatives de maîtrise de l'étalement urbain

Si le développement industriel a été relativement tardif, il est désormais incontestable que l'**héliotropisme** attire non plus seulement les touristes, populations étudiantes et retraitées mais également les techniciens, industriels et ingénieurs. Au dernier recensement de 2006, la région est la seule à entretenir un solde migratoire positif avec l'ensemble des autres régions et se positionne en tête du classement des régions ayant un solde migratoire positif d'actifs et de retraités (Cf. Carte n°12). C'est le département de l'Hérault qui accueille l'essentiel de cet apport migratoire, avec une moyenne de 15 000 nouveaux habitants par an depuis 1999, il contribue à 45 % de la croissance démographique régionale. Ce département a dépassé le million d'habitants au 1er janvier 2006, quatrième de France par la croissance démographique, après ceux de Corse-du-Sud, de Haute-Corse et de Haute-Garonne (Audric, 2009).



Carte 12 : Le Languedoc-Roussillon en tête des régions les plus attractives (Source : Alberti, 2005)

En s'appuyant sur le Zonage en Aires Urbaines, de l'INSEE, qui reste actuellement le principal outil pour comparer le dynamisme des différents espaces urbains et ruraux à l'échelle nationale, il est possible de percevoir la vigueur des dynamiques de périurbanisation au niveau régional. La carte n°13 illustre l'évolution de l'extension spatiale de ces différents espaces à l'échelle régionale, de 1990 à 1999. La croissance périurbaine prend deux formes principales, l'expansion des villages proches des axes de communication, notamment liée au développement de liaisons autoroutières (A61, A75), et l'apparition de néo-villages en périphérie des centres urbains (Cheylan, 2002).



Carte 13 : Les espaces périurbains, à l'échelle du Languedoc-Roussillon, selon le Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE de 1999⁹⁷

Entre 1990 et 1999, la part de population totale résidant en zone périurbaine est passée de 17,4 % à 25,7 %. Si l'on compare ces chiffres avec les chiffres nationaux moyens (Cf. Tableaux n°7 et n°8), la part de population totale occupant les espaces périurbains est plus importante en Languedoc-Roussillon (en 1999, 25,7 % contre 21,4 % au niveau national). En revanche, le pourcentage de communes concernées est moins élevé (32,5 % contre 43,1 %).

	Part dans la population totale		Part dans l'emploi total		Part dans le nombre total de communes	
	1990	1999	1990	1999	1990	1999
Communes périurbaines des aires urbaines	15,8 %	21,2 %	9,4 %	12,3 %	14,5 %	22,7 %
Communes périurbaines de l'espace rural	/	0,6 %	/	0,4 %	/	2,9 %
Communes multipolarisées	1,6 %	3,9 %	0,9 %	2,4 %	1,6 %	6,9 %
Total du périurbain	17,4 %	25,7 %	10,3 %	15,1 %	16,1 %	32,5 %

Tableau 7 : La place du périurbain en Languedoc-Roussillon en 1990 et 2009 (Source : INSEE, RP 1990 et 1999)

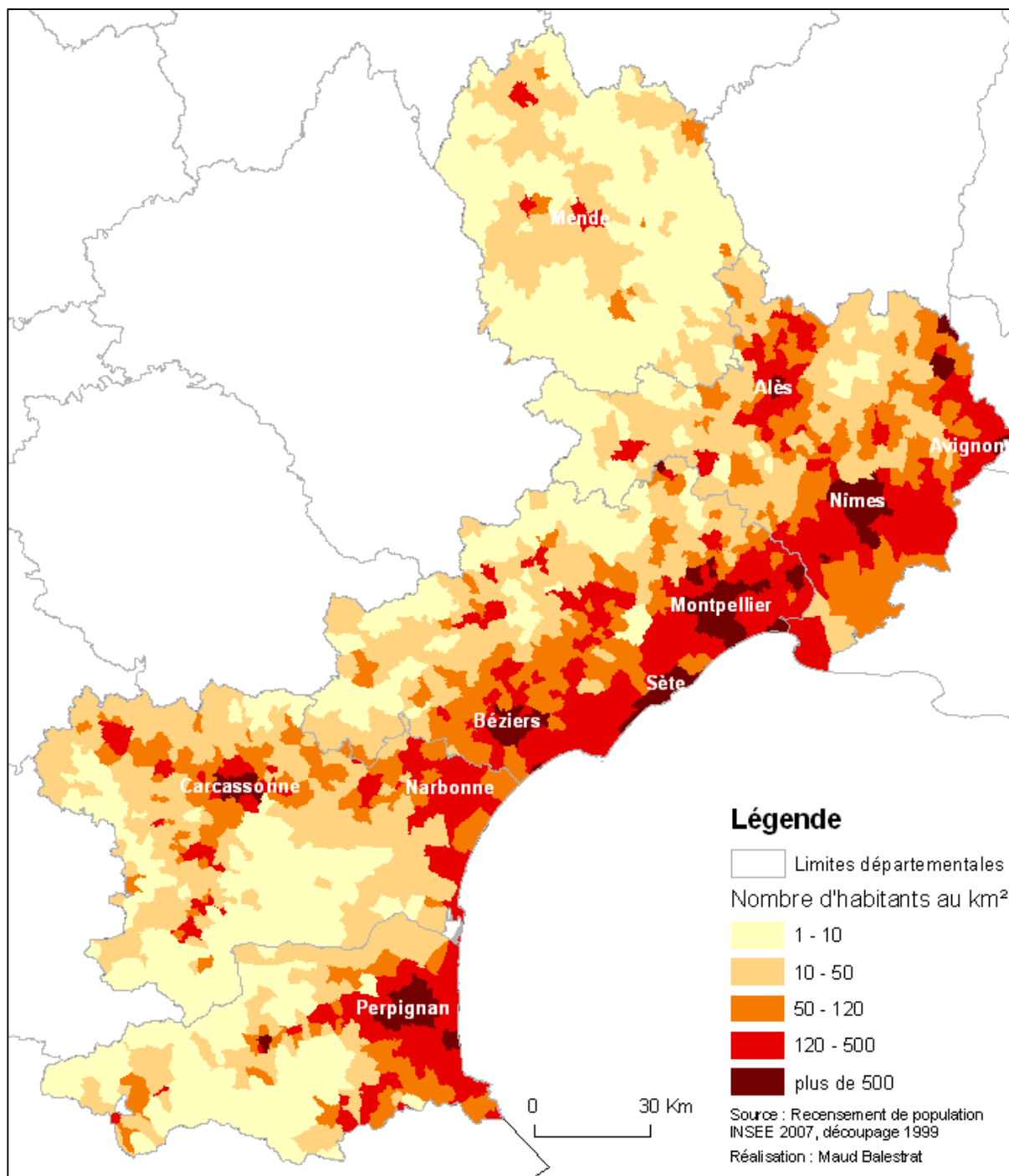
⁹⁷ Le Languedoc-Roussillon comptait 17 aires urbaines en 1990 et 19 en 1999. La confirmation de la nouvelle carte des aires urbaines, par la vague complète des cinq premières enquêtes annuelles (2004-2008), devrait permettre prochainement de proposer un nouveau zonage avec une extension spatiale des aires urbaines, non disponible à la date de réalisation de la thèse.

	Part dans la population totale	Part dans l'emploi total	Part dans le nombre total de communes
	1999	1999	1999
Communes périurbaines des aires urbaines	16 %	9,1 %	29,5 %
Communes périurbaines de l'espace rural	0,4 %	0,2 %	2,3 %
Communes multipolarisées	5 %	3,1 %	11,3 %
Total du périurbain	21,4 %	12,4 %	43,1 %

Tableau 8 : La place du périurbain en France métropolitaine (Source : INSEE, RP 1999)

La carte n°14 met bien en évidence la polarisation exercée par les grandes agglomérations du littoral. Les principaux pôles urbains font apparaître, en toute logique, une densité élevée. Les villes de la plaine littorale, en particulier l'axe qui relie Sète à Nîmes, tendent à former une quasi-continuité urbaine. Perpignan et Carcassonne sont plus isolées. La plaine côtière contraste avec l'arrière-pays, aux faibles densités de peuplement, en particulier la Lozère, le Haut-Héraultais, le sud de l'Aude et l'ouest des Pyrénées-Orientales. La faiblesse démographique des pôles urbains est particulièrement marquée en Lozère et dans l'Aude, où la population ne représente respectivement que 16 % et 35 % de la population départementale.

En termes de **pressions**, la croissance démographique soutenue, contribue à entretenir les dynamiques d'accroissement des besoins (en ressources, déplacements, logements, emplois, équipements, espaces publics, services, etc.). Les pratiques liées à des **modes de vie urbain et périurbain se généralisent** à l'ensemble du territoire et se traduisent par de nouvelles exigences de durabilité (habitat économe, loyers peu chers, ressources de qualité, etc.).



Carte 14 : Densités brutes de population des communes du Languedoc-Roussillon, en 2006

La viticulture continue d'enregistrer une perte de compétitivité. Les échanges internationaux portent de plus en plus sur les vins de qualité et contribuent ainsi à modifier profondément le système viticole. L'agriculture, pour se maintenir, doit assurer des fonctionnalités de préservation environnementale, d'usage récréatif et d'entretien de la qualité paysagère pour répondre aux aspirations d'une population désormais majoritairement urbaine. A l'échelle régionale, les espaces naturels, notamment du fait de la mise en place d'outils réglementaires et de zonages de protection⁹⁸, représentent encore des superficies importantes

⁹⁸ En 2008, les surfaces protégées de la région occupaient 47 % de la surface régionale inventoriée en zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique et 32 % en zones Natura 2000 (CR-LR et ACADIE, 2008)

(65 % du territoire en 2008). Avec les **difficultés de transmission des exploitations**, on note une tendance à leur **concentration** (Dubois, 2010). Entre 1988 et 2000, le nombre d'exploitations agricoles a diminué de 36 % et la SAU de 6%. Les dynamiques d'arrachage des vignes et de reconversion des vignobles se poursuivent (Cf. Figures n°46 et n°47). Les **intentions d'arrachage**, de 2005 à 2007, correspondent à environ 30 000 ha, soit 10% par rapport à la surface en vigne existante en 2005 (Abrantes, 2009).



Figure 46 : Arrachage de vigne au nord de Montpellier (Commune de Montferriez-sur-Lez)

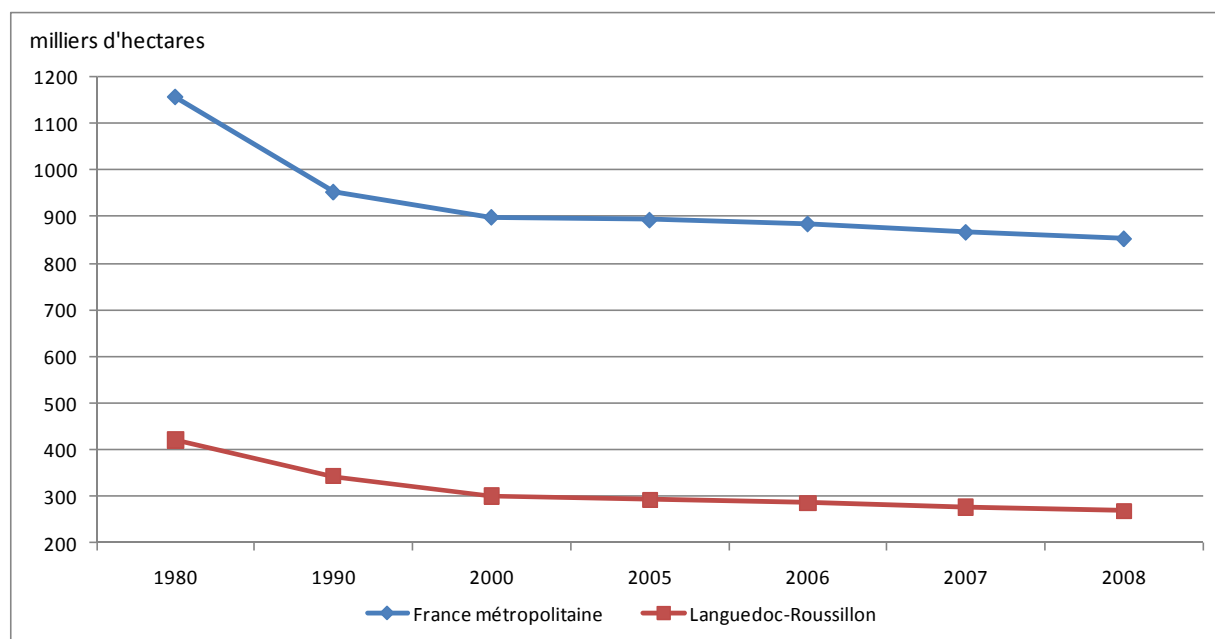


Figure 47 : Évolution de la superficie cultivée en vigne en milliers d'hectares (Source : Agreste)

Les productions maraîchères, fruitières et céréalières se concentrent sur quelques bassins de production où leur compétitivité peut encore être assurée. Les espaces agricoles et espaces naturels qui se maintiennent en milieu périurbain se tournent vers la **multifonctionnalité** (approvisionnement et récréation des urbains, coupures vertes, entretien paysager). Les ceintures urbaines voient apparaître une diversification appuyée sur le développement de **circuits courts**. Pour répondre à la demande urbaine, les dynamiques de **labellisation** et de **diversification** de l'agriculture (Bio, AOC, AMAP, etc.) **s'intensifient**. L'agriculture périurbaine de qualité (maraîchage, viticulture, arboriculture), en concurrence avec le développement périurbain, se généralise.

L'économie résidentielle se consolide. Le secteur tertiaire continue de se développer, alimenté par les besoins en services et en logements. Plus généralement, on assiste à la

féménisation de l'emploi et au **développement du salariat** (CR-LR et ACADIE, 2008). Le territoire est désormais essentiellement habité par des entrepreneurs, des cadres, des chercheurs et des populations inactives (étudiants, chômeurs et retraités). L'arrière-pays se tourne de plus en plus vers un **tourisme rural**. L'agriculture reste un secteur important, 6 % des emplois (3,5% au niveau national), mais occupe désormais une très faible part dans la production des richesses régionales (3,5 % en 2004). La main d'œuvre saisonnière disparaît (vendange, taille, etc.). En périurbain, la population agricole mute du salariat vers la micro-entreprise.

La ville de **Montpellier** s'assume désormais comme le **pôle urbain dominant** de la région et se distingue par son potentiel de rayonnement européen au niveau socio-culturel. En 1999, 11,4% des emplois de l'aire urbaine de Montpellier étaient des emplois métropolitains supérieurs⁹⁹ (Julien, 2002).

En termes d'**impacts**, le système d'activités est fragilisé par une **dépendance accrue au système mondial**. Les modes de vie liés à l'urbanisation et à la périurbanisation et l'évolution des systèmes d'activités se traduisent par une **gestion peu économe et peu durable des ressources environnementales et foncières** (ex : altération des ressources en sols et en eau, recul du trait de côte). La crise économique de 2007, et avec elle, l'explosion des prix de l'énergie et de l'immobilier, contribue à renforcer ces préoccupations. Le niveau de risques, lié aux inondations et aux incendies, s'est accru. L'augmentation des biens et des personnes, dans les zones à risques, et la désertification de certaines zones rurales reculées (ex : espaces abandonnés par la viticulture et l'élevage qui retournent à la friche des Hauts-cantons languedociens ou de la plaine des Corbières) favorisent une vulnérabilité plus grande des populations. La précarisation d'une partie de la société a des répercussions en termes de cohésion sociale (difficultés de transmission des exploitations, sentiment de perte du lien social, etc.) et de niveau vie.

Au niveau de la société civile, les **démarches associatives, démarches de projets**, se multiplient pour résister aux modèles économiques imposés par la mondialisation (AMAP, associations écologistes, jardins communautaires, etc.) et traduisent une volonté des acteurs de plus en plus grande à se fédérer. Se développent, « timidement », des démarches qui se veulent plus responsables et économes en matière de consommation des ressources (covoiturage, éco-construction, énergie propre, traitement des déchets, agriculture bio, etc.). **L'accès à la propriété reste, en revanche, un objectif du parcours résidentiel des ménages.**

La **dynamisation des activités de recherche**, la mise en service du LGV Méditerranée en 2001 (qui relie Paris à Nîmes en 3h), la nouvelle extension de l'aéroport Montpellier Méditerranée en 1994, sont autant de facteurs qui favorisent l'attractivité régionale. Pour répondre aux besoins de l'emploi, on assiste à des **tentatives de dynamisation du secteur industriel** pour attirer de nouvelles entreprises (ex : création de 18 parcs régionaux d'activités économiques en 2008). Le développement du port de Sète, est notamment l'un des projets phares de la région avec le développement d'un pôle agro-industriel (importation de céréales pour l'alimentation animale, exportation de biocarburants, terminal automobile, etc.). On peut également souligner le soutien à la filière viticole (ex :

⁹⁹ La liste des « *fonctions métropolitaines supérieures* », créée après le recensement de la population de 1990 et actualisée avec le recensement de 1999, complète l'analyse traditionnelle par secteur d'activité et « *fait implicitement référence aux fonctions dont le contenu décisionnel est élevé ou qui contribuent à l'image de marque d'une ville (Banque, commerce, informatique, recherche, etc.)* » (Julien, 2002).

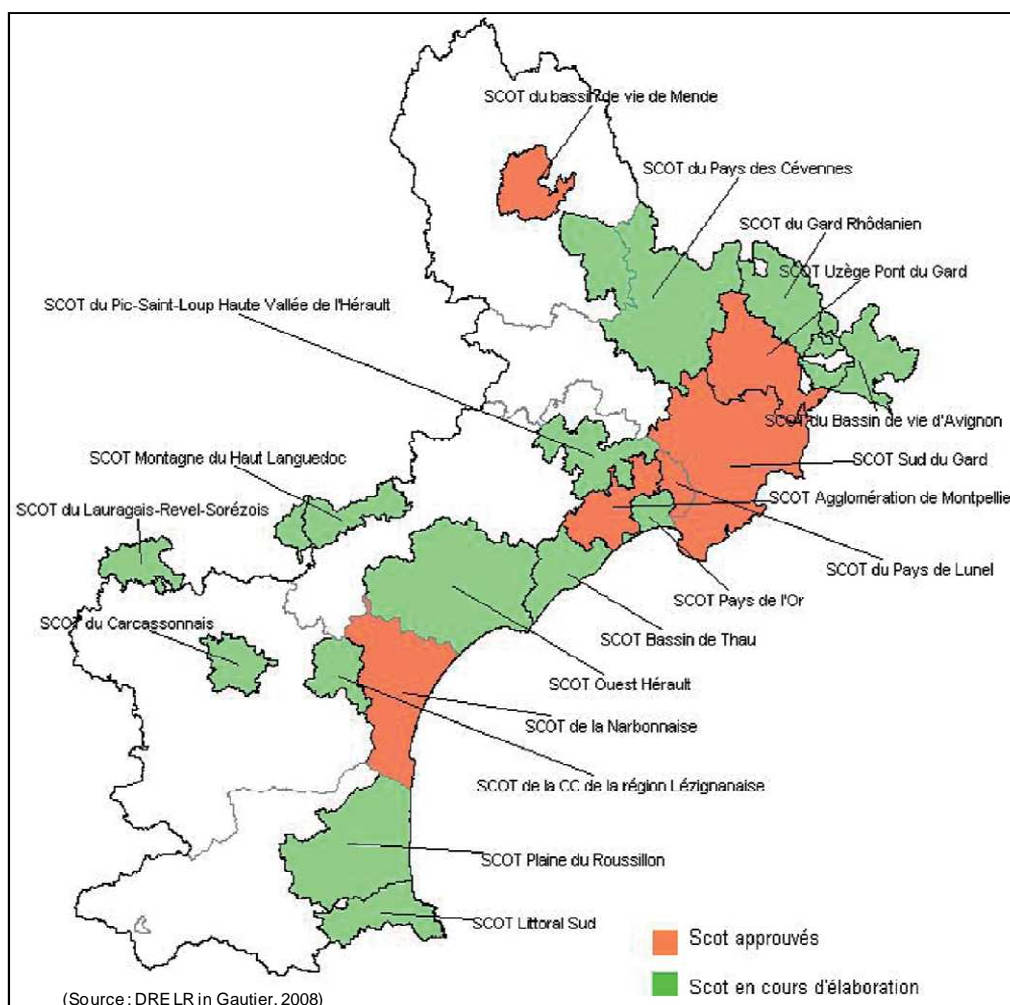
Vinisud, etc.). La création de deux nouveaux Parcs Naturels Régionaux (PNR de la Narbonnaise en Méditerranée en 2003 et PNR des Pyrénées catalanes en 2004) est destinée à favoriser le tourisme rural. De **grands aménagements** voient le jour. La création du LIEN¹⁰⁰, au nord de Montpellier, en cours de réalisation doit participer à « *l'aménagement durable du territoire en désenclavant l'arrière-pays, en constituant une voie de contournement de l'agglomération montpelliéraine* » (CG 34). On peut se questionner sur les effets bénéfiques engendrés, à terme, par la création de cette nouvelle infrastructure routière, vectrice d'attractivité et de développement urbain. La région souhaite s'appuyer sur la mise en valeur d'un fort potentiel (solaire, éolien, etc.) pour développer la production d'énergies propres. Cependant, comme à l'échelle nationale, le développement du photovoltaïque et des éoliennes fait débat en raison des répercussions sur la consommation de terres.

En 2006, le Conseil Régional du Languedoc-Roussillon affiche la volonté « *d'assurer un développement équilibré de son territoire* » à travers le lancement d'un nouveau **Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire**¹⁰¹. Au niveau local, les politiques affichent désormais la volonté d'œuvrer pour une planification spatiale plus cohérente, concertée et durable. Les démarches de **regroupements intercommunaux** se multiplient. En 2008, le Languedoc-Roussillon dénombre 10 communautés d'agglomération, 93 % des communes sont regroupées en communautés de communes. La région compte également de nombreux **territoires de projets** (Cf. Annexe n°3). La carte n°15 présente l'état d'avancement des SCoT en Languedoc-Roussillon, en 2008¹⁰².

¹⁰⁰ Liaison Intercommunale d'Evitement Nord commencée en 1992, prévue pour être achevée d'ici la fin 2015 et destinée à construire un tronçon de raccordement entre les autoroutes A750 et A9

¹⁰¹ Dans le cadre de la démarche d'élaboration du SRADDT du Languedoc-Roussillon j'ai participé aux ateliers citoyen conduits par la Région, de mars à mai 2008, afin d'organiser un débat public autour des enjeux d'aménagement du territoire régional.

¹⁰² Sept Schéma de Cohérence Territoriale étaient approuvés au 1er septembre 2008 et 12 en cours d'élaboration.



Carte 15 : État d'avancement des SCoT en juillet 2008 en Languedoc-Roussillon

L'élargissement des échelles territoriales de planification s'accompagne d'une coordination des politiques de transport et d'urbanisme et d'une homogénéisation des politiques foncières à l'échelle intercommunale. L'action foncière, pour le maintien des exploitations et des surfaces agricoles, se traduit par la transcription d'**objectifs de protection du foncier agricole** dans les chartes (DGEAF¹⁰³, etc.) et dans les documents de planification (SCoT, PLU). La création de l'Établissement Public Foncier, en 2008, marque la volonté de maîtriser les zones d'expansion urbaine. A l'échelle départementale, des projets voient le jour en vue de concilier réduction de la consommation d'espace par les nouveaux logements et qualité du cadre de vie¹⁰⁴.

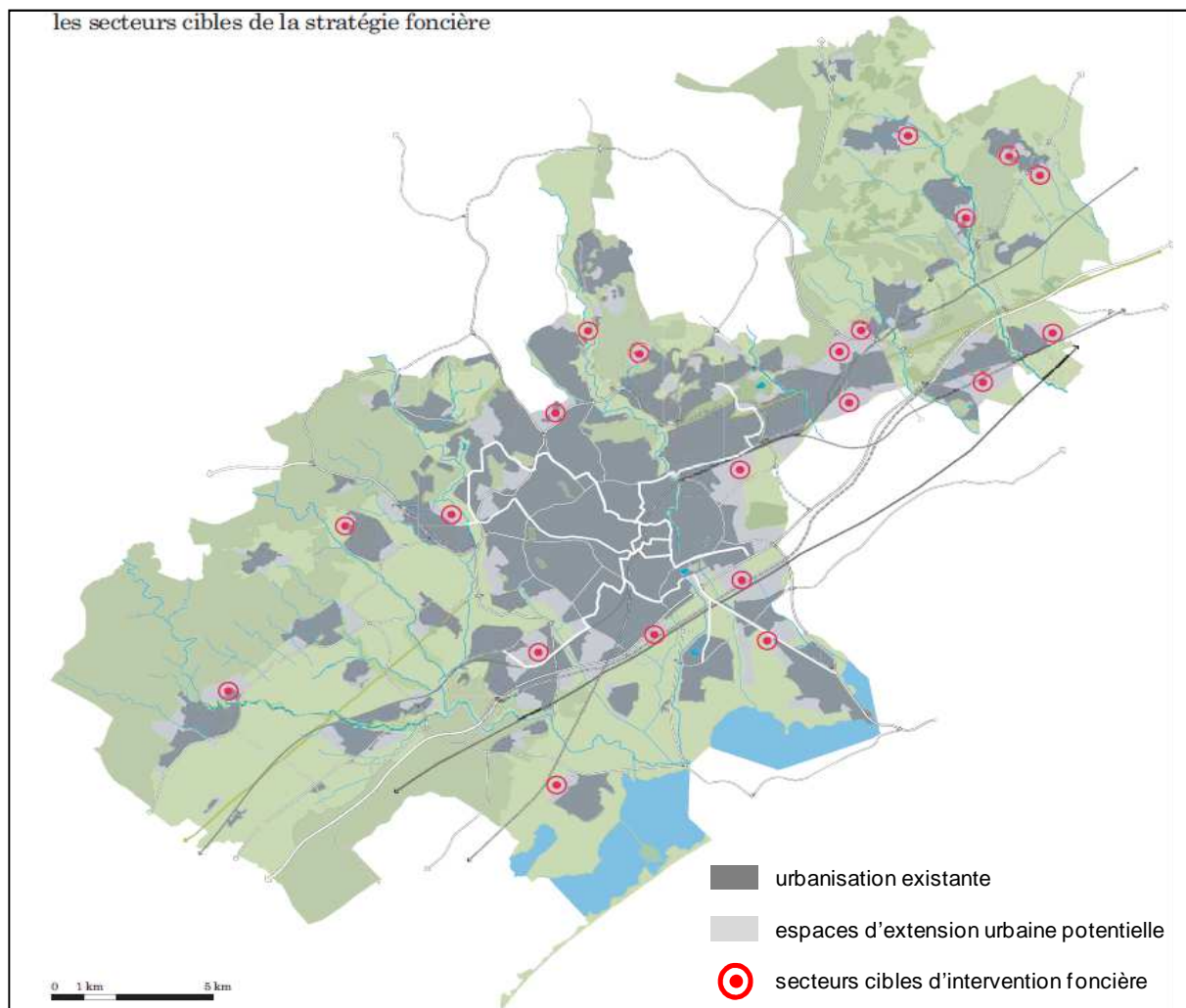
En 2001, la création de la **Communauté d'Agglomération de Montpellier** va dans le sens des actions conduites, depuis la fin des années 1975, en faveur d'une maîtrise urbaine affirmée. L'implantation d'un réseau de trois lignes de tramway engendre des mutations à la fois sur la forme urbaine et sur le fonctionnement général de la ville, elle est censée contribuer à transformer les comportements automobiles. Le lancement du service Vélomag', en 2007,

¹⁰³ La Loi d'Orientation Agricole de 1999 prévoit dans chaque département l'élaboration d'un Document de Gestion de l'Espace Agricole et Forestier. Il constitue un outil de dialogue et d'aide à la décision qui doit notamment être consulté lors de l'élaboration des documents d'urbanisme.

¹⁰⁴ En 2007, le Conseil Général de l'Hérault, en partenariat avec le Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement, a par exemple conduit une réflexion pour la maîtrise du développement urbain à l'échelle du département (« Habiter sans s'étaler ») (CG34, 2007).

marque également la volonté de limiter la circulation automobile. L'opération d'un **continuum urbain** « reliant le Polygone au complexe ludique et commercial Odysseum, avec comme charnière centrale le quartier Antigone et en pointe d'achèvement le secteur d'aménagement Port-Marianne » doit permettre de rapprocher la ville-centre des communes situées au sud-est, fortement marquées par la périurbanisation (Barone et al., 2007) (Cf. Figure n°44). Mauguio qui accueille l'aéroport, la Grande Motte, Lattes et Pérols délimitent, en perspective, l'aire fonctionnelle d'un **espace métropolitain en formation** (Cf. Carte n°10).

En 2006, la mise en œuvre du **SCoT cadre la stratégie de maîtrise foncière** en faveur d'une gestion plus cohérente du territoire (Cf. 2.2.3.). Les Zones d'Aménagement Concerté (ex : Port Marianne Rive Gauche qui doit favoriser mixité urbaine, sociale, fonctionnelle et présence d'espaces verts) doivent conduire les entreprises du secteur immobilier à « renoncer à des stratégies purement privées pour s'inscrire dans la projection publique de l'espace » (Barone et al., 2007). L'un des principaux objectifs affichés par le SCoT est la volonté de freiner l'étalement urbain à travers la protection des espaces ouverts, la gestion des franges urbaines, la rénovation de zones urbaines (ex : quartier Mosson) et la re-densification. Les espaces d'extension urbaine potentielle sont délimités précisément (Cf. Carte n°16, Figures n°48 et n°49).



Carte 16 : Les secteurs cibles de la stratégie foncière du SCoT de Montpellier (Source : CAM, 2008)

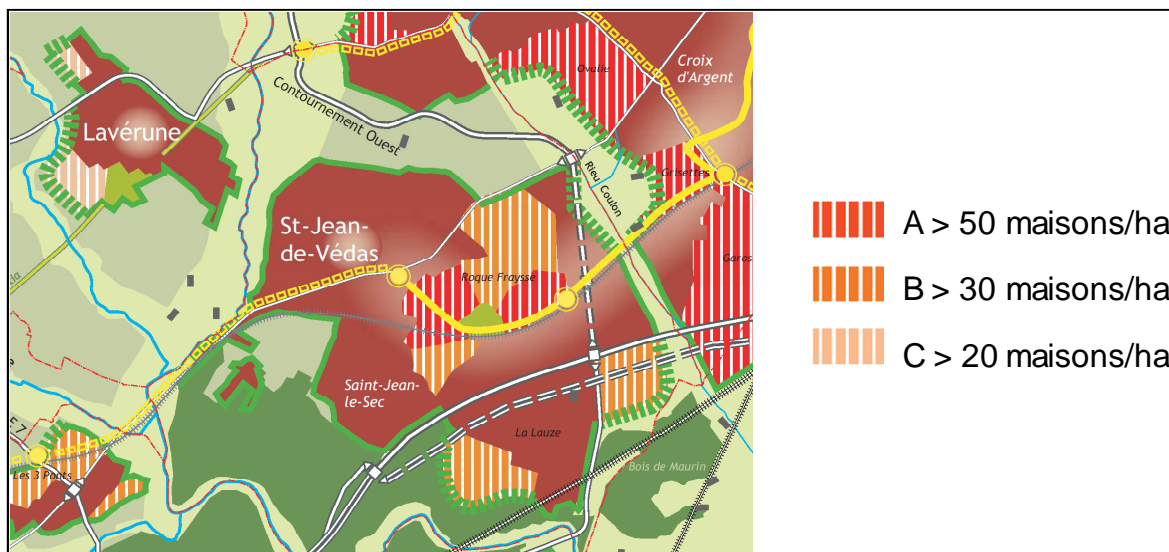


Figure 48 : Trois niveaux de densification pour les futures extensions urbaines (Source : CAM, 2008)

Dans ce cadre, « les limites des espaces naturels et agricoles déterminent l'enveloppe intangible des espaces qui ne seront pas urbanisés et, a contrario, délimitent l'ensemble des espaces soit déjà urbanisés soit potentiellement ouverts à l'urbanisation » (CAM, 2008). Deux types de limites sont reconnues par le SCoT : les limites « déterminées » liées à des composantes préexistantes de la géographie physique ou humaine (infrastructures, lit majeur d'un cours d'eau, etc.) ; les limites « à conforter » sont contiguës à un espace urbain existant ou d'extension urbaine potentielle et autorisent une extension urbaine mesurée.

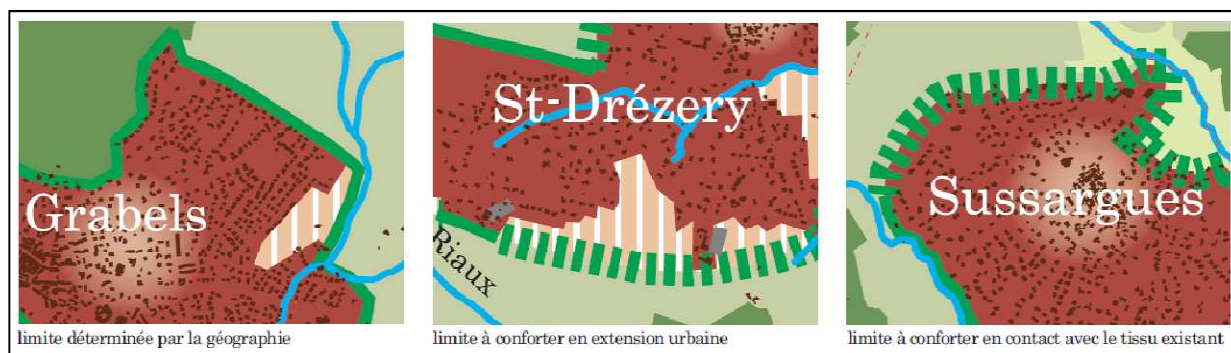


Figure 49 : Les limites définies par le SCoT pour « maîtriser » l'extension urbaine (Source : CAM, 2008)

Avec le SCoT, le territoire est de plus en plus perçu comme un bien commun susceptible de fédérer autour d'une identité. L'autonomie communale doit désormais composer avec les logiques de l'organisation intercommunale. Cependant, la mise en cohérence des PLU avec les objectifs du SCoT n'est pas encore effective.

Ces bonnes volontés ne parviennent visiblement pas à freiner totalement les logiques des opérateurs immobiliers et la construction de lotissements périurbains en périphérie qui proposent des modèles d'habitat, certes plus denses, mais socialement peu durables (Cf. Figures n°50 et n°51). En outre, la mise en œuvre d'une réglementation très forte au niveau du périmètre de l'Agglomération de Montpellier se répercute en termes de pression urbaine sur les territoires voisins.



Figure 50 : Construction de lotissements aux abords des parcelles de vignes au nord-est de Montpellier (Commune de Jacou)

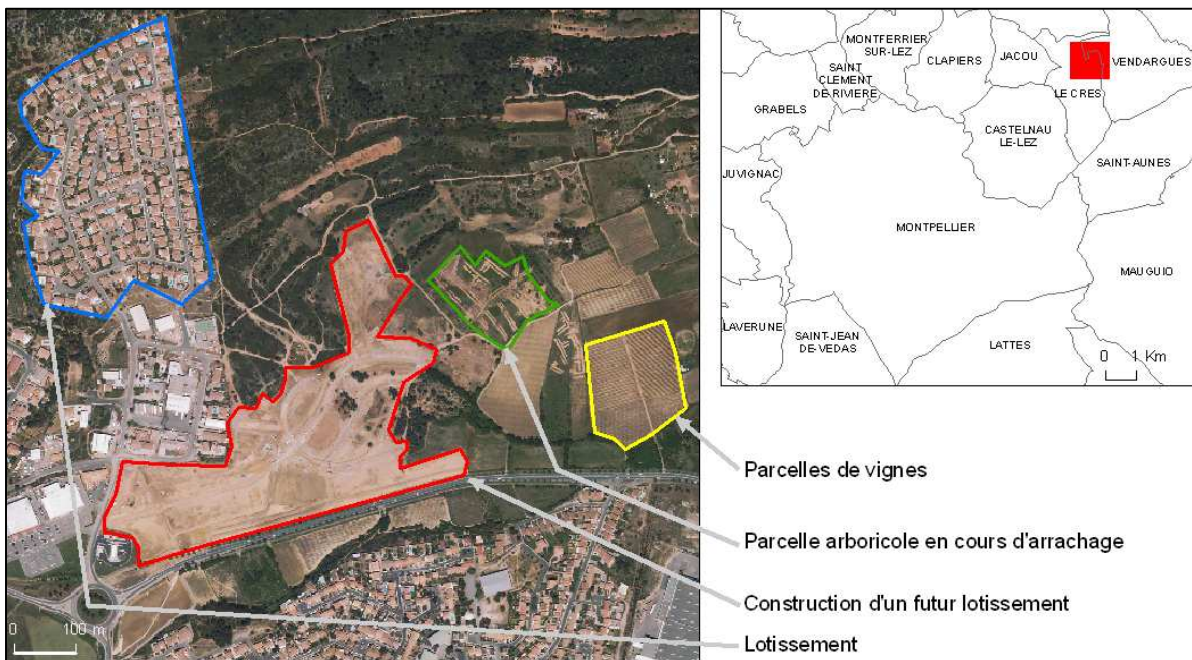
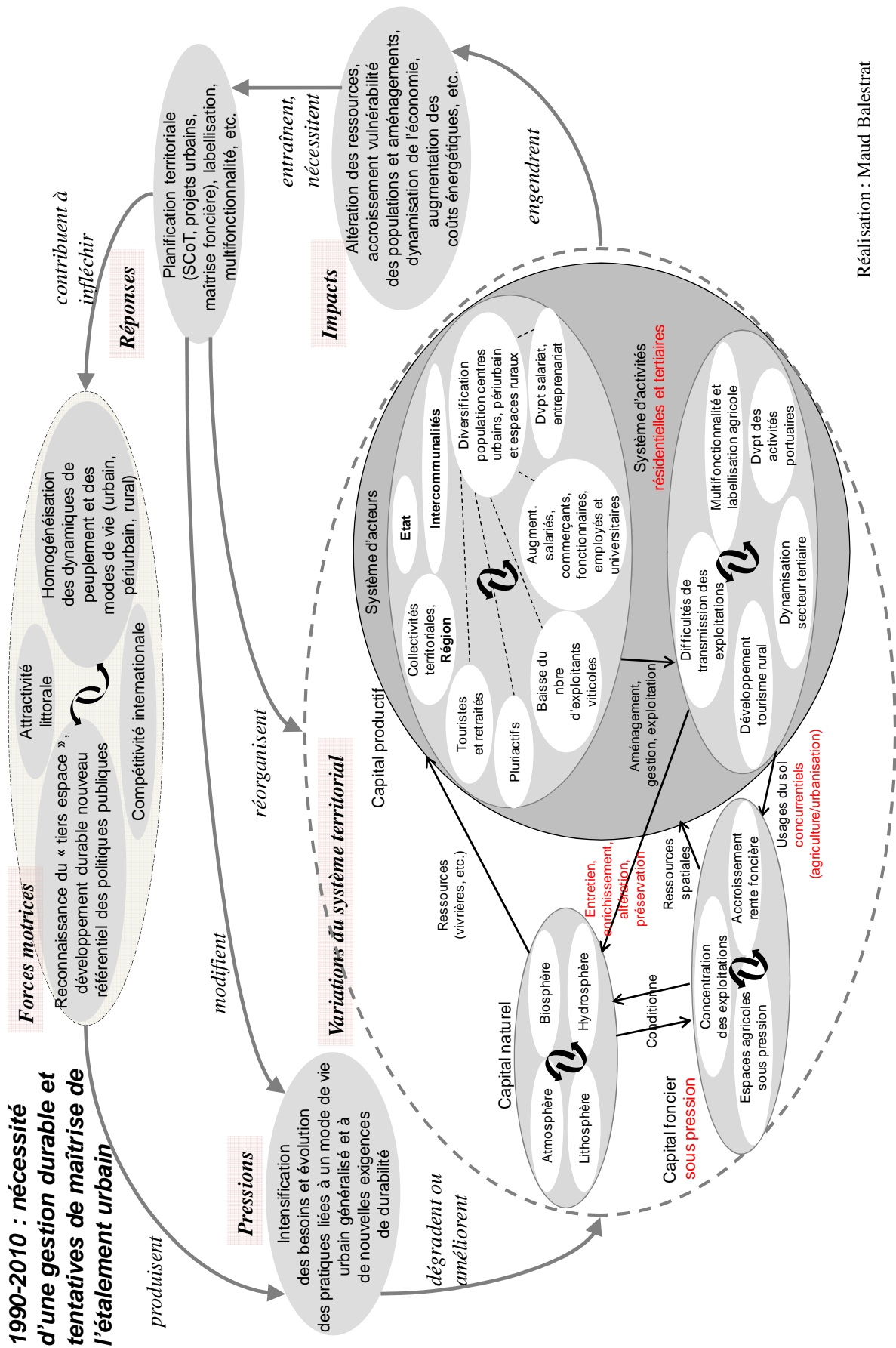


Figure 51 : Construction de lotissement au nord-est de Montpellier (Commune de Le Crès et de Vendargues) (Source : BD ORTHO® IGN, 2007)

La figure n°52 résume l'ensemble de ces éléments en proposant une représentation du modèle DPSIR sur la période 1990-2000.



Réalisation : Maud Balestrat

Figure 52 Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1990 à 2010

5.3. Les apports de la modélisation systémique

Le « cadrage » de l'exercice de modélisation, par l'analyse historique, aide à comprendre les dynamiques actuelles de distribution des hommes et activités sur le territoire languedocien. Dans un premier temps, j'ai synthétisé ce travail afin de proposer une étude comparative des modèles correspondants aux différents contextes temporels et dans le but de présenter un support simplifié et adapté aux échanges avec les acteurs institutionnels mobilisés. Pour répondre à la problématique de la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt du Languedoc-Roussillon (Cf. 2.3.3.), en matière de gestion des espaces agricoles périurbains, j'ai cherché à valider et à préciser le modèle DPSIR, sur la dernière décennie (2000-2010), en le confrontant aux représentations des acteurs.

5.3.1. Synthèse de l'analyse historique

Le tableau n°9, propose de restituer les différentes situations historiques de développement du système territorial languedocien, mises en évidence par l'importance des forces motrices conditionnant l'intensité des dynamiques de littoralisation et donc de périurbanisation aux différentes périodes. Il cadre ces processus dans le contexte national du phénomène d'extension périphérique des villes, depuis les années 1960, en France.

Les deux dernières périodes identifiées (1970-1990, 1990-2010) ont vu se développer puis se généraliser et se consolider, la formation d'espaces périurbains, espaces de transition entre mondes ruraux et urbains. Ces dynamiques se sont traduites par une homogénéisation progressive des modes de vie dans ces trois types d'espaces, en faveur d'un mode de vie urbain. D'un phénomène « anarchique » et dispersé, difficile à appréhender, les représentations sociétales ont évolué vers la reconnaissance d'un nouvel espace, « le tiers espace », dont il est désormais admis qu'il faut maîtriser l'expansion. La mise en place de politiques de planification témoigne de cette prise de conscience progressive en faveur d'un développement urbain durable et de ces changements des représentations des décideurs, aménageurs et chercheurs. Cependant, les nouveaux dispositifs de gouvernance territoriale peinent à freiner des processus toujours plus complexes à saisir et qui paraissent difficilement contrôlables.

En Languedoc-Roussillon					
	En France	T1 (1950-1970) : ouverture du territoire et prémices de la périurbanisation	T2 (1970-1990) : intensification de l'attractivité littorale et généralisation des dynamiques de périurbanisation	T3 (1990 à 2010) : prise de conscience de la nécessité d'une gestion durable des ressources et tentatives de maîtrise de l'étalement urbain	
Modèle DPSIR	Depuis les années 1960 à aujourd'hui				
Forces motrices	Différentiel d'attractivité (croissance de la population urbaine)	Attractivité littorale et croissance urbaine (exode rural + apports migratoires)	Intensification de l'attractivité littorale et de la périurbanisation	Attractivité littorale, homogénéisation des dynamiques de peuplement et des modes de vie (urbain, périurbain, rural)	
	Mondialisation	Progrès industriels (modernisation des transports, de l'agriculture, etc.)	Crise du travail, du modèle de modernisation agricole, baisse de la demande en vins de consommation courante et arrivée de nouveaux pays producteurs	Compétitivité internationale	
Pressions	Evolution des valeurs sociétales et modes de vie (individualisme, mobilité, etc.)	Amélioration du niveau de vie, évolution des valeurs sociétales (individualisme, mobilité, etc.)	Politiques en faveur de l'accès à la propriété, évolution des structures familiales (décohabitation), évolution des valeurs sociétales (mobilité, qualité du cadre de vie, etc.)	Prise de conscience des méfaits d'un développement économique non maîtrisé, développement durable nouveau référentiel de l'action publique	
	Evolution des besoins et pratiques (logements, déplacements, ressources, emplois, services, etc.)	Augmentation des besoins liés à la croissance démographique, évolution des pratiques liées à l'urbanisation	Accroissement des besoins liés à la croissance démographique, évolution des pratiques liées à l'urbanisation et à la périurbanisation, résidentialisation des stations littorales et cabanisation	Intensification des besoins liés à la croissance démographique, évolution des pratiques liées à un mode de vie urbain généralisé et à de nouvelles exigences de durabilité	
Etat du capital environnemental	Ressources environnementales fortement mobilisées	Entretien, enrichissement et altération		Entretien, enrichissement, altération et préservation	
	Espaces agricoles et naturels sous pression (conflits d'usage)	Disponible (Occupation du sol essentiellement agricole et naturelle)	Espaces agricoles sous pression	Espaces agricoles sous pression	
Etat du capital productif	Fort proportion de familles (couples avec enfants), de jeunes, représentation composite des catégories socio-professionnelles et des niveaux de vie des ménages, etc.	Système d'activités en transition (développement des emplois tertiaires, du tourisme balnéaire, maintien de la viticulture en plaine, des systèmes agro-pastoraux dans l'arrière-pays, etc.)	Système d'activités en transition (tertiarisation de l'économie), apparition du tourisme rural, arrachage du vignoble (reconversions et vente), développement d'une agriculture au service de la demande urbaine (de qualité, paysagère et de loisir)	Système d'activités résidentielles et tertiaires, labellisation et multifonctionnalité agricoles, développement du tourisme rural, dynamisation du secteur de la recherche	
	Variation du niveau de vie, de la qualité du cadre de vie	Altération des ressources foncières et environnementales, dynamisation de l'économie (construction, services, etc.), renforcement de la dépendance économique au marché mondial, etc.	Altération des ressources foncières et environnementales, accroissement vulnérabilité des populations, dynamisation de l'économie, augmentation de la dépendance économique, etc.	Altération des ressources foncières et environnementales, accroissement vulnérabilité des populations, dynamisation de l'économie, augmentation des coûts énergétiques, etc.	
Réponses	Stratégies des ménages, élus, pouvoirs publics, propriétaires fonciers, promoteurs immobiliers	Aménagement du littoral, politiques du logement, programmes d'irrigation, etc.	Protection d'espaces naturels, politiques d'attractivité, dynamisation du tertiaire	Planification territoriale (SCoT, projets urbains, maîtrise foncière), multifonctionnalité et labellisation de l'agriculture, etc.	

Tableau 9 : Analyse historique comparée du modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien

Ce diagnostic historique soulève la question des outils à disposition des acteurs de la planification, pour appuyer les politiques de gestion de l'espace, aux différentes périodes. A ce sujet, les différentes figures proposées, pour suivre l'extension spatiale de la ville de Montpellier, sont révélatrices des progrès réalisés dans les domaines de l'analyse et de la modélisation spatiale notamment. De l'élaboration de documents papiers anciens (Cf. Carte n°9) à la mise à disposition de photographies aériennes de haute résolution spatiale (0,50 cm), en noir et blanc d'abord (Cf. Figure n°42) puis en couleur (Cf. Figure n°44), et de produits issus d'images satellitaires (Cf. Carte n°11), les outils spatiaux au service des acteurs, pour suivre les dynamiques de développement des hommes et activités (occupation et utilisation du sol), ont influencé, dans une certaine mesure, le regard porté sur l'espace. Cette évolution des techniques de traitement de l'information spatiale pose la question du statut objectif du matériau de construction que sont les indicateurs spatialisés et spatiaux. Instruments de mesure au service des acteurs, ils orientent d'une certaine façon les politiques de gestion des territoires en façonnant les représentations des décideurs sur l'espace.

Cette synthèse comparative des modèles temporels offre une représentation simplifiée du système territorial tout en conservant un certain niveau de complexité « accessible » à tous. Elle a constitué un support adéquat pour alimenter les débats entre chercheurs et acteurs dans le but de construire une représentation partagée. Les échanges ont d'abord permis de valider le modèle systémique construit, par la confrontation des perceptions de chacun. Ils ont ensuite conduit à le préciser, afin de répondre aux préoccupations de la DRAAF LR en matière d'identification et de qualification des enjeux agricoles, liés aux dynamiques de périurbanisation sur le territoire languedocien.

5.3.2. Le recentrage du modèle sur la question de la DRAAF LR

Pour rappel, l'objectif de la DRAAF LR était de disposer d'une méthode objective de quantification et de qualification de la consommation des terres par l'artificialisation. Deux niveaux de besoins ont été exprimés :

- un besoin en outils pour **quantifier et spatialiser la perte de terres** à potentiel agricole, afin de contribuer à l'analyse globale des dynamiques à l'œuvre et de sensibiliser à l'importance de la perte d'un patrimoine agronomique ;
- un besoin en outils pour **qualifier la potentialité agronomique des sols** à accueillir les grandes cultures¹⁰⁵, afin d'appuyer l'expertise et l'argumentaire des représentants du monde agricole lors de l'élaboration des documents d'urbanisme.

Cette demande s'inscrit dans un contexte sociopolitique particulier, dans lequel le développement durable est devenu un enjeu incontournable de la planification territoriale ce qui a conduit à centrer le modèle sur la dernière décennie (2000-2010). La variation du capital foncier liée à la progression des espaces artificialisés, se trouve au centre de la problématique des instances agricoles mobilisées. Le modèle détaillé (Cf. Figure n°53) reprend certains des éléments déjà présentés précédemment et permet de préciser certains points, centrés sur cette question des enjeux agricoles périurbains, que le système d'indicateurs doit permettre d'éclairer.

¹⁰⁵ Ibid note n°64

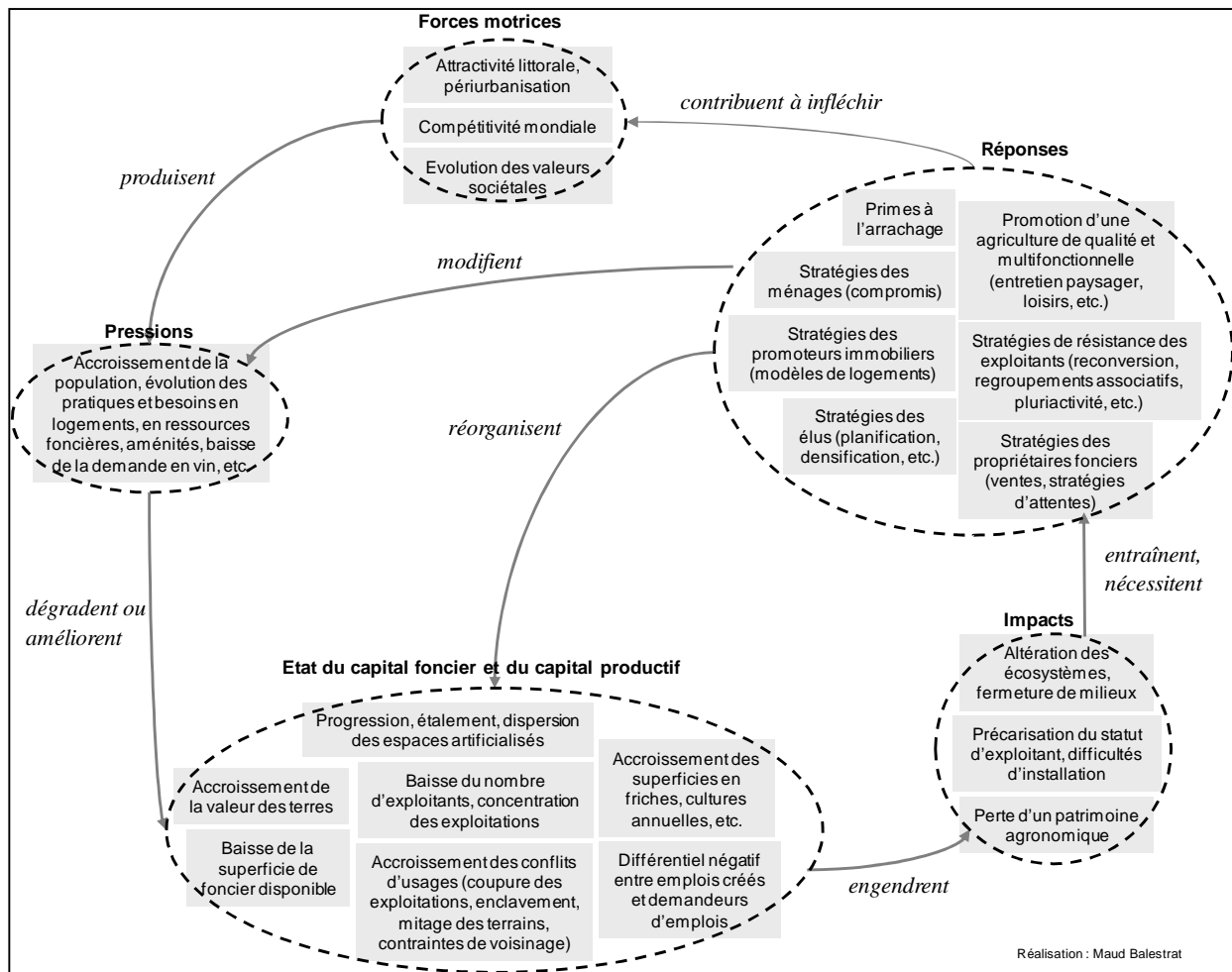


Figure 53 : Modèle des dynamiques de périurbanisation du capital foncier languedocien, dans les années 2000

Les logiques de compétitivité mondiale entraînent une concurrence accrue sur la production agricole, en particulier viticole. L'attractivité littorale favorise une croissance démographique soutenue qui se manifeste par une forte dynamique de périurbanisation. L'évolution des valeurs sociétales se traduit par une homogénéisation et une généralisation des modes de vie urbains. La pression urbaine et périurbaine se manifeste par une diminution des superficies foncières disponibles et un accroissement de la valeur des terres qui favorisent une concurrence accrue sur l'usage des ressources foncières et se répercutent sur le système productif. Pour se maintenir, l'activité agricole, en zones périurbaine et rurale, doit désormais satisfaire une demande urbaine de qualité du cadre de vie (paysagère, environnementale, etc.) et de loisir. La pression urbaine se traduit par des difficultés de transmission et une concentration des exploitations qui conduisent à une précarisation du statut d'exploitant. Les stratégies de résistance s'expriment par des mécanismes de reconversion, les exploitations pour se maintenir se diversifient et se labellisent.

L'exercice de modélisation renvoie à la pertinence spatio-temporelle des indicateurs à retenir et donc de l'information spatiale à mobiliser. L'importance du phénomène de littoralisation a fait émerger le besoin de centrer spatialement le système d'indicateurs sur la plaine languedocienne. Pour suivre les dynamiques de consommation du capital foncier par les espaces artificialisés, se posait la question de la disponibilité des données aux différentes dates, en fonction de deux autres interrogations :

- Jusqu'à quelle date souhaite-t-on remonter dans les évolutions passées ?
- A quelle fréquence souhaite-t-on pouvoir faire des mises à jour ?

Les données spatiales exploitées devaient permettre de cadrer le système d'indicateurs dans les années 2000, période de profondes mutations spatiales (occupation et usage du sol) dans laquelle s'inscrit l'action des acteurs (à l'origine de l'étude sur l'analyse du potentiel agronomique affecté par l'aménagement du territoire languedocien) en matière de planification territoriale.

Synthèse du chapitre 5

L'application du modèle DPSIR adapté nous a permis de proposer une lecture systémique des dynamiques de périurbanisation qui s'exercent à l'échelle du territoire régional. La consolidation et la validation du modèle avec les acteurs de l'aménagement, impliqués dans la démarche de construction du système d'indicateurs, ont été des étapes essentielles pour construire une représentation partagée des dynamiques territoriales centrée sur la question de l'usage des espaces agricoles en zone périurbaine languedocienne. Les débats avec les acteurs ont mis en évidence la place centrale de la problématique de variation du capital foncier sur la dernière décennie (2000- 2010).

La démarche globale de production d'un système d'indicateurs envisageait de s'appuyer principalement sur l'exercice de modélisation. La confrontation du modèle aux représentations des acteurs m'a cependant conduit à réorienter mes objectifs de départ. Afin de répondre à des enjeux d'opérationnalité et d'utilité des indicateurs, il est apparu indispensable de prendre en compte les attentes spécifiques des acteurs confrontés à des besoins de « *reporting* » quotidien différents selon les métiers et les fonctions. Le chapitre 6 présente l'analyse approfondie des besoins conduite dans ce sens à l'issue de cet exercice de modélisation.

CHAPITRE 6 : RÉSULTATS DE L'ANALYSE APPROFONDIE DES BESOINS

Dans le contexte actuel d'un accroissement des enjeux liés à la satisfaction des besoins alimentaires, présents et à venir, le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire s'intéresse aux **outils à la disposition** de ses agents pour sensibiliser à la reconnaissance et à la **préservation d'un patrimoine agronomique des sols**. Dans ce cadre, la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt du Languedoc-Roussillon a commandité une étude destinée à l'analyse quantitative et qualitative et au suivi du potentiel agronomique des sols affecté par l'aménagement du territoire en Languedoc-Roussillon.

La DRAAF LR a été le principal interlocuteur des équipes de recherche impliquées¹⁰⁶. Le travail d'analyse des besoins a cependant mobilisé un panel plus large d'acteurs institutionnels. Cela permettait d'objectiver la question de la gestion du foncier agricole en zone périurbaine languedocienne, mais également de bénéficier d'autres expériences en matière de production d'indicateurs pour accompagner les processus décisionnels.

Les résultats de ce travail d'interactions, entre chercheurs et acteurs institutionnels, ont permis de cibler les **enjeux prioritaires**, d'identifier des **critères de mesure** pour en rendre compte et de définir des **indicateurs** potentiellement adaptés pour renseigner ces critères. Ces débats ont été l'occasion de discuter non seulement la portée et l'intérêt de chaque indicateur mais également des **données à mobiliser** pour leur calcul et leur mise en œuvre.

¹⁰⁶ L'étude « *Analyse du potentiel agronomique affecté par l'aménagement du territoire* » a été réalisée par le Cemagref, le CIRAD (UMR TETIS) et l'INRA (UMR LISAH), à Montpellier de 2008 à 2010.

6.1. Contexte et organisation

La participation est un processus complexe qui doit concilier différentes dimensions. Il faut tenir compte de la multiplicité des profils des acteurs concernés, de leurs représentations souvent divergentes, en fonction notamment des échelons de gestion auxquels ils interviennent, et de leur degré d'implication dans le processus (Cf. Figure n°15). Au préalable, une analyse fine de la demande, des statuts et fonctions des acteurs mobilisés a donc été essentielle pour comprendre leurs différents degrés d'intervention.

6.1.1. Différents niveaux de préoccupation et degrés d'implication

La gestion des espaces agricoles, en zone périurbaine et rurale, fait intervenir une multiplicité d'acteurs, à différents échelons d'actions et avec des statuts qui diffèrent. En m'inspirant notamment des travaux réalisés dans le cadre du projet PLUREL¹⁰⁷ j'ai identifié trois catégories d'acteurs¹⁰⁸.

Les acteurs privés (Cf. Tableau n°9) regroupent les grands groupes de la distribution, les industries agro-alimentaires, les propriétaires fonciers, les exploitants agricoles, les agriculteurs, les autres groupements professionnels et la société civile en général. Certains agissent parfois de façon individuelle pour résoudre les problèmes. Ils mènent alors des actions diverses et éparpillées sur le territoire avec plus ou moins de cohérence, sans structuration et sans représentativité sociopolitique. Cette multiplicité d'actions improvisées ne facilite pas les processus de concertation et de négociation.

Catégorie d'acteurs	Echelon d'action	Acteur	Type d'intervention
Acteurs privés, collectifs et individuels	International, national	Industries agro-alimentaires et grands groupes de la distribution	Lobbying en faveur de la baisse des prix des produits agricoles (jouent sur la concurrence entre les prix de vente)
	Local	Propriétaires fonciers	Production agricole, stratégies d'attente, etc.
		Exploitants agricoles, agriculteurs	Production agricole, entretien de l'espace et des paysages, altération de ressources (rejets en intrants), etc.
		Autres regroupements professionnels	Usages concurrentiels
		Ménages, individus qui agissent isolément	Usages concurrentiels

Tableau 10 : Acteurs privés en lien avec la gestion des espaces agricoles

¹⁰⁷ Le Projet de recherche européen Peri-urban Land Use RELationships, conduit de 2007 à 2010, avait pour objectif de développer des méthodes et outils d'analyse de suivi de l'urbanisation pour proposer de nouveaux modes d'aménagement durable des espaces périurbains à travers l'analyse locale de la pression foncière dans 6 études de cas européennes et une en Chine.

¹⁰⁸ Un même individu peut appartenir à différentes catégories et intervenir sur différents terrains d'actions.

Les organisations à but non lucratif (Cf. Tableau n°10) sont des regroupements d'acteurs qui se fixent des actions collectives à plus ou moins long terme (associations pour le maintien de l'agriculture, coopératives agricoles, associations de citoyens, etc.).

Catégorie d'acteurs	Echelon d'action	Acteur	Type d'intervention
Organisations à buts non lucratifs	Régional	SAFER	Contrôle du marché foncier en zones agricoles et naturelles pour maintenir l'activité agricole et favoriser l'installation de jeunes agriculteurs (acquisition amiable et droit de préemption)
	Divers	Organismes de conseil agricole	Conseil et aide aux exploitants pour des projets individuels ou collectifs (installation, transmission des exploitations), appui aux collectivités, etc.
		Coopératives agricoles	Regroupement d'agriculteurs pour la gestion collective des outils de production, la commercialisation et le stockage des produits agricoles, etc.
		Associations d'agriculteurs	Soutien pour le maintien et le développement de l'agriculture (AMAP, etc.)
		Associations environnementales	Pression en faveur d'une agriculture raisonnée et bio de moindre impact sur les ressources environnementales
		Associations de citoyens	Pression à l'encontre des nuisances générées par l'activité agricole (conflits d'usages), etc.
		Associations d'aide à l'installation agricole	Aide à l'installation agricole par des formes innovantes (accès solidaire au foncier, aide aux personnes ne rentrant pas dans les circuits d'aide « classique », etc.)

Tableau 11 : Organisations à but non lucratif en lien avec la gestion des espaces agricoles

Le rôle des SAFER¹⁰⁹ est de réguler le foncier agricole. Avec la loi relative au développement des territoires ruraux de 2005, ces instances ont acquis une nouvelle mission destinée à la protection et à la mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains. Cependant, le droit de préemption des SAFER (conditionné par une superficie minimale) n'est pas été adapté à ces nouvelles missions. Cela limite les capacités d'action. L'intérêt spéculatif l'emporte bien souvent sur le besoin d'installation des jeunes agriculteurs, à des prix accessibles (CETE-Méditerranée et Certu, 2008). La fonction des associations d'aide aux agriculteurs est justement de contrer ces mécanismes. Elles jouent un rôle de plus en plus important en faveur de la sensibilisation de la société et des élus à la nécessité de soutenir et de maintenir l'activité agricole en zone périurbaine. L'association « *Terre de Lien* » a, par exemple, pour objectif d'accompagner des porteurs de projet afin de faciliter l'accès au foncier en milieu rural et périurbain (soutien à l'installation, acquisition et transmission de terres, etc.)

¹⁰⁹ Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural

Les acteurs publics (Cf. Tableau n°11), organismes supranationaux, services déconcentrés de l'État et institutions en charge de la gestion des territoires locaux (EPCI, communes) interviennent à différents niveaux (international, national, régional, départemental, etc.).

Catégorie d'acteurs		Echelon d'action	Acteur	Type d'intervention
Acteurs publics	Pouvoirs supranationaux	International et européen	FAO, UE, etc.	Elaboration des politiques et accords internationaux (aide au développement, amélioration des pratiques agricoles, lutte contre la faim, etc.), des stratégies et directives européennes (PAC, etc.)
	Services déconcentrés de l'Etat	Régional	Préfet	Direction des services déconcentrés régionaux, contrôle de la légalité des actes des collectivités territoriales
			Conseil régional	Aide aux projets agricoles individuels ou collectifs (ex : programme PACTE régional agriculture)
			Chambre d'agriculture	Conseil et aide aux exploitants pour des projets individuels ou collectifs (installation, transmission des exploitations), appui aux collectivités, etc.
			DRAAF	Mise en œuvre, suivi des politiques nationales et communautaires d'aménagement et de développement durable des territoires. Orientation et soutien à la structuration des filières agricoles et agroalimentaires
			DREAL	Mise en œuvre et suivi du Grenelle de l'environnement, de l'intégration de l'activité agricole sur le territoire, évaluation des impacts de la production agricole sur l'environnement, etc.
			EPF	Intervention possible en zone agricole par l'acquisition de terres (droit de préemption, etc.)
	Services déconcentrés de l'Etat	Départemental	Préfet	Contrôle de la légalité des actes des collectivités territoriales
			Conseil Général	Accompagnement des projets d'installation agricole, coordination des organismes chargés de l'aide à l'installation, délimitation des PAEN, acquisitions foncières (à l'amiable, par expropriation ou par préemption), etc.
			Chambre d'agriculture	Conseil et aide aux exploitants pour des projets individuels ou collectifs (installation, transmission des exploitations), appui aux collectivités, etc.
			DDT(M) (ex DDAF)	Appui aux collectivités (suivi des documents d'urbanisme), contrôle des demandes de construction en zone agricole
	Pouvoirs locaux	Intercommunal	EPCI	Elaboration et mise en œuvre des SCoT (diagnostics territoriaux, délimitation des extensions urbaines futures, etc.)
		Communal	Elus communaux	Elaboration et mise en œuvre des PLU (zonage des terrains et règlements d'urbanisme correspondants), gestion des permis de construire, etc.

Tableau 12 : Acteurs publics en lien avec la gestion des espaces agricoles¹¹⁰

Les services déconcentrés de l'État, aux niveaux régional (DRAAF) et départemental (DDT(M))¹¹¹, dépendent du MAAPRAT. Sous l'autorité des préfets, ils doivent veiller à la mise en œuvre et au suivi des politiques d'aménagement et de développement durable des territoires régionaux et départementaux. Dans ces domaines, ils coordonnent les actions des collectivités territoriales qui interviennent à un échelon infrarégional. Leur rôle d'animation, de communication et de suivi les conduit à veiller à l'application des textes législatifs (Directives européennes, lois d'orientation agricole, lois Grenelle, etc.) et à l'évaluation de

¹¹⁰ Le programme Programme régional d'appui à la création et à la transmission d'entreprise (PACTE) est un dispositif mis en place par la région Languedoc-Roussillon qui a pour objectif d'accompagner les porteurs de projets de création ou de reprise d'entreprise

¹¹¹ Ibid note n°63

l'efficacité des politiques mises en œuvre pour y répondre. Ces instances sont désormais souvent amenées à donner leur avis sur les documents de planification en cours d'élaboration (SCoT, PLU) et à proposer des mesures adaptées aux contextes régionaux et départementaux.

Les EPCI ont en charge l'élaboration des SCoT. L'élaboration des Directives Territoriales d'Aménagement se divise en trois grandes phases : le diagnostic du territoire (analyse de l'état initial) se base sur les « porter à connaissance¹¹² » pour définir les enjeux d'aménagement et de développement du territoire ; les mises en place du Plan d'Aménagement et de Développement Durable et du Document d'Orientation Général fixent les principales orientations à suivre et objectifs à atteindre ; enfin l'enquête publique conditionne l'approbation du SCoT. Cette procédure doit désormais tenir compte des enjeux agricoles en préconisant une gestion équilibrée des espaces urbanisés, naturels et ruraux.

Concernant les organismes professionnels agricoles, la procédure du SCoT définit un système minimum de concertation incluant l'expression du monde agricole à travers l'association des Chambres d'Agriculture. Celles-ci peuvent jouer trois rôles : un rôle institutionnel de représentant du monde agricole en défendant les intérêts collectifs de la profession ; un rôle d'expert technique en fournissant des données de référence sur les secteurs agricoles et agroalimentaires ou en réalisant la prestation d'études ou d'analyses ; enfin, un rôle d'animateur territorial, en faisant émerger des groupes locaux d'animation territoriale impliquant les acteurs de terrain. Cependant, les Chambres d'Agriculture déplorent, dans la plupart des cas, le fait de n'être pas impliquées tout au long de la procédure (Certu et al., 2008). Les autres organisations agricoles (SAFER, organisations professionnelles, groupes agricoles locaux, etc.) n'ont pas la légitimité électorale ni la responsabilité d'instances représentatives de la Chambre d'Agriculture. Parfois sollicitées pour leurs connaissances spécifiques sur certains thèmes ou pour participer au diagnostic du territoire, elles sont donc amenées à jouer un rôle secondaire. L'importance et la diversité des enjeux agricoles que soulèvent les SCoT et les jeux d'acteurs complexes en zone périurbaine nécessiteraient d'aller plus loin en favorisant l'implication d'une plus grande diversité d'acteurs locaux dans le processus.

Dans un souci d'objectivation, il m'a semblé essentiel d'élargir le débat (par rapport à la problématique soulevée par la DRAAF LR, principalement centrée sur des enjeux agricoles). Outre les agents des services déconcentrés, à l'origine de la demande, j'ai souhaité mobiliser d'autres acteurs publics œuvrant pour l'aménagement et la planification du territoire languedocien. Cela m'a conduit à me rapprocher des « institutions de pouvoir » à d'autres échelons de décision et dont les domaines d'actions ne se limitent pas à des problématiques agricoles (ex : DREAL¹¹³, EPCI).

¹¹² Le « porter à connaissance » est l'opération par laquelle les DDT(M), sous l'autorité du Préfet de département, portent à la connaissance des communes, les informations nécessaires à l'exercice de leurs compétences en matière d'élaboration des documents d'urbanisme (PLU ou Carte Communale) et à la connaissance des EPCI celles nécessaires à l'élaboration des SCoT.

¹¹³ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

6.1.2. Différents niveaux de besoins en fonction des acteurs institutionnels mobilisés

A l'origine du « déclenchement » de l'étude, la DRAAF LR distingue deux niveaux de préoccupation :

- **un enjeu stratégique à long terme** de préservation d'un patrimoine agronomique pour faire face à l'accroissement de la demande alimentaire mondiale ;
- **un enjeu économique plus immédiat** de soutien et de développement de l'activité agricole, créatrice de valeur ajoutée (productivité agricole) et d'emplois (directs ou induits) sur le territoire régional.

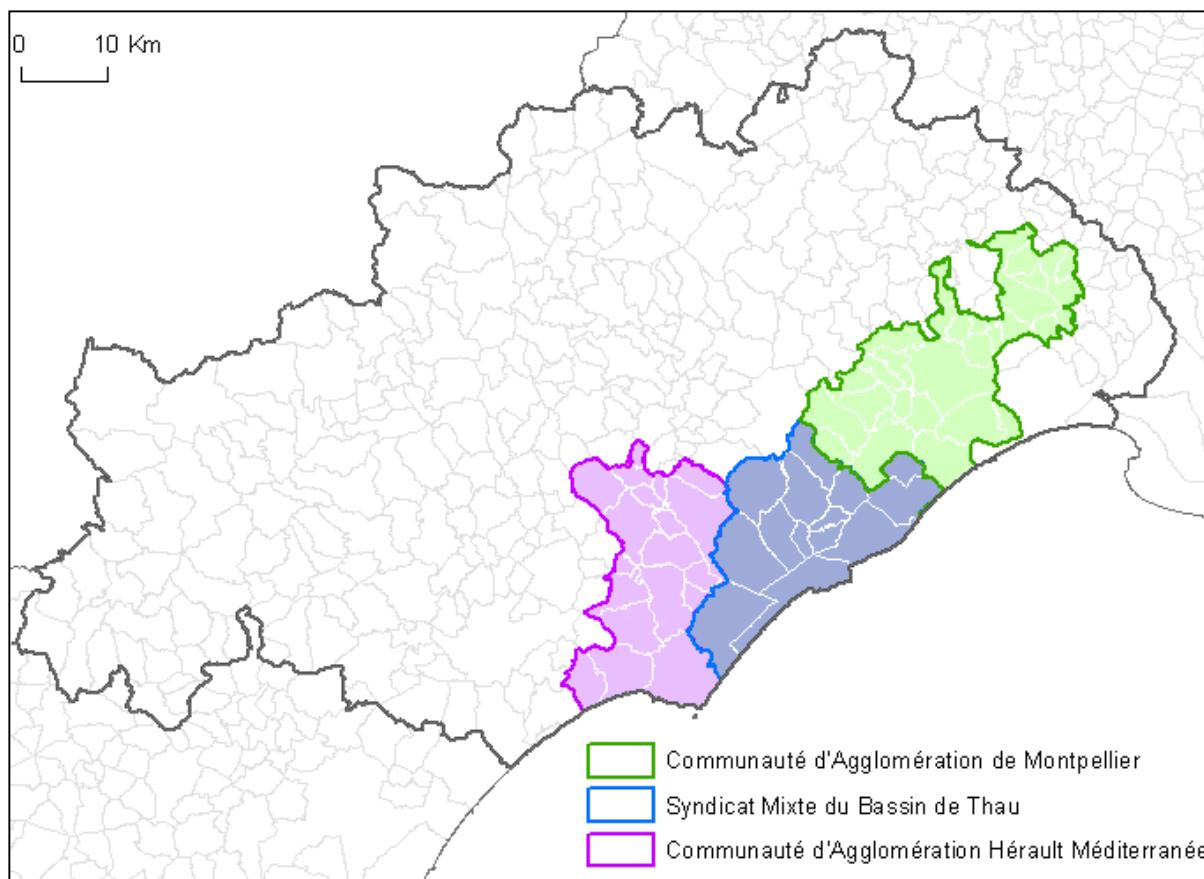
L'implication des agents des **services de l'État**, qui jouent un rôle déterminant dans la planification territoriale, au niveau départemental, est apparue indispensable. Les DDT(M) du Languedoc-Roussillon donnent leur avis aux élus et agents intercommunaux dans les démarches d'élaboration des PLU et des SCoT. Dans le cadre de la fusion au 1^{er} janvier 2010¹¹⁴, les agents des ex DDAF conservent deux missions principales : l'observation et la connaissance des territoires ainsi que les propositions et les préconisations de gestion des espaces ruraux (Schmitt, 2009)¹¹⁵. Ils expriment des besoins, en indicateurs qui les renseignent à un niveau local (communal, intercommunal et départemental), leur permettant ainsi de hiérarchiser les enjeux, de prioriser les actions et d'argumenter à la fois auprès des élus locaux (par l'intermédiaire des « porter à connaissance », notamment) et auprès des agents des DDEA/DDAF, en interne. Afin d'harmoniser le discours des agents, construit à partir d'une série d'indicateurs « communs », l'un des enjeux pour les DDT(M) est également de disposer d'informations comparables, d'un département à l'autre.

Les **Établissements Publics de Coopération Intercommunale**, du fait de la montée en puissance de l'échelon intercommunal, notamment sur les questions des enjeux liés à la gestion des espaces agricoles, sont également apparus comme des acteurs clés à mobiliser. J'ai retenu trois EPCI dont les territoires connaissent d'importantes dynamiques de périurbanisation : le Syndicat Mixte du Bassin de Thau (SMBT)¹¹⁶, la Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée (CAHM) et la Communauté d'Agglomération de Montpellier (CAM). Ces trois EPCI sont confrontés à des problématiques nouvelles, liées à la mise en place d'un SCoT sur leurs territoires d'action respectifs. Comparativement à ceux des services déconcentrés (DRAAF et DDT(M)), les agents rencontrés expriment des besoins en matière d'indicateurs beaucoup plus spécifiques aux enjeux identifiés sur leurs territoires. Les objectifs et moyens mis en œuvre sont très variables d'une intercommunalité à l'autre, notamment du fait des stades d'avancement des procédures de SCoT qui diffèrent (Cf. Carte n°15). En revanche les périmètres d'intervention de ces trois EPCI ont tous été validés. La carte n°17 illustre les périmètres des territoires de gestion de ces trois structures intercommunales.

¹¹⁴ Ibid note n°63

¹¹⁵ L'élaboration du Document de Gestion de l'Espace Agricole et Forestier (DGEAF) s'inscrit dans cette double optique de connaissance et de recommandations.

¹¹⁶ Le SMBT est composé de deux EPCI : la Communauté d'Agglomération du Bassin de Thau (CABT) et la Communauté de Communes du Nord du Bassin de Thau (CCNBT).



Carte 17 : Périmètres des territoires de gestion des EPCI mobilisés

La CAM a validé son SCoT en 2006. Malgré la prise en compte des enjeux agricoles dans le diagnostic, à travers la définition d'unités agro-paysagères (Cf. 2.2.3.), les indicateurs de suivi de la mise en œuvre des objectifs formulés par le SCoT sont essentiellement centrés sur une thématique urbaine (densification de l'habitat, etc.).

Le périmètre du SCoT Ouest-Hérault, en cours d'élaboration, dans lequel s'intègre la CAHM, englobe d'autres EPCI dont la Communauté d'Agglomération de Béziers Méditerranée (Cf. Annexe n°3). Dans le cadre des missions de son observatoire foncier, la CAHM a développé un large panel d'indicateurs qui portent sur de nombreuses thématiques liées aux questions d'aménagement du territoire, dont le foncier et l'agriculture. En revanche, elle ne dispose d'aucune donnée permettant d'estimer la qualité agronomique des sols.

Le SCoT du territoire de Thau est également en cours d'élaboration. Le SCoT, dans le cadre du diagnostic de territoire, a d'abord identifié des espaces de tensions (conflits d'usages) et défini des périmètres de protection d'espaces à valeur environnementale. Sur demande des services déconcentrés, le diagnostic de territoire et le PADD sont actuellement en cours de révision pour proposer un argumentaire sur la protection des espaces agricoles répondant davantage aux exigences des derniers textes législatifs (ex : Grenelle 2010, LOA 2010) en la matière¹¹⁷. Les agents expriment notamment des besoins en indicateurs sur la qualité des sols et les dynamiques de consommation du foncier par le développement de zones économiques (analyse des tendances passées et projections futures), sur le modèle du SCoT

¹¹⁷ Pour répondre à cet objectif un groupe de travail « *Maintien et dynamisation des espaces agricoles* », auquel je participe, a été constitué afin de mieux définir les enjeux agricoles à intégrer dans le diagnostic.

de Montpellier (ex : estimations de 800 m² par nouvel habitant dont 400 m² consacrés à l'habitat, le reste étant consacré aux espaces de loisirs, de consommation et d'emploi). Le SMBT, comme l'ensemble des intercommunalités voisines de l'Agglomération de Montpellier, exprime l'urgence de déterminer des règles limitant l'urbanisation et d'imposer des seuils de densification sur son territoire d'étude pour contrer les effets d'externalité générés par la mise en place d'une lourde réglementation associée au SCoT de Montpellier.

Des agents du **Conseil Général** de l'Hérault ont été impliqués. Ils interviennent, notamment, dans les délibérations des « porter à connaissance »¹¹⁸ auprès des agents des services de l'État. Ils sont donc amenés à donner leur avis aux élus pour l'élaboration des PLU et des diagnostics de SCoT. Ils sont chargés de la rédaction et du zonage des PAEN, sur la base d'un partenariat local avec les exploitants agricoles, et peuvent exercer un droit de préemption pour l'acquisition de terrains à préserver dans le cadre de projets de développement territoriaux. Le Conseil Général est une institution particulièrement active en matière de production de données et d'indicateurs par l'intermédiaire notamment de l'observatoire foncier (Déclarations d'Intention d'Aliéner¹¹⁹, etc.).



Figure 54 : Table ronde organisée dans le cadre de l'étude DRAAF LR, le 17 février 2011 à Montpellier

Des agents de la **Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement** du Languedoc-Roussillon ont été mobilisés. La DREAL LR a pour mission la production de diagnostics du territoire régional et d'analyses prospectives¹²⁰. Elle s'intéresse

¹¹⁸ Ibid note n°112

¹¹⁹ Les DIA sont zonées au titre du Droit de préemption départemental sur les Espaces Naturels Sensibles. Le droit de préemption du département de l'Hérault s'exerce essentiellement en zone NC et ND des POS ou en zones A et N des PLU (Ibid note n°58). A ce titre, le département de l'Hérault bénéficie d'un statut particulier puisqu'il est le seul département français à être entièrement couvert par un droit de préemption (Espaces Naturels Sensibles ou Urbains).

¹²⁰ La DREAL a par exemple lancée une démarche participative, de 2010 à 2012, pour construire une vision prospective et partagée du littoral à l'horizon 2050, qui mobilise un ensemble d'acteurs du Grenelle de l'environnement (collectivités, scientifiques, associations, Etat, etc.)

particulièrement aux enjeux liés au développement urbain de la plaine littorale et dispose d'une importante batterie d'indicateurs spatialisés.

Enfin, les journées de restitution ont réuni divers représentants du monde professionnel agricole (SAFER, Chambre d'Agriculture, associations d'agriculteurs, etc.), scientifiques, élus, agents des services de l'État et des collectivités (Cf. Figure n°54). Elles ont permis d'ouvrir le débat, de recueillir les expériences des acteurs de terrain, de sensibiliser les élus aux questionnements soulevés par la DRAAF LR et de communiquer les principaux résultats de l'étude.

6.2. La présélection des indicateurs adaptés aux besoins des acteurs

La confrontation des différents points de vue des acteurs, en termes de convergence et de divergence des enjeux (Cf. Figure n°36), a permis d'aboutir à un classement des enjeux identifiés comme prioritaires, des critères de mesure et indicateurs correspondants.

6.2.1. Hiérarchisation des enjeux prioritaires

Les grands enjeux sur lesquels se sont accordés les acteurs pour cadrer la production d'indicateurs sont au nombre de quatre :

- Enjeu 1 : Sensibiliser à la reconnaissance et à la préservation du patrimoine agronomique des sols.
- Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols (étalement, mitage, fragmentation, etc.).
- Enjeu 3 : Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole.
- Enjeu 4 : Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire.

Les analyses des différentes formes d'interactions entretenues entre chercheurs et acteurs, ont permis de classer ces enjeux selon l'importance des préoccupations des différents groupes d'acteurs. Cette hiérarchisation révèle des préoccupations différentes et permet également d'identifier des enjeux « communs » (Cf. Tableau n°13).

	Enjeu 1 Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols	Enjeu 2 Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols	Enjeu 3 Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole	Enjeu 4 Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire
Groupe 1 (DRAAF)	1	1	2	
Groupe 2 (Ex DDAF)	2	1	1	2
Groupe 3 (EPCI)	3	1	2	1
Groupe 4 (CG)	3	2	3	1
Groupe 5 (DREAL)		2	3	1

Tableau 13 : Classement des enjeux prioritaires selon l'importance des préoccupations des différents groupes d'acteurs

Les enjeux n°1 et n°4 ne font pas l'unanimité, notamment entre la DRAAF et la DREAL. Cela tient essentiellement à leurs actions respectives en matière d'agriculture et

d'équipement¹²¹. Dans le cadre de l'étude, il s'agissait cependant avant tout de répondre à une demande émanant de la DRAAF LR. L'enjeu n°2, privilégié par une majorité d'acteurs, révèle l'importance des préoccupations liées aux dynamiques d'artificialisation, difficiles à mesurer et à maîtriser. A ce sujet, nous rejoignons Rey-Valette et al. (2008) qui défendent l'idée que dans ce type de démarche collective, la diversité des résultats ne doit pas être interprétée comme une faiblesse. Au contraire, elle exprime les divergences des points de vue des différents groupes d'acteurs mobilisés, résultats du processus d'apprentissage mis en œuvre qui laisse une large place au débat et s'en inspire pour enrichir le processus de co-construction du système d'indicateurs.

6.2.2. Définition des critères de mesure et indicateurs correspondants

Pour chacun de ces enjeux, un ensemble de critères de mesure, pertinents du point de vue des acteurs et représentatifs des différents niveaux de préoccupation, a été identifié (Cf. Tableau n°14). Ces critères sont formulés de façon volontairement réduite pour favoriser les échanges et livrer des éléments facilitant la compréhension de la démarche suivie. Cette relative simplicité conforte également un parti pris du processus, consistant à favoriser l'implication volontaire du plus grand nombre jusqu'au bout du processus de co-construction.

Critères	Enjeu 1 : Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols	Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols	Enjeu 3 : Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole	Enjeu 4 : Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire
1	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial (avant artificialisation)	Etat et variation du degré d'artificialisation des sols	Caractéristiques et dynamisme des exploitations (reconversion, espaces en déprises, etc.)	Caractéristiques et variations du système productif (complémentarité et dynamisme des secteurs d'activités, création d'emplois, etc.)
2	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique artificialisé (définitivement perdu)	Etat et variation de l'occupation du sol initiale (espaces agricoles, naturels avant artificialisation)	Caractéristiques et dynamisme des exploitants agricoles et agriculteurs (capacités de reprise, ancienneté des exploitants, etc.)	
3		Etat et variation du degré d'étalement, de mitage et de fragmentation des terres	Etat et variation des espaces agricoles (cultivés ou non)	
4		Etat et variation de la disponibilité foncière (vocation des sols dans les documents d'urbanisme)		
5		Caractéristiques et dynamiques du marché foncier		
6		Etat et variation du niveau d'attractivité du territoire et de la répartition des populations		
7		Caractéristiques et variation du parc de logements		

Tableau 14 : Structuration des critères de mesure pour répondre aux enjeux prioritaires

Cette structuration des critères de mesure constitue la base de référence qui a guidé le travail de sélection des indicateurs. A partir de la liste d'enjeux prioritaires et de critères de

¹²¹ Cette dichotomie a longtemps perduré dans les organismes en charge de l'aménagement du territoire en France jusqu'à la réforme récente en faveur d'une fusion des services départementaux (DDEA, DDAF), dépendant désormais d'un seul ministère, le MAAPRAT.

mesure retenus, acteurs et chercheurs ont ensuite identifié les indicateurs adaptés pour rendre compte des variables permettant de caractériser chacun de ces critères.

La définition de chaque indicateur devait être la plus précise possible afin de s'assurer qu'il corresponde bien à l'objectif prédéfini. Ce travail a d'abord conduit à compléter et affiner les listes d'enjeux et de critères. Le groupe d'acteurs-chercheurs s'est ensuite attaché à identifier des indicateurs adaptés pour renseigner chacun de ces critères en s'inspirant notamment des systèmes d'information existants mais également en identifiant les indicateurs manquants.

Le tableau n°15 présente un extrait des résultats de ce travail, entièrement restitué dans l'annexe n°4.

Enjeu 1 : Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols
Critère 1 : caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial
Superficies (ha) et répartition des classes de potentiel agronomique initial
Part (%) des classes de potentiel agronomique par rapport à la superficie de la zone d'étude
Superficie (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie initiale de la classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie totale des espaces non artificialisés
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Evolution (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Superficies (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Part (%) des espaces non artificialisés par classes de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie de la zone d'étude
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie non artificialisée de la classe de potentiel agronomique des sols correspondante
Variation de la superficie (ha) non artificialisée des classes de potentiel agronomique comprise dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Evolution de la superficie (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Critère 2 : caractéristiques et variation du patrimoine agronomique artificialisé (définitivement perdu)
Superficie (ha) et répartition des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie initiale de la classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Evolution (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Superficie (ha) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation (intervalles de distance de 200 m aux espaces artificialisés)
Part (%) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres menacées par l'artificialisation (dans l'intervalle de distance correspondant)
Part (%) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres de même classe de potentiel agronomique des sols

Tableau 15 : Extrait des indicateurs retenus et classés par critères

La mise en débat des critères de choix des indicateurs a été l'occasion de discuter, non seulement, la portée et l'intérêt de chaque indicateur, mais également des données à mobiliser pour leur calcul et leur mise en œuvre. Dans ce cadre, les discussions ont mis en évidence les variables spatiales manquantes, indispensables à la production d'un système d'indicateurs opérationnel et qui réponde aux attentes particulières des acteurs.

6.3. Des besoins en indicateurs pour suivre et analyser la perte d'un capital foncier liée à la progression des espaces artificialisés

Un constat général, qui ressort des travaux d'analyse des besoins et de modélisation, est le peu de connaissances, spatiales notamment, disponibles sur la thématique agricole foncière en particulier, en comparaison d'autres thématiques comme l'urbanisation ou la démographie, et le peu d'approches intégrées considérant l'ensemble de ces enjeux.

Les outils dont disposent les institutions agricoles amenées à donner leur avis en matière de planification (notamment sur le caractère condamnable d'un ensemble de parcelles), sont particulièrement limités. Le peu d'éléments de connaissances disponibles permettant de spatialiser le potentiel agronomique des sols avec la précision que requièrent désormais les documents d'urbanisme (tracés des PLU et SCoT) nécessiterait d'y consacrer un temps relativement conséquent. Or, les temps courts de la décision restreignent les possibilités de mener des études approfondies. A l'heure actuelle, faute de disposer d'instruments de mesures et d'analyses spatiales fines, beaucoup d'avis se fondent sur de simples estimations de la qualité d'un ensemble de parcelles, qui se concrétisent trop souvent, d'après les dires des acteurs institutionnels en charge des questions agricoles, par des tracés faits « à la volée » sur des images type photographies aériennes.

Pour palier ces manques, la commande initiale de la DRAAF LR comportait trois niveaux de besoins en indicateurs :

- **des indicateurs pour améliorer les connaissances** sur le patrimoine agronomique et le patrimoine agricole des sols (évaluer la qualité des terres, analyser la répartition des superficies à disposition, identifier les systèmes de production existants ou potentiels, etc.) ;
- **des indicateurs pour aider à la compréhension et au suivi des mécanismes et facteurs** de l'artificialisation des sols dans le temps ;
- **des indicateurs pour spatialiser les enjeux prioritaires.**

La mise en œuvre des indicateurs est, de fait, conditionnée par les variables spatiales disponibles. Les échanges sur la finalité du système d'indicateurs avec les acteurs ont fait émerger la nécessité de disposer de données spatiales qui permettent de qualifier le **potentiel agronomique des sols** d'une part, de mesurer et de suivre la consommation de ce potentiel par les **espaces artificialisés** d'autre part. Cela nous a conduit, avec les acteurs mobilisés dans la démarche de co-construction, à nous entendre, au préalable, sur la définition de la notion clé d'espaces artificialisés et de potentiel agronomique des sols. Cela permettait de caractériser les phénomènes sur une base acceptée par tous et donc de donner du sens et de la légitimité aux indicateurs produits par la suite.

Le terme d'espaces artificialisés a été privilégié à celui plus couramment employé d'espaces urbanisés, l'une des contraintes de production de cette information étant de répondre à un souci d'exhaustivité. Nous avons retenu trois grandes catégories d'éléments

directement liés à l'accroissement des villes dans l'espace et facteurs d'artificialisation des sols : les zones d'habitat, les zones commerciales et d'activités, les équipements et infrastructures de transport. Concernant la prise en compte des espaces non bâtis, nous avons choisi de distinguer les superficies définitivement condamnées (artificialisation « lourde ») de celles potentiellement re-mobilisables pour l'agriculture (artificialisation « légère »).

L'analyse uniquement quantitative des surfaces consommées par le développement de l'habitat ne saurait, à elle seule, constituer une base suffisante pour orienter les décisions en matière de préservation des terres. Les types de sols sont extrêmement divers compte tenu de la multiplicité et de la variabilité des facteurs qui interagissent à leur formation (relief, géologie, occupation du sol, etc.). Dans un souci de sensibilisation, chaque surface touchée par l'extension des espaces artificialisés, ou susceptible de l'être, devait être caractérisée par un niveau de qualité agronomique qui permette aux décideurs de mieux apprécier le préjudice que cette perte fait subir à la collectivité.

Synthèse du chapitre 6

Les instances régionales et départementales agricoles expriment un besoin en outils d'aide à la décision, à la fois, pour sensibiliser à la perte d'un patrimoine agronomique et conforter le discours de leurs agents dans les démarches de planification. Actuellement, il n'existe pas de méthode générique transposable pour suivre spatialement la consommation d'espaces agricoles par l'urbanisation. Pour assurer une relative opérationnalité du système d'indicateurs et produire des indicateurs qui permettent aux acteurs d'objectiver et de légitimer leur discours dans les démarches de planification, j'ai dû envisager la production de variables spatiales de référence pour compléter l'information disponible. Le chapitre 7 présente la démarche retenue et mise en œuvre pour mesurer et suivre la progression des espaces artificialisés dans le temps à l'échelle du Languedoc-Roussillon.

**PARTIE III – INFORMATION SPATIALE ET SYSTÈME D’INDICATEURS
SPATIAUX : RÉSULTATS, ÉVALUATION ET DISCUSSION**

CHAPITRE 7. ÉTUDE MÉTHODOLOGIQUE POUR LA PRODUCTION DE DONNÉES SPATIALES DE RÉFÉRENCE

La mise en œuvre des démarches de modélisation et d'analyse des besoins a fait émerger la nécessité de centrer le système d'indicateurs sur les enjeux relatifs à la périurbanisation des espaces agricoles, en zone languedocienne. Un constat général qui ressort de ces analyses est le manque de connaissances spatiales pour comprendre et suivre les processus d'artificialisation, quantifier et qualifier le capital foncier menacé par ces dynamiques.

En collaboration avec d'autres agents de mon unité de recherche¹²², j'ai participé activement à la conception d'une méthode permettant d'assurer un suivi spatial des espaces artificialisés dans le temps. La production de données spatiales sur la couverture temporelle des espaces artificialisés a demandé, au préalable, de mener une étude méthodologique approfondie pour évaluer la capacité et la pertinence des méthodes et données existantes à répondre aux objectifs définis avec les acteurs. Le choix de la méthode a fortement été conditionné par la disponibilité des données spatiales, très hétérogènes dans l'information qu'elles livrent. Nous avons retenu une approche basée sur l'exploitation d'**images satellitaires** pour la production de **taches artificialisées** à l'échelle des départements littoraux du Languedoc-Roussillon, généralisable à d'autres territoires d'étude et pouvant être mise à jour de façon régulière.

En parallèle, les pédologues de l'UMR LISAH¹²³ ont mis en place une méthode destinée à qualifier le potentiel agronomique des sols. Cette dernière s'appuie sur l'exploitation de la Base de Données Sol du Languedoc-Roussillon pour la définition et la spatialisation d'un **Indice de Qualité des Sols**.

¹²² Ce travail a été conduit en collaboration avec Eric Barbe (Cemagref, UMR TETIS) et Stéphane Dupuy (CIRAD, UMR TETIS).

¹²³ Ce travail a été conduit par Philippe Lagacherie et Thomas Meynard (INRA, UMR TETIS).

7.1. Élaboration d'une méthode pour le suivi spatio-temporel des espaces artificialisés

L'objectif consistait à définir une méthode, **généralisable** à l'ensemble du territoire national, permettant la mesure de l'emprise au sol des espaces artificialisés et son **suivi dans le temps** (passé et futur). Pour répondre à des besoins d'opérationnalité, plusieurs contraintes étaient à prendre en compte. Il fallait envisager une méthode facilement **reproductible** et qui offre une information la plus **exhaustive** possible. A l'échelle nationale, les méthodes et données disponibles ne permettent pas de répondre à l'ensemble de ces critères.

7.1.1. Exploration des méthodes et données mobilisables

L'homogénéité des données sur l'étendue de la zone d'étude, leur cohérence temporelle et la fréquence de leur mise à jour sont des éléments déterminants dans la précision des résultats et donc pour le choix de la méthodologie à adopter. Leur coût doit également être pris en compte. Les sources de données spatiales fournissent des informations de différentes précisions pour mesurer l'emprise au sol des espaces artificialisés. J'ai donc mené un important travail exploratoire afin de comparer les méthodes existantes pour mesurer et suivre cette forme d'occupation du sol (Balestrat, 2008).

Les **cartes au format papier** sont, avec les **photographies aériennes**, les informations disponibles les plus anciennes pour apprécier l'occupation du sol. Ce type d'information présentait trop de limites pour répondre aux objectifs d'automatisation et de reproductibilité de la méthode sur de vastes territoires. Des procédés automatiques existent désormais en photo-interprétation mais sont très lourds à mettre en œuvre, en termes de temps de traitement notamment. Les **fichiers fonciers cadastraux** présentent l'avantage de constituer la donnée à la fois la plus ancienne, la plus précise et la plus actualisée sur les propriétés foncières (limites cadastrales, description des propriétés bâties et non bâties). Ils ne sont cependant disponibles en format numérique (BD PARCELLAIRE® et fichiers MAJIC II) que depuis peu et présentent des décalages importants dans les fréquences de mise à jour d'une zone à l'autre à l'échelle nationale. Les biens recensés sont basés sur des critères de classification propres à la DGI¹²⁴, mais ces critères sont déterminés au niveau communal. « *Les analyses supra-communales, et les comparaisons entre territoires doivent donc être encadrées par des règles et principes de précaution méthodologiques* » (Martin et al., 2008). Ces informations sont délivrées « *sous certaines conditions, sur demande et à titre onéreux* » et leur procédure d'acquisition dépend de la déclaration faite par les propriétaires fonciers auprès de la DGI, pas toujours exhaustive. Enfin, la vocation première des fichiers fonciers étant fiscale, ils ne fournissent pas de renseignements relatifs aux infrastructures de transport et à la surface des locaux industriels et commerciaux.

Les **Bases de Données d'Occupation du Sol (BDOS)** et les enquêtes statistiques sur l'occupation du sol fournissent une information directement exploitable, soit sous forme d'un contour précis des bâtiments, soit une information dégradée sous forme de tache urbaine. La BD SPOT Thema¹²⁵ est réalisée à la demande pour la couverture des zones d'études hors

¹²⁴ Direction Générale des Impôts

¹²⁵ La BD SPOT Thema est réalisée à partir d'images satellites SPOT. Disponible à l'échelle des agglomérations de France métropolitaine pour les années 1990, 2000 et 2005, elle est réalisée à la demande pour la couverture des zones d'études hors agglomérations. Elle procure deux niveaux d'information pour des utilisations au 1/50 000ème et au 1/25 000ème.

agglomérations, mais son coût d'acquisition reste élevé. La BD CORINE Land Cover¹²⁶ livre une information limitée en termes de précision par une unité minimale de collecte grossière¹²⁷ qui ne permet pas la production d'une tache artificialisée précise intégrant le bâti diffus ou isolé. L'échelle de restitution de la BD CARTO®¹²⁸ au 1/25 000ème offre une information d'une précision moindre sur les surfaces artificialisées, elle a donc également été écartée. L'**enquête statistique** Teruti-Lucas¹²⁹ donne une estimation de l'occupation du sol sur le territoire mais les résultats ne sont significatifs que pour un échantillon suffisant de points, au niveau départemental en général. Cette donnée, livrant une information partielle, ne permet pas de répondre à un objectif de suivi exhaustif des surfaces artificialisées. Dans un objectif de reproductibilité de la méthode à l'échelle nationale les produits disponibles au niveau local n'ont pas été retenus. C'est par exemple le cas de la BD OCSOL LR¹³⁰.

La figure n°55 illustre les différences de précision de l'information entre des taches urbaines issues de trois des BDOS décrites ci-dessus et en fonction des espaces artificialisés considérés (artificialisation « lourde », artificialisation « légère »).

¹²⁶ La BD CLC est produite à partir d'images satellitaires, dans le cadre du programme européen CORINE, de coordination de l'information sur l'environnement. A l'échelle européenne, la continuité de ce programme et la diffusion des données sont pilotées par l'AEE. En France, c'est l'IFEN qui est chargé d'assurer leur production, leur maintenance et leur diffusion. La nomenclature de la BD CLC est hiérarchisée en 3 niveaux qui permettent de couvrir l'ensemble du territoire. Le premier niveau (5 postes) correspond aux grandes catégories d'occupation du sol repérables à l'échelle de la planète, le second niveau (15 postes) est utilisable pour les échelles au 1/500 000ème et le troisième niveau (44 postes) est utilisable au 1/100 000ème.

¹²⁷ « L'unité minimale de collecte d'une base de données d'occupation du sol définit l'échelle d'interprétation de la photo satellite ou aérienne initiale (...), elle représente le seuil minimal au-delà duquel le bâti ou les surfaces ne sont pas pris en compte lors de la photo-interprétation ou de la digitalisation » (Cuniberti et al. 2005). La surface de la plus petite unité cartographiée de la BD CLC est de 25 hectares.

¹²⁸ La BD CARTO® est produite par numérisation thème par thème de la carte au 1/50 000ème de l'IGN et par photo-interprétation des images satellites SPOT. Sa mise à jour dépend des thèmes et de l'évolutivité des zones.

¹²⁹ Ibid note n°56

¹³⁰ La BD OCSOL, produite par l'association SIG-LR et le CRIGE PACA, est réalisée à partir d'images satellitaires et d'orthophotos. Disponible gratuitement elle livre une information sur l'occupation du sol en continuité territoriale sur la façade méditerranéenne pour 1999 et 2006. Elle procure deux niveaux d'information pour des utilisations au 1/50 000ème et au 1/100 000ème (SigLR, 2008).

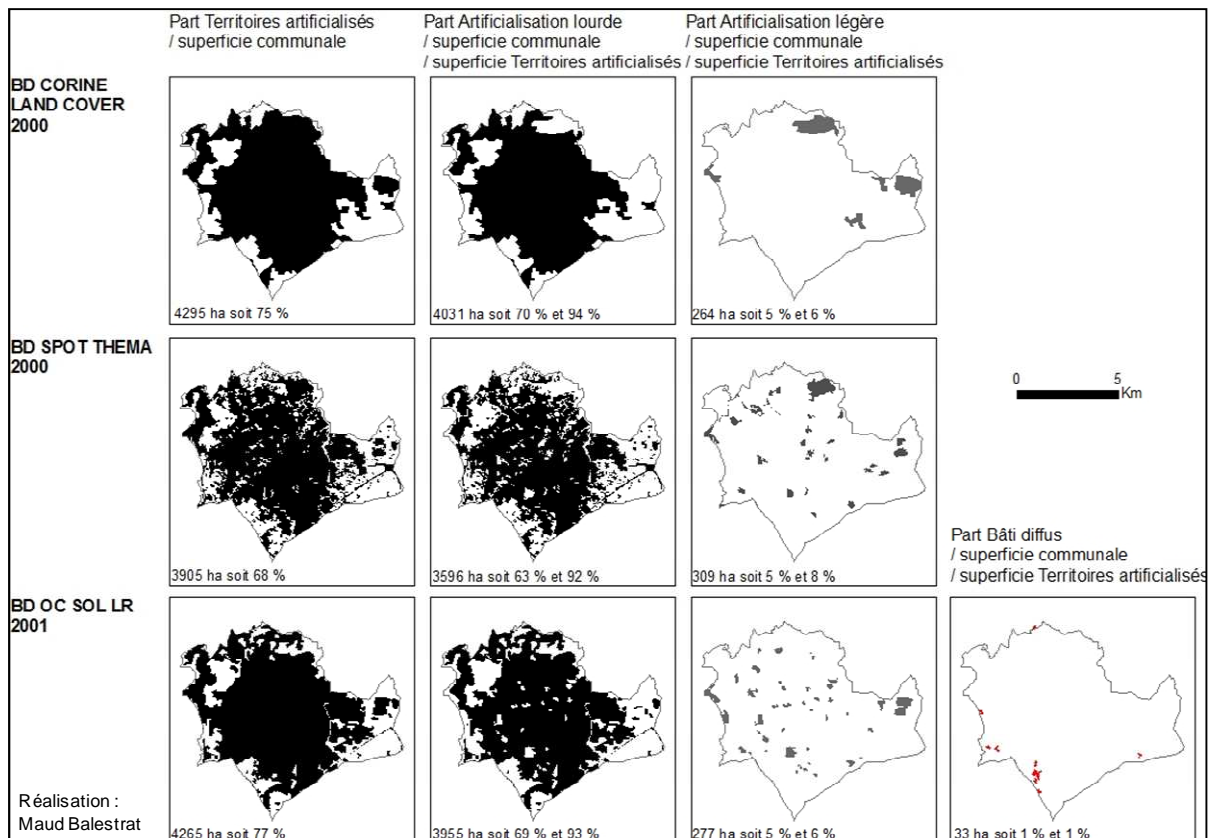


Figure 55 : Emprise des espaces artificialisés de bases de données d'occupation du sol (Commune de Montpellier)

Les formes spatiales des villes peuvent être analysées grâce aux données satellitaires ou vectorielles afin d'extraire la détermination des limites de ces entités urbaines (Weber et Hirsch, 2000). Nous avons focalisé nos travaux, d'une part sur l'identification de ces formes « qui favorisent, par les indications (directions, intensité, temporalité) qu'elles fournissent, l'appréhension des processus de croissance » (Weber et Hirsch, 2000) ; d'autre part sur la constitution de données comparables. Au vu des caractéristiques et de la disponibilité des données recensées, c'est une méthode basée sur la production de **taches artificialisées** qui a été retenue pour répondre aux objectifs initiaux. Le terme de « tache urbaine » ou « tache artificialisée » désigne une information issue de traitements classiques d'analyse spatiale destinés à regrouper les éléments constitutifs des espaces construits (habitats, zones industrielles, etc.) dans le but de produire une donnée homogène et continue sur l'emprise au sol des espaces urbanisés. La notion de tache artificialisée développée dans nos travaux constitue une évolution de la notion de tache urbaine connue des géographes et urbanistes. Si le principe est comparable, notre définition de la tache artificialisée se distingue par les objets d'étude pris en compte.

7.1.2. Options méthodologiques retenues pour la production de taches artificialisées

La création d'une tache artificialisée consiste à agréger les objets de la classe « zone artificialisée » selon un critère de distance de continuité entre les bâtiments afin de produire une information exhaustive sur l'emprise réelle des surfaces artificialisées et d'obtenir un masque d'un seul tenant aux contours homogènes. La mise en œuvre d'une telle méthode nécessite, au préalable, de définir une nomenclature des éléments à prendre en compte pour constituer un référent « espaces artificialisés ».

7.1.2.1. Définition d'une nomenclature

Dans le cadre de l'extraction d'une information spatiale sur l'occupation du sol, une nomenclature a pour fonction de définir un ensemble de règles régissant l'appellation et la classification des objets géographiques détectés. Dans notre cas, il s'agissait principalement de distinguer les terres mobilisables ou re-mobilisables pour l'agriculture, des terres définitivement perdues (Cf. 6.3.) et d'apporter une distinction la plus fine possible entre les **espaces artificialisés** (artificialisation « lourde », bâtis donc non re-mobilisables ; artificialisation « légère », non bâtis donc potentiellement re-mobilisables) et **non artificialisés** (agricoles, à potentiel agricole). Au sein des espaces artificialisés, les espaces verts dits « artificialisés » ont par exemple été écartés considérant qu'ils représentent d'importantes superficies, comme certains golfs ou campings, mais qu'ils peuvent potentiellement être remobilisés dans la perspective d'un usage agricole (artificialisation « légère »).

Afin de définir précisément les objets considérés comme de l'artificialisation « lourde », nous nous sommes appuyés sur la description des classes composant les espaces artificialisés mentionnées dans les guides techniques des différentes BDOS (BD CLC, BD SPOT Thema, etc.). Nous nous sommes également inspirés d'études portant sur la production de taches urbaines (Créau et Préau 2005, Cemagref, 2008, etc.). Les éléments retenus sont les suivants :

- **le tissu urbain continu** = zones denses caractérisées par une forte emprise des bâtiments au sol (petites parcelles/forte densité) ;
- **le tissu urbain discontinu** = zones étalées caractérisées essentiellement par de l'habitat individuel peu dense (pavillonnaire/faibles densités) ;
- **l'habitat dispersé** = l'habitat isolé ou l'habitat diffus qui peut être défini comme le regroupement de quelques constructions isolées, plus épars que l'habitat discontinu (mitage, amorce d'urbanisation, etc.) ;
- **les zones industrielles et commerciales** = ensemble des zones d'activités (bâtiments et parkings) ;
- **les grandes infrastructures** = ensemble des infrastructures de transport composant les ports, aéroports et réseaux de communication routiers et ferrés (voies et surfaces annexes) ;
- **les chantiers, carrières et décharges.**

La question de la prise en compte de l'habitat individuel « dispersé » ou « mitage » est une problématique récurrente des études portant sur le suivi des espaces artificialisés (Blassec et Di Salvo, 2006). L'habitat dispersé est généralement obtenu par opposition, il correspond à tout ce qui n'est pas de l'habitat continu ou discontinu. Pour produire une information précise intégrant ce type d'habitat, une méthode de délimitation des objets bâtis isolés ou diffus doit être définie, basée sur l'exploitation de données spatiales de haute résolution (photographies aériennes ou images satellitaires). L'une des principales contraintes liées à ce type d'approche tient au temps d'extraction, sur de grands espaces, qui demande de passer par une étape lourde de pointage manuel par photo-interprétation ou de post-classification. Nous avons tout de même souhaité évaluer l'apport d'une information précise sur l'habitat isolé, identifié au cours des échanges avec les acteurs comme l'un des principaux besoins pour compléter les connaissances actuelles sur les espaces artificialisés.

7.1.2.2. Opération de morphologie mathématique : fermeture

L'emprise des objets artificialisés extraits d'images satellitaires peut être augmentée en appliquant une opération de morphologie mathématique appelée « fermeture », combinaison de deux opérations élémentaires : une dilatation et une érosion (Cuniberti et al. 2005 ; Robin et al, 2007 ; Le Corre et al., 2000 ; Créau et Perreau, 2005, etc.). Dans notre cas, la méthode de production d'une tache artificialisée consiste à appliquer successivement ces deux transformations aux objets bâtis considérés comme de l'artificialisation « lourde ». Ces deux opérations sont dites duales. Leur enchaînement permet l'adjonction d'objets élémentaires (assemblage dans un même ensemble) (Serra, 2000). La dilatation et l'érosion ont cependant des effets opposés sur les objets traités. L'effet de la dilatation est d'abord d'élargir les objets bâtis. La hauteur et largeur des éléments dilatés seront les sommes respectivement des hauteurs et largeurs des éléments originels et de l'élément structurant. L'effet de l'érosion est de « rétrécir » les objets obtenus par dilatation. La hauteur et largeur de des éléments érodés seront les différences respectivement des hauteurs et largeurs des éléments originels et de l'élément structurant. En effet, la partie érodée correspond à l'élément symétrique (ou résidu) de celui de la dilatation (Ronse, 2009).

En mode raster, le traitement mis en œuvre pour effectuer ces opérations s'appuie sur un élément structurant (filtre défini par un ensemble de pixels). La forme de l'élément retenue est visible sur les contours des objets modifiés ; un filtre carré fait apparaître des éléments angulaires alors qu'un filtre de forme circulaire adoucit les contours (Blanchard, 2007). Dans notre cas c'est un **élément structurant de forme circulaire** qui a été retenu, à la fois pour produire une tache artificialisée aux contours lissés et dans un souci de comparaison avec la donnée produite en mode vecteur (figure n°56).

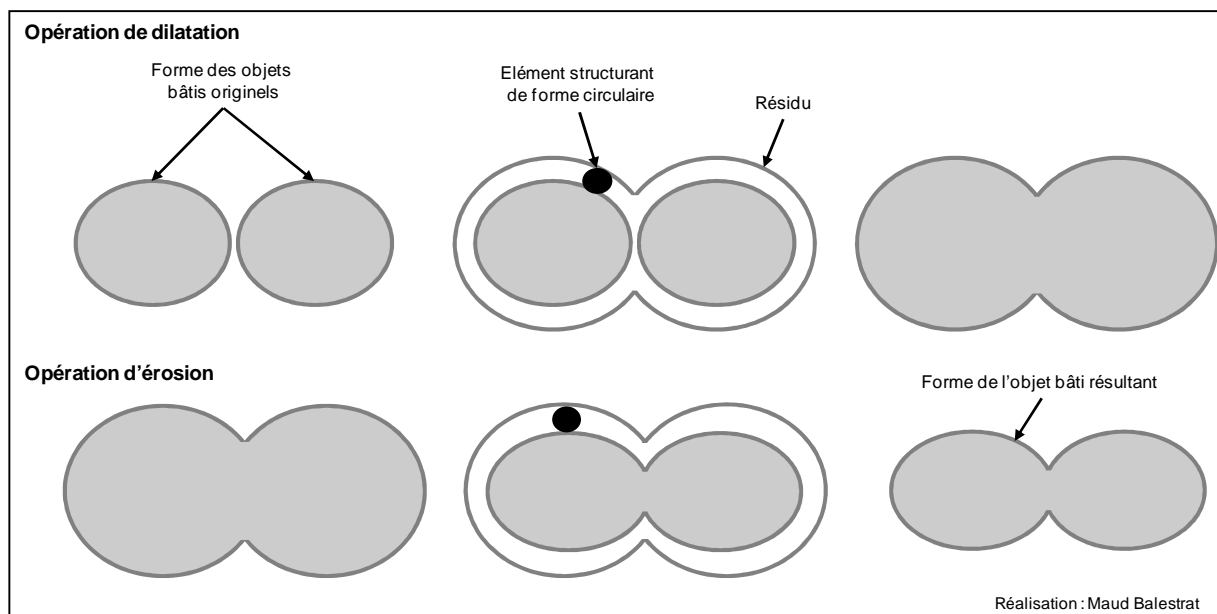


Figure 56 : Opérations de dilatation et d'érosion par un élément structurant de forme circulaire

En mode vecteur, l'opération s'inspire de la morphologie mathématique. L'opération de dilatation consiste à appliquer une zone tampon positive (polygone englobant l'espace situé dans un rayon $R=N/2$ autour d'un objet) à chaque polygone représentant les objets artificialisés distants de moins de N mètres. Cela permet d'assembler ces objets surfaciques en les englobant dans un même polygone en fonction d'un critère de distance déterminé.

L'opération d'érosion consiste ensuite à générer une zone tampon négative de rayon « -R » aux objets assemblés. On obtient alors un « polygone englobant » d'une emprise réduite. Le résidu, correspondant à la différence entre les résultats des deux transformations (dilatation/érosion), est soustrait au polygone généré par l'opération de dilatation. La figure n°57, illustre les étapes successives de cette opération de dilatation/érosion sur une partie de la commune de Vailhauques (Hérault).

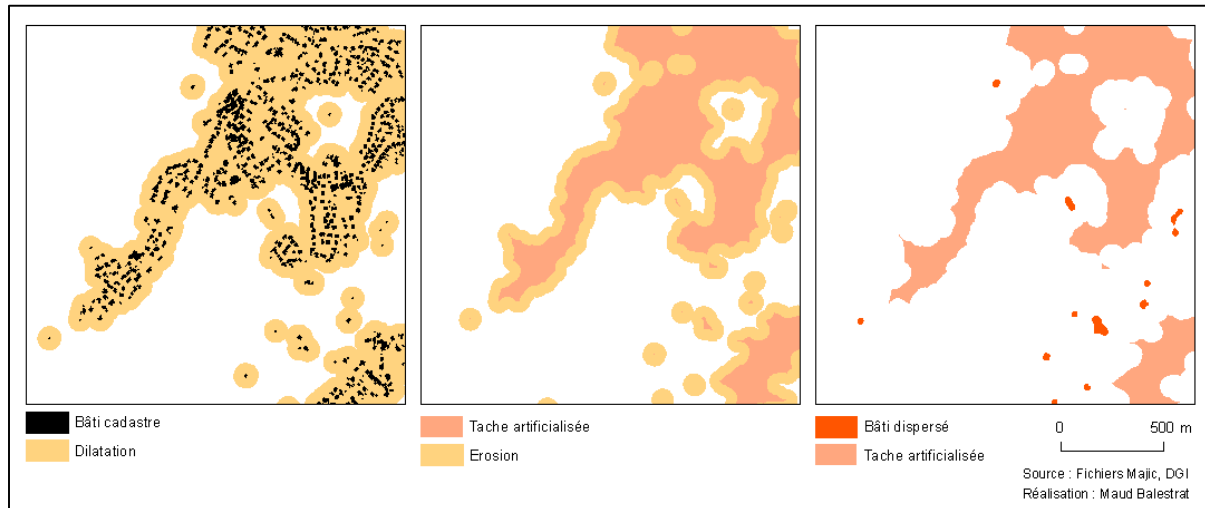


Figure 57 ; Étapes de création d'une tache urbaine à partir des données cadastrales de 2007 (Commune de Vailhauques, Hérault)

A ce stade, il est nécessaire de déterminer un critère de continuité du bâti lié à la distance entre les bâtiments à prendre en compte pour considérer qu'ils appartiennent ou non à la même zone (quels bâtiments englobe-t-on dans un seul polygone ?). Plus le critère de continuité est faible, plus la tache artificialisée sera morcelée, il dépend donc du type d'objet à étudier et de la précision des données exploitées.

7.1.2.3. Détermination de l'enveloppe de la tache artificialisée : choix d'une distance de continuité du bâti

Les travaux existants sur le choix d'une distance de continuité des bâtiments s'appuient généralement sur le seuil de 200 mètres admis au niveau international pour la définition des agglomérations¹³¹. Cette définition tient à la volonté de s'accorder sur un vocabulaire universel de la ville et correspond concrètement à la distance qu'une personne peut facilement parcourir à pied entre deux maisons (Le Corre et al., 2000). Elle n'est cependant pas nécessairement adaptée à la définition d'une tache artificialisée dont la précision et la caractérisation dépendent du mode de détection et de la résolution des données spatiales exploitées pour le traitement. Les résultats obtenus ne sont pas les mêmes en fonction du mode d'acquisition de l'information. Les objets artificialisés extraits des données vecteur sont plus « fidèles » au contour des bâtiments que ceux extraits d'images satellitaires, à contrario les secondes peuvent fournir une information plus exhaustive. En conséquence la tache produite n'aura pas la même forme et la même étendue en fonction de la donnée brute utilisée (Cf. Figure n°58).

¹³¹ Ibid note n°29



Figure 58 : Comparaison de la précision des taches artificialisées en fonction du type de donnée utilisée (vecteur, raster)

Nous avons testé plusieurs paramètres de distance puis observé la cohérence des résultats obtenus par superposition des taches artificialisées produites à la BD ORTHO® de 2005. Un rayon optimal de 100 mètres (pour répondre à la définition internationale d'une agglomération) n'est pas représentatif des surfaces artificialisées réellement occupées ; celui de 25 mètres crée un mitage beaucoup trop important dans les zones artificialisées denses. Une tache de 200 mètres de diamètre englobe trop d'espaces non artificialisés. La figure n°59 propose une comparaison des taches artificialisées, produites respectivement sur la base d'un rayon de 100 mètres et de 50 mètres, en zone construite dense ou discontinue, superposées à la BD ORTHO® de 2005.

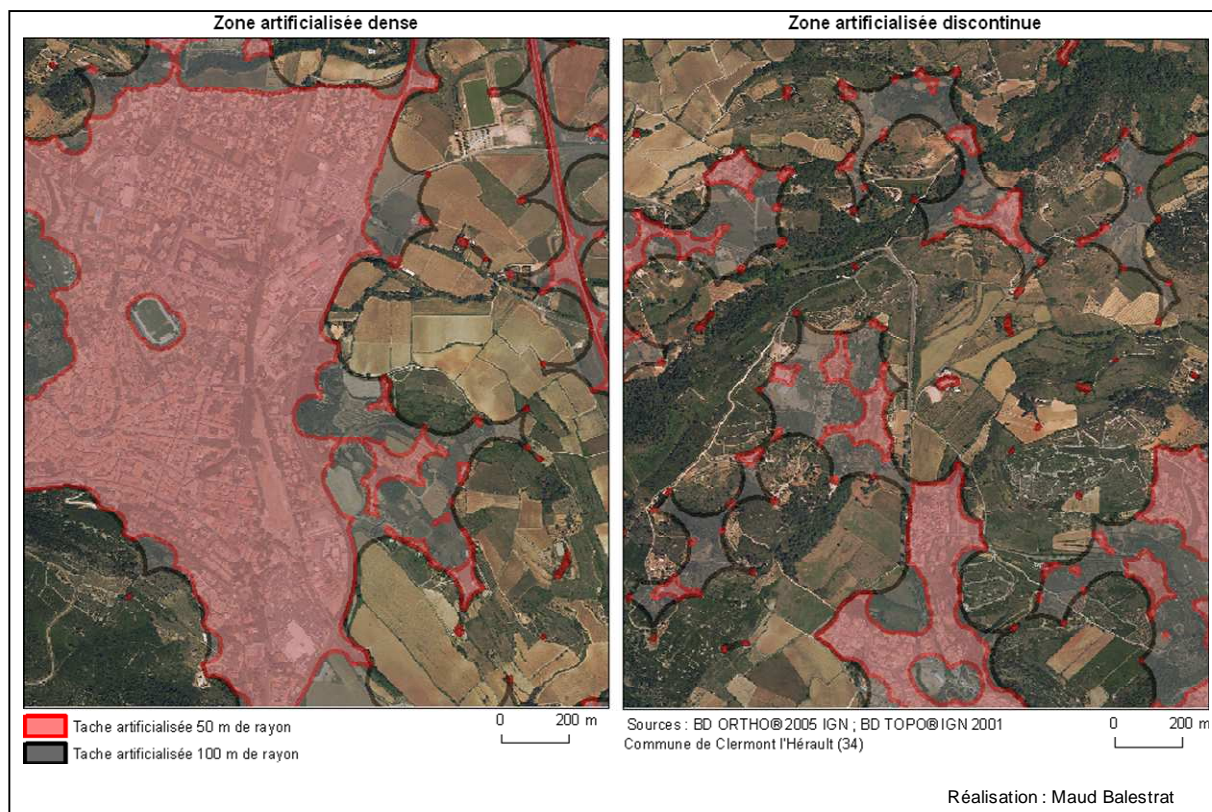


Figure 59 : Comparaison de la représentativité des taches artificialisées en fonction de la distance de continuité du bâti retenue

Au vu de ces observations, nous avons déterminé que la distance de 100 mètres (soit un rayon de 50 mètres) constitue un bon compromis pour un suivi de l'artificialisation des sols, tant sur les espaces ruraux que périurbains et urbains. Une étude menée par le Certu et le CETE Normandie-Centre sur la mesure de la tache urbaine conforte ce choix (Di Salvo, 2004). La tache artificialisée produite empiète peu sur le domaine rural et permet de garder une unité minimale de collecte¹³² de 1 à 2 hectares. En revanche, nous n'excluons pas que cette distance de continuité du bâti puisse être affinée en fonction des zones étudiées (rurales, périurbaines, urbaines) (Cf. 9.3.1.1.).

7.1.3. Étude comparative des données mobilisables pour la production de taches artificialisées

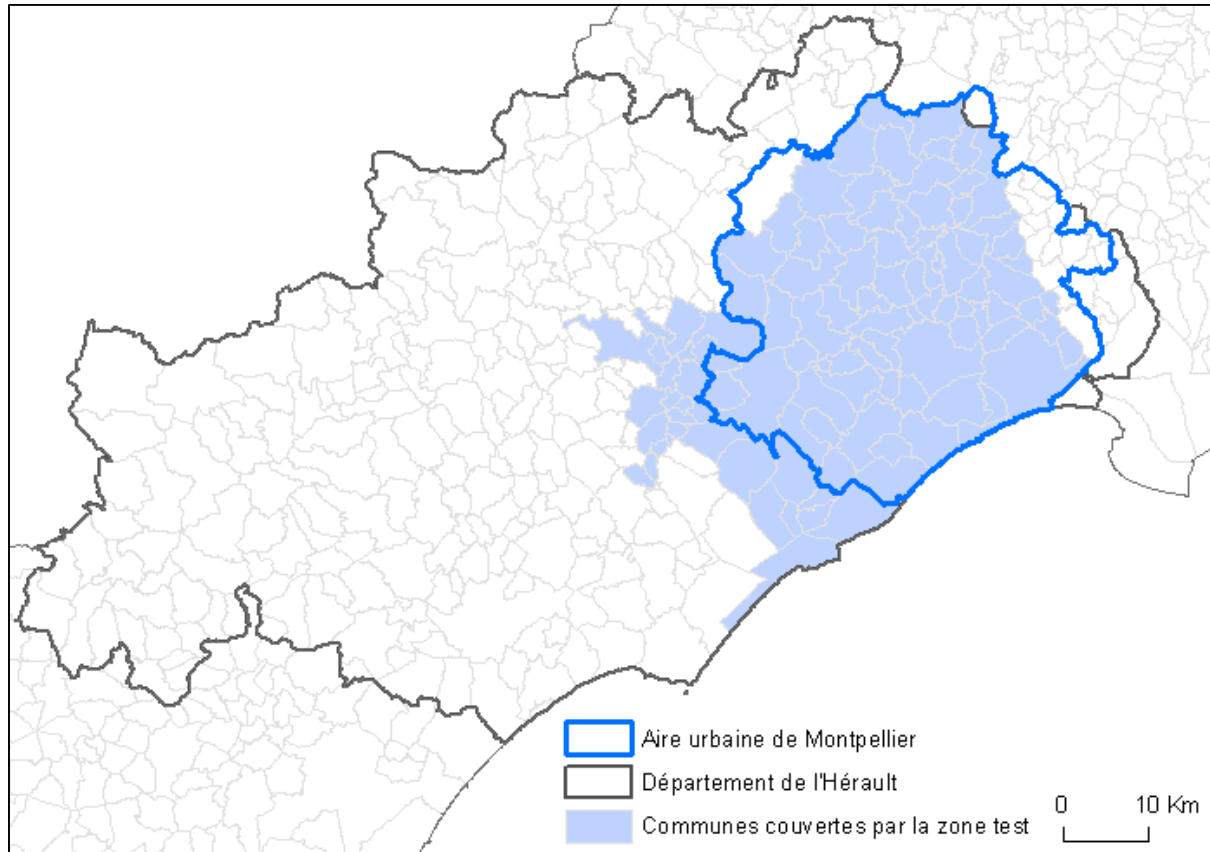
Pour répondre à l'ensemble des contraintes de l'étude (reproductibilité, exhaustivité, etc.), deux méthodes étaient envisageables : la production de taches artificialisées à partir d'**images satellitaires** ; la production de taches artificialisées à partir de **données vectorielles** précises sur le bâti issues de la BD TOPO®. Ces méthodes ont été mises en œuvre et comparées à l'échelle d'une zone test dont l'étendue a été définie à partir d'une étude exploratoire basée sur l'exploitation de la BD CLC (Balestrat et al., 2008).

7.1.3.1. Choix d'une zone test

La zone test retenue couvre une centaine de communes situées entre la vallée de l'Hérault, Sète, Mauguio et les contreforts des Cévennes, soit une superficie d'environ 175

¹³² Ibid note n°127

000 ha. Cet espace présente une diversité de contextes d'occupation des sols qui s'étendent du littoral aux zones de montagne, et connaît d'importantes dynamiques de périurbanisation et de développement de l'habitat rural. En outre, il permet de couvrir une grande partie de l'aire urbaine de Montpellier (Cf. Carte n°18). Le périmètre a ensuite été délimité précisément pour correspondre à l'emprise d'une image satellitaire SPOT (acquise dans le cadre de cette étude).



Carte 18 : Zone test retenue pour comparer les méthodes de production de taches artificialisées

7.1.3.2. Expérimentation d'une méthode basée sur le traitement de données vectorielles précises sur le bâti

Parmi les données vectorielles disponibles, seule la BD TOPO® permettait de répondre à l'ensemble des contraintes de l'étude (exhaustivité, reproductibilité, etc.). Cette base de données livre une description physique du bâti où chaque objet correspond à un bloc de bâtiments visibles sur les photographies aériennes. Le principal travail a consisté à déterminer les éléments à retenir dans la composition de la tache artificialisée et sous quelle forme les intégrer. Au vu de la nomenclature définie (Cf. 7.1.2.1.), trois des thèmes proposés par la BD TOPO® ont été retenus :

- **les bâtiments** (« indifférenciés », « remarquables et à caractère industriel », « agricoles ou commerciaux ») et « cimetières » ;
- **les surfaces d'activités** considérées comme de l'artificialisation « lourde » (les catégories « Sport », « Culture et Loisirs » et « Gestion des eaux » ont été écartées ; Cf. Figure n°60) ;

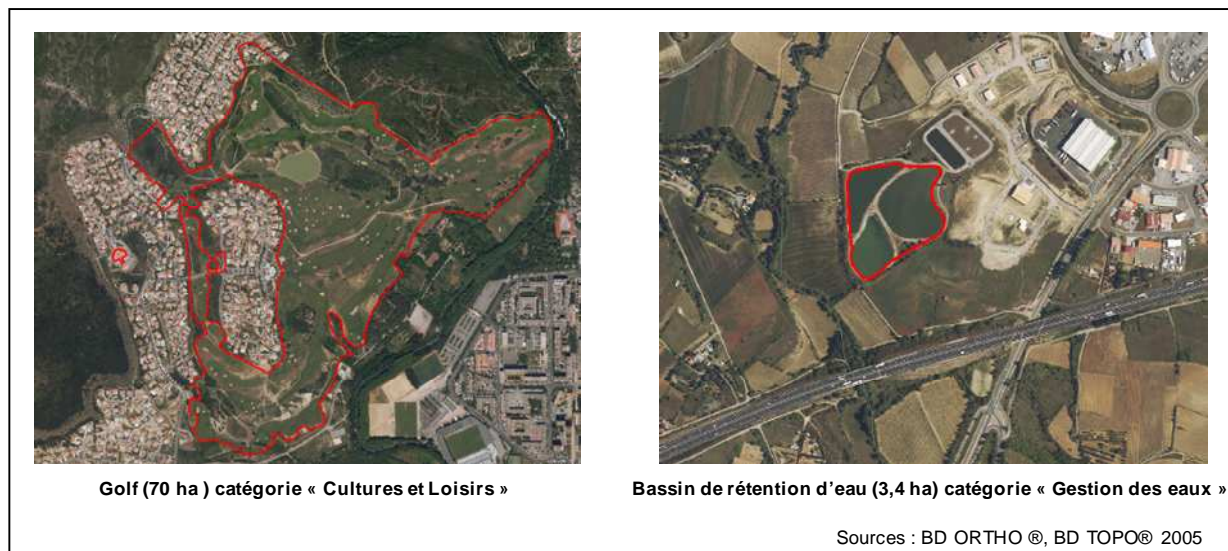


Figure 60 : Exemple de catégories écartées du thème « surfaces d'activités » de la BD TOPO®

- **les voies de communication** (« réseau ferroviaire et routier ») sur lesquelles a été appliqué un traitement spatial spécifique préalable (extraction des voies de communication principales et création de zones tampons proportionnelles à la taille des voies afin d'obtenir un polygone d'emprise plutôt qu'un réseau linéaire, Cf. Figure n°68).

Ces trois éléments, une fois extraits, ont d'abord été regroupés par une opération spatiale d'agrégation (Cf. Figure n°61). Une opération de dilatation puis une opération d'érosion ont ensuite été appliquées à la couche résultante selon la méthode explicitée précédemment (Cf. 7.1.2.2.).

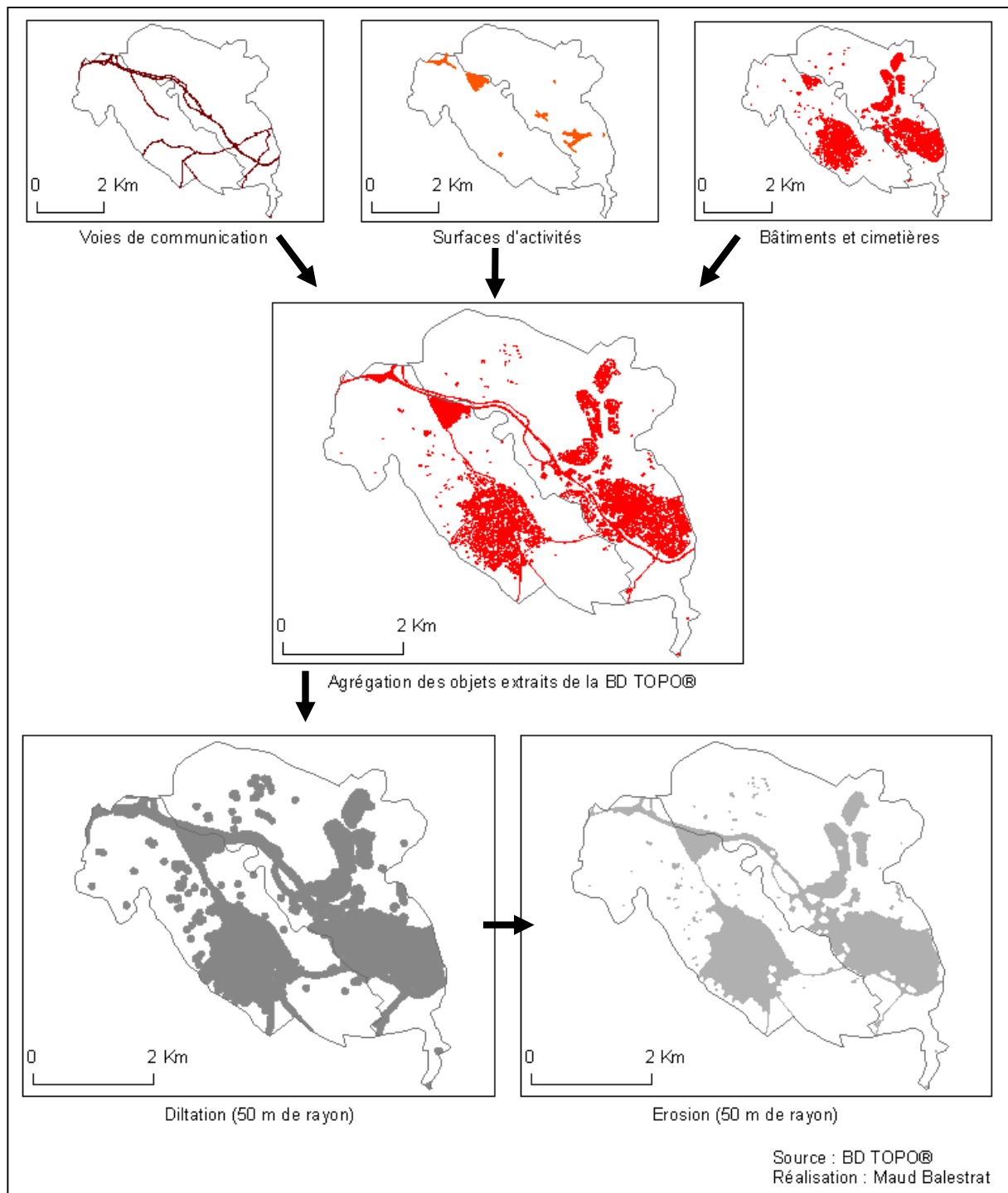


Figure 61 : Étapes de création de la tache artificialisée à partir d'un extrait de la BD TOPO® (Communes de St Georges d'Orques et de Juvignac, Hérault)

7.1.3.3. Expérimentation d'une méthode basée sur le traitement d'images satellitaires

En vue de disposer d'une **série temporelle** la plus homogène possible, un premier travail a été consacré à la comparaison des images disponibles (résolution et couverture spatiale aux différentes dates). Nous avons opté pour une série d'images SPOT complétée par une image IRS. Ces scènes présentaient un bon compromis (résolution spatiale, emprise, coût d'acquisition et disponibilité aux différentes périodes). Outre le fait de disposer d'une image à une date adaptée pour compléter la série temporelle, l'acquisition d'une image IRS, en

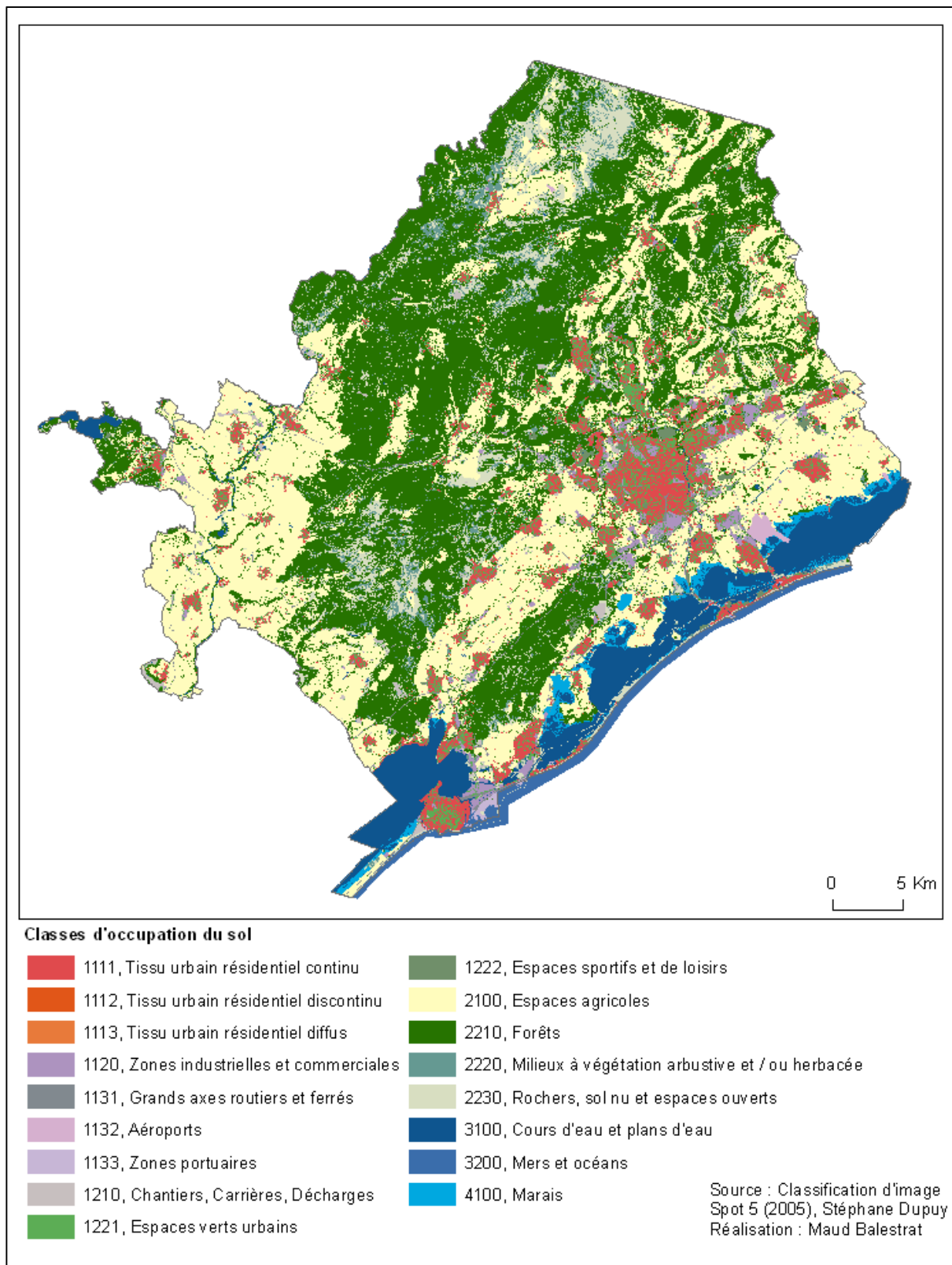
complément des images SPOT, présentait l'intérêt de pouvoir comparer les résultats produits à partir d'autres sources d'images satellitaires, de résolution spatiale et de coût différents. Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des images acquises pour composer une série temporelle. La variété des images (Cf. Tableau n°16) illustre une contrainte importante de ce type de méthode liée à l'hétérogénéité des scènes disponibles aux différentes dates (résolutions spectrales, spatiales). Les images SPOT 1 à 3 ont une résolution limitée notamment pour l'identification des constructions isolées mais sont disponibles à des dates relativement anciennes. Les données SPOT 5 ne sont disponibles que depuis 2002 mais offrent une richesse spatiale et spectrale adaptée pour réaliser des traitements sur l'urbain.

Satellite	Date	Résolution		Coût	Couverture
		Noir et Blanc	Couleur		
SPOT 1	19 juillet 1989	10 m	20 m	5000 €	60 X 60 km
SPOT 3	29 mai 1996	10 m	20 m	5000 €	60 X 60 km
IRS 1D	29 juillet 2000	5,8 m	23 m	3750 €	70 X 70 km
SPOT 5	27 avril 2005	2,5 m	10 m	9300 €	60 X 60 km
SPOT 5	Programmée juin 2008	2,5 m	10 m	10900 €	60 X 60 km

Tableau 16 : Principales caractéristiques des images acquises pour composer une série temporelle

Une méthodologie de traitement d'images, pour extraire les éléments composants la tache artificialisée, doit au préalable être définie. J'explique ci-dessous, les grandes étapes qui ont guidé cette phase exploratoire, **le détail de la méthode de télédétection développée est reprise et détaillée dans un second temps** (Cf. 7.2.4.).

La méthode conçue s'appuie sur une **classification orientée objet**, incluant l'enchaînement de plusieurs étapes de segmentation des images en « régions » puis de classification de ces « régions » obtenues. Une étape importante de post-classification consiste ensuite à corriger manuellement les erreurs (ex : confusion entre objets « sols nus » et objets « bâtis ») et à délimiter les classes ne pouvant être obtenues de façon automatique (ex : infrastructures type aéroports, zones portuaires). En vue de finaliser la classification, il faut ensuite différencier les éléments composant les espaces artificialisés. La carte n°19, propose une illustration de la classification détaillée de l'image Spot 5 du 25 avril 2005.



Carte 19 : Classification détaillée de l'image Spot 5 du 25 avril 2005

Afin de mettre en évidence les évolutions entre chaque date, nous avons utilisé la classification de l'image la plus récente comme plan masque pour classer les images d'archives. Sur ce point, nous faisons l'hypothèse que l'essentiel des espaces non artificialisés en 2005 ne l'étaient pas non plus en 1989, 1996 ou 2000. En effet, nous partons du principe

que peu d'espaces effectivement construits sont remobilisés pour revenir à un état naturel et que lorsque cela arrive, les changements d'occupation du sol ainsi engendrés ne représentent au total qu'une superficie marginale par rapport à l'étendue de la zone d'étude. Comme l'illustre la figure n°62, pour chaque image d'archives on produit une classification contenant deux classes d'occupation du sol : « espaces artificialisés », « espaces non artificialisés ».

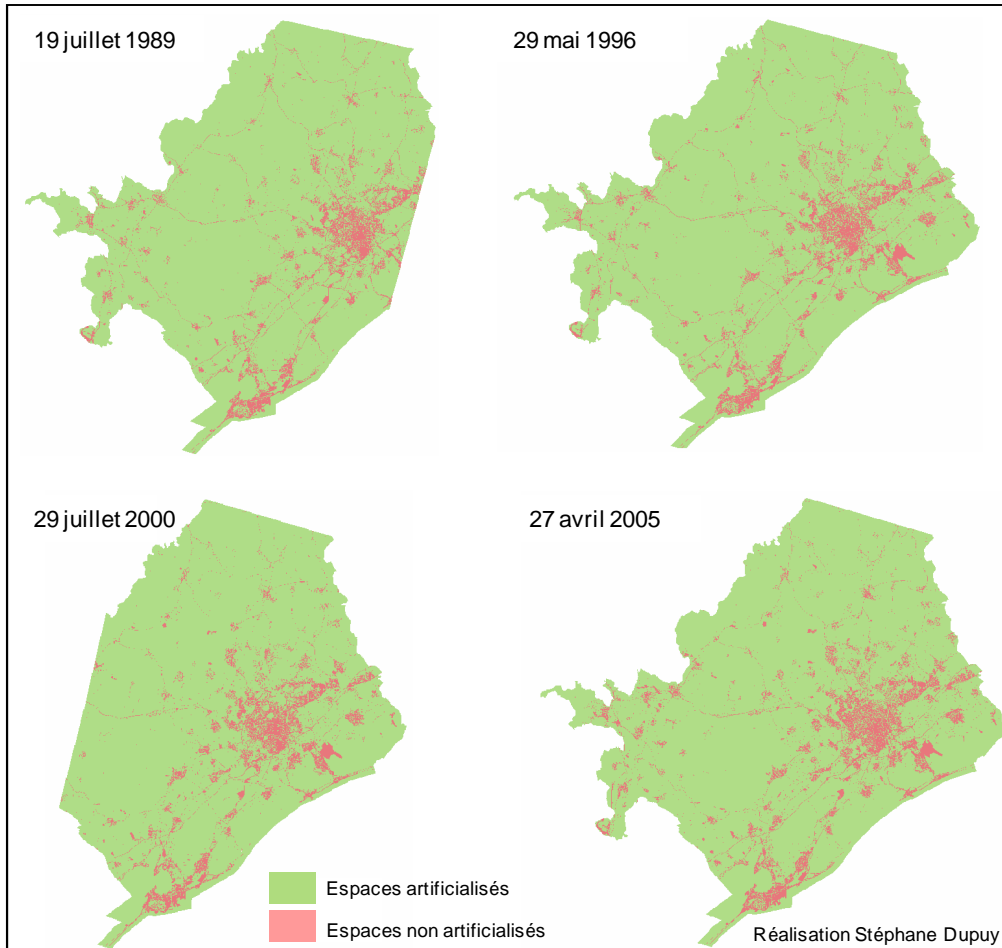


Figure 62 : Espaces artificialisés issus du traitement des images satellitaires

Une dernière étape consiste à appliquer la méthode de morphologie mathématique s'appuyant sur un rayon de 50 mètres pour regrouper les objets constitutifs de la tache artificialisée (Cf. Figure n°63).

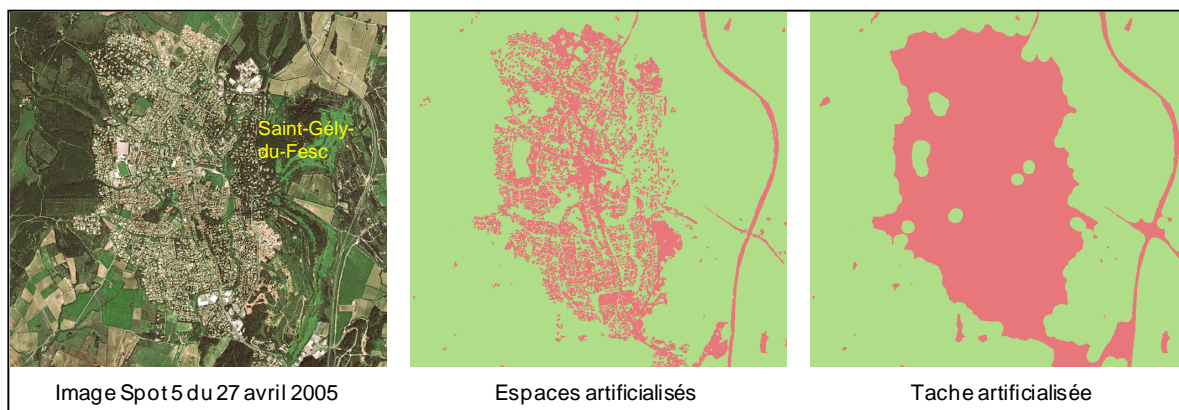


Figure 63 : Étapes successives de création d'une tache artificialisée à partir d'images satellitaires

7.1.3.4. Synthèse comparative et choix d'une méthode

La BD TOPO® ne permet pas de reconstituer un historique de l'évolution de la tache artificialisée. Les premières versions de cette BDOS datent de 1996, la couverture nationale a été achevée en 2008. Elle devrait désormais être actualisée de façon régulière. Cependant, son cycle de mise à jour varie en fonction de l'évolutivité des zones. Ces opérations d'actualisation sont réalisées par secteur et non sur l'ensemble de la base à la date correspondante. Il n'est donc pas possible de disposer d'une donnée homogène pour couvrir un vaste espace à une date donnée. De plus, certains objets constitutifs de notre référent tache artificialisée manquent pour proposer une couverture exhaustive des espaces artificialisés (en particulier les décharges, chantiers et carrières). L'exploitation de cette base de données constitue cependant une alternative intéressante. La méthode associée est relativement simple à mettre en œuvre comparativement à celle basée sur le traitement d'images satellitaires. En outre, les ministères, les collectivités et de nombreux établissements publics bénéficient désormais de la mise à disposition gratuite de cette donnée par l'IGN¹³³.

Les données de télédétection permettent de couvrir de vastes étendues, de disposer d'une haute résolution spatiale et d'une haute fréquence temporelle. Elles sont couramment utilisées pour le suivi des changements d'occupation du sol (Laffly, 1993; Weng, 2001; Herold et al., 2003; etc.). Cependant, l'exploitation de ce type de données demande la définition d'une méthodologie de traitement d'images lourde à mettre en œuvre qui nécessite des étapes de post-classification contraignantes en termes de temps et de moyens humains à mobiliser. De plus l'acquisition d'images satellitaires est encore relativement coûteuse. En revanche, elles offrent l'avantage de pouvoir travailler sur l'historique de la tache artificialisée et constituent une « photo » exhaustive de l'occupation du sol à un instant t. Les images satellitaires les plus anciennes datent des années 1980, cependant, à cette époque, leur résolution ne permettait pas une mesure précise de l'espace artificialisé. L'application d'une telle méthode est donc contrainte par des limites d'homogénéité et de compatibilité pour un suivi dans le temps. L'acquisition des images peut être programmée pour constituer une couverture complète du territoire, mais la précision et l'exhaustivité des résultats obtenus restent dépendantes de la qualité des images disponibles elle-même fonction du jour d'acquisition (couverture nuageuse notamment). La vitesse des progrès réalisés dans le domaine de la précision des capteurs offre néanmoins des perspectives très intéressantes (précision, exhaustivité, etc.). De plus, l'importance des constellations de satellites donne désormais la possibilité de disposer d'une haute fréquence temporelle. Certains fournisseurs d'images proposent maintenant des acquisitions d'images à la demande.

Nous présentons ci-dessous les résultats en termes de superficies couvertes par les taches artificialisées produites à partir des images satellites, et de la BD TOPO®. L'emprise des taches artificialisées, grossièrement équivalente, présente dans le détail des différences notables en fonction de la source de données utilisée. La tache artificialisée calculée avec la BD TOPO® est sensiblement plus réduite. Le tableau n°17 rend compte de ces résultats calculés sur les 17 communes couvertes par les deux sources de données¹³⁴ et proposent un zoom sur la commune de St Gély du Fesc (Hérault).

¹³³ Le référentiel topographique BD TOPO® est une composante du « Référentiel Grande Échelle » national mis à disposition gratuitement par l'Institut Géographique National dans le cadre de missions de service public depuis le premier janvier 2011.

¹³⁴ La BD TOPO® et les images satellites acquises sont hétérogènes en termes de couverture spatiale du fait des contraintes de disponibilité et de cohérence des données (méthodes et outils d'acquisition différents). Les données acquises de la BD TOPO® ne couvrent que 17 communes de la zone d'étude.

	Traitement d'image IRS 2000	BDTOPO® V1.2 2001
17 communes		
Tache Artificialisée (ha)	10197,9	8777,1
Superficie 17 communes (ha)	34604,4	34604,4
TA/Sup 17com (%)	29,5	25,4
Commune de St Gély du Fesc		
Tache Artificialisée (ha)	378,8	317,2
Superficie St Gély du Fesc (ha)	1652,9	1652,9
TA/Sup StGély (%)	22,9	19,2

Tableau 17 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée

La figure n°64 présente un détail du contour des taches artificialisées issues des méthodes par traitement d'images et BD TOPO®, superposées à la composition colorée de l'image IRS couleurs naturelles. On note que la méthode par traitement d'images est moins restrictive et qu'elle intègre plus d'éléments artificiels. L'absence de classe « décharges, chantiers et carrières » dans les informations livrées par la BD TOPO® peut expliquer en partie cette différence.

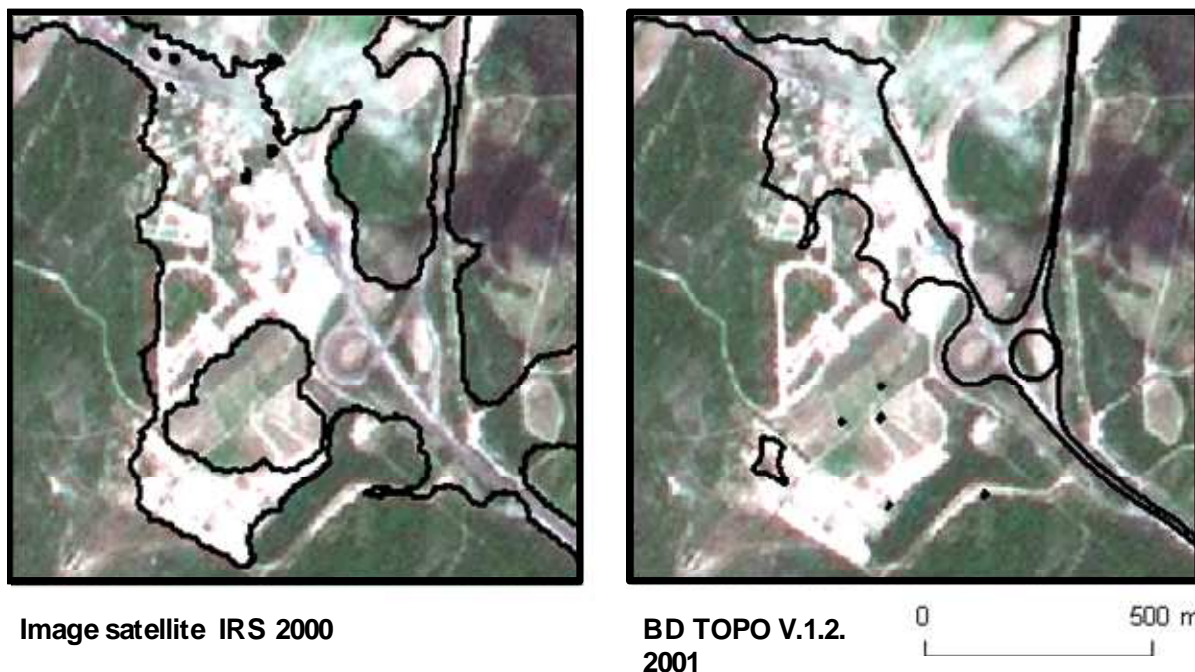


Figure 64 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en 2000 (Zoom sur la commune de St Gély du Fesc, Hérault)

Les figures n°65 et n°66 présentent un zoom sur le contour et la superficie de la tache artificialisée en 2000 et 2005 en fonction des différentes méthodes utilisées et les tableaux n°18 et n°19 permettent de comparer les résultats obtenus.



Image satellite IRS 2000



BD TOPO V.1.2. 2001

0 250 m

Figure 65 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en 2000 (Zoom sur la commune de Juvignac, Hérault)

Commune de Juvignac	Traitement d'image IRS 2000	BDTOPO® V1.2 2001
Superficie Tache Artificialisée (ha)	275,10	229,14
Sup Juvignac (Ha)	1105,42	1105,42
TA /Sup (%)	24,89	20,73

Tableau 18 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2000 (Commune de Juvignac, Hérault)



Image satellite SPOT 2005



BD TOPO V.2. 2005

0 250 m

Figure 66 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2005 (Zoom sur la commune de Juvignac, Hérault)

Commune de Juvignac	Traitement d'image SPOT 2005	BDTOPO® V2 2005
Superficie Tache Artificialisée (ha)	336,95	252,45
Sup Juvignac (ha)	1105,42	1105,42
TA /Sup (%)	30,48	22,84

Tableau 19 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2005 (Commune de Juvignac, Hérault)

Ces figures et tableaux illustrent les différences de résultats obtenus en fonction des données utilisées et de leur version¹³⁵. En 2000, la tache artificialisée issue du traitement d'images intègre plus de zones de bâti et de chantier que la BD TOPO®. En 2005, la précision des taches paraît plus grande (image à 2.5m de résolution [SPOT] au lieu de 5.8m [IRS], et version V.2 de la BD TOPO® en remplacement de la V1.2). Les infrastructures sont mieux identifiées et le contour des taches, plus lissé, délimite plus fidèlement les zones artificialisées. La méthode par traitement d'images donne un résultat plus exhaustif que la BD TOPO®. La précision de la tache obtenue dépend logiquement de la résolution de l'image utilisée. Le tableau n°20 synthétise les principaux enseignements de cette étude comparative.

	Archive				Suivi			
	Evolution depuis début 1990				Evolution à partir de 2005			
	Faisabilité	Couverture	Exhaustivité	Moyens nécessaires	Faisabilité	Couverture	Exhaustivité	Moyens nécessaires
Images satellites	oui	+	+	importants	oui	++	++	importants
BD TOPO®	non	partielle			oui	++	+	limités

Tableau 20 : Synthèse comparative des méthodes de production de taches artificialisées basées sur l'exploitation de la BD TOPO® ou le traitement d'images satellitaires

Au vu de ces résultats, l'exploitation d'images satellitaires a été retenue comme la méthode la plus pertinente pour concilier les exigences d'exhaustivité, de suivi dans le temps et de reproductibilité.

¹³⁵ Pour explorer une méthodologie de production d'une tache artificialisée à partir de la BD TOPO® deux versions ont été utilisées : la BD TOPO® V1.2 produite à partir de prises de vues aériennes de 2001 couvrant 18 communes ; la BD TOPO® V.2 produite à partir de prises de vues aériennes de 2005 couvrant 3 communes. La BD TOPO® V.2 constituée à partir des données unifiées mises à jour de la BD TOPO® V1.2. possède un contenu et une structure différents, notamment une nouvelle répartition des objets « routes » et « bâtiments ». Au préalable, nous avons comparé la composition des deux nomenclatures afin de veiller à prendre en compte les mêmes objets dans les deux versions.

7.2. Élaboration d'une méthode de traitement d'images satellitaires pour la production de taches artificialisées

En vue de sa validation, la méthode de production de taches artificialisées retenue pour mesurer et suivre les espaces construits au niveau d'un territoire régional, a été mise en œuvre et évaluée à l'échelle des départements littoraux du Languedoc-Roussillon. L'étendue spatiale et la période temporelle à couvrir correspondent aux choix déterminés avec les acteurs.

La méthode de traitement d'images, présentée ci-après, a été développée et mise en œuvre par Stéphane Dupuy (UMR TETIS). La méthode proposée pour évaluer la qualité des résultats obtenus a été développée et appliquée par Kenji Ose (UMR TETIS)¹³⁶.

7.2.1. Choix, acquisition et préparation des images satellitaires

Dans la poursuite de l'étude méthodologique, plusieurs fournisseurs d'images satellitaires ont été consultés pour obtenir des couvertures récentes et d'archives de la région¹³⁷.

Pour le choix des **images récentes** nous avons retenu la proposition de la société RapidEye qui a réalisé une couverture spécifique à notre demande au printemps / été 2009¹³⁸ sur toute la région Languedoc-Roussillon. Ces données ont une résolution de 5 mètres (en multispectral) et sont livrées sous la forme de dalles de 25 km de côté soit une emprise de 625 km² (Cf. Figure n°67)¹³⁹.

En ce qui concerne les **images d'archives**, seuls les satellites IRS 1C et IRS 1D fournissent depuis 1996 des données ayant une résolution spatiale (25 mètres en multispectral et 5,8 mètres en panchromatique) comparable aux données RapidEye. Nous avons commandé 11 couples d'images de 70 km de côté (soit une emprise de 4 900 km² par image) acquises entre l'automne 1996 et l'été 1997¹⁴⁰ (Cf. Figure n°67). Conformément à la commande de l'étude de généralisation, les quatre départements littoraux sont couverts par ces images d'archives. Un important travail d'orthorectification¹⁴¹ et de mosaïquage des images qui n'est pas détaillé ici a été nécessaire au préalable pour faciliter les traitements ultérieurs.

¹³⁶ Pour davantage de détails sur ces méthodes de télédétection nous renvoyons à la lecture des rapports scientifiques produits dans le cadre de l'étude DRAAF LR (Balestrat et al., 2008 et 2011).

¹³⁷ Une contrainte inédite de licence permettant la mutualisation gratuite avec les acteurs de la sphère publique en enseignement, recherche et collectivités a été spécifiée aux fournisseurs d'images satellitaires contactés. De fait, les images RapidEye et IRS ont été acquises sous ce type de licence et sont désormais disponibles gratuitement auprès du Cemagref de Montpellier pour tous les établissements publics, sous réserve d'une utilisation non commerciale.

¹³⁸ Les dates d'acquisition de ces données s'étendent du 31 mars au 21 août 2009.

¹³⁹ Au total 91 dalles ont été achetées, soit une couverture de 56 875 km² (certaines dalles ont été livrées en double pour compenser la présence de nuages).

¹⁴⁰ Les dates d'acquisition de ces données s'étendent du 23 octobre 1996 au 5 septembre 1997, deux couvertures de 11 images ont été achetées qui couvrent 53 900 km² chacune.

¹⁴¹ Afin de contenir les coûts des images IRS, celles-ci ont été commandées au niveau 1A, ce qui a nécessité un important travail d'orthorectification (opération qui permet de corriger les distorsions géométriques d'une image, fonctions du mode d'acquisition des données par le capteur et du relief de la surface terrestre).

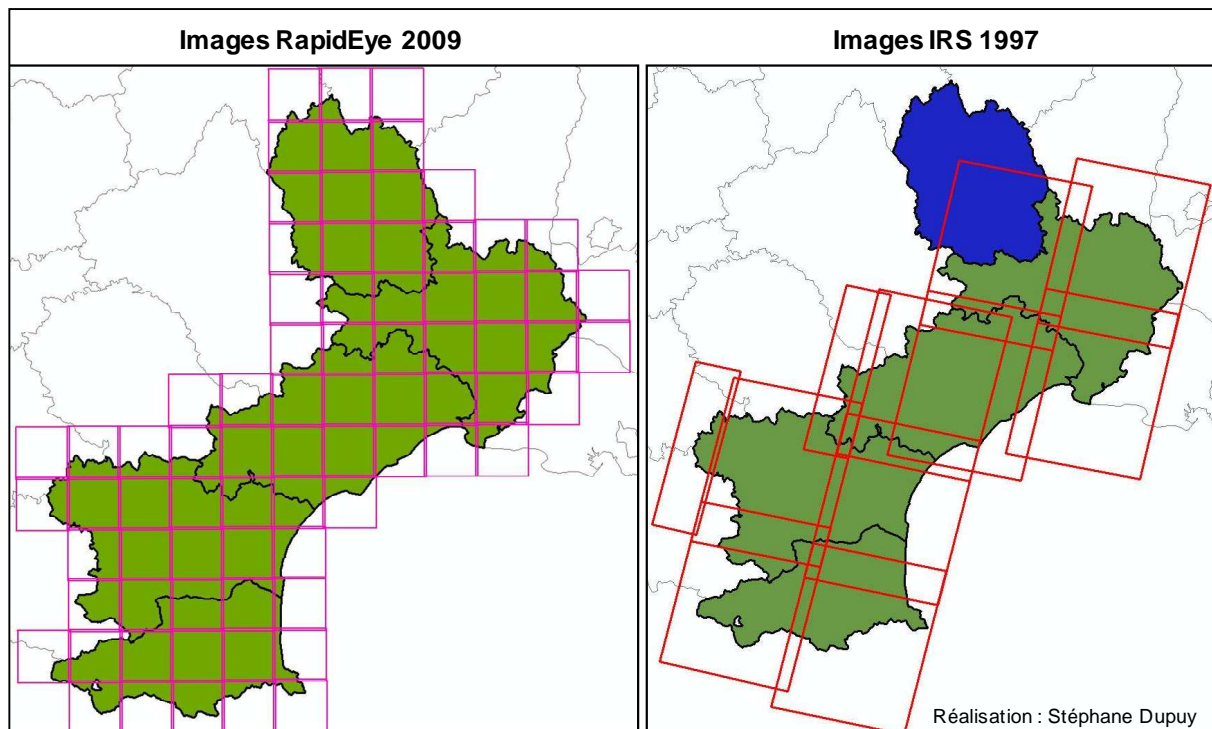


Figure 67 : Tableau d'assemblage des images RapidEye et tableau d'assemblage des images IRS

7.2.2. Adaptation de la nomenclature

La nomenclature définie durant la première phase de l'étude permettait de comparer les taches artificialisées produites avec différentes sources de données (BD TOPO®, images satellitaires). Dans cette seconde phase nous avons adapté cette nomenclature afin de réduire les temps de traitement nécessaires à la production de taches artificialisées à l'échelle d'un vaste territoire. Deux niveaux de précision ont d'abord été retenus pour définir les classes d'occupation du sol (Cf. Tableau n°21). Le niveau le plus détaillé (niveau 2) a permis de définir les différents objets à détecter et à discriminer à partir du travail de classification. Le niveau le plus grossier (niveau 1) propose un regroupement de ces objets en deux classes permettant de différencier les espaces artificialisés des espaces non artificialisés.

Niveau 1	Niveau 2
Espaces artificialisés	Tissu urbain résidentiel continu
	Tissu urbain résidentiel discontinu
	Tissu urbain résidentiel diffus
	Zones industrielles et commerciales
	Grands axes routiers et ferrés
	Aéroports
	Zones portuaires
	Chantiers, Carrières, Décharges
Espaces non artificialisés	Espaces verts urbains
	Espaces sportifs et de loisirs
	Espaces agricoles
	Forêts
	Milieus à végétation arbustive et / ou herbacée
	Rochers, sols nus et espaces ouverts avec peu de végétation
	Cours d'eau et plans d'eau
	Mers et océans
Marais	

Tableau 21 : Nomenclature initiale (classes d'occupation du sol)

Certaines classes précises, relevant d'espaces naturels (landes, garrigues, etc.) ou d'espaces agricoles (parcours, vignes, etc.), sont très difficiles à extraire (surtout en milieu méditerranéen) et nécessitent des traitements spécifiques en plus d'une lourde étape de photo-interprétation. C'est pourquoi, seules les classes les plus discriminantes pour différencier espaces artificialisés et espaces non artificialisés ont été conservées. Le tableau n°22 présente la nomenclature, en dix classes, finalement retenue afin de diminuer de façon significative le temps de travail alloué à la photo-interprétation.

Classes d'occupation du sol	Méthode utilisée
Espaces agricoles	Extraction par télédétection puis correction par photo-interprétation
Espaces naturels	
Zones naturelles et humides	
Zones en eau	
Végétation urbaine	
Carrières, chantiers et décharges	
Espaces artificialisés	
Nuages	Extraction par photo-interprétation
Routes 10 m	Création de zones tampons à partir du réseau routier de la BD Carto®
Routes 20 m	

Tableau 22 : Nomenclature retenue (classes d'occupation du sol)

7.2.3. Traitement spécifique des routes

Les infrastructures routières sont difficilement identifiables par télédétection, à moins de disposer d'images de très haute résolution spatiale (photographies aériennes, images satellitaires QuickBird, Ikonos, etc.). Si une route de grand gabarit (autoroute, 4 voies, etc.) peut être facilement repérable du fait de son importante emprise au sol, les routes départementales et de plus petit gabarit, sont d'une emprise au sol trop faible pour être

identifiées. De plus ce type de routes est généralement masqué par la végétation (bordées ou entièrement couvertes par une végétation arbustive). Compte tenu de la part importante que ces infrastructures représentent en termes d'artificialisation, il est pourtant indispensable de les prendre en considération pour déterminer une information qui se veut exhaustive.

Afin de définir cette classe d'objets, nous avons donc choisi d'utiliser des **données vectorielles externes** représentant le réseau routier en complément des images satellitaires. La BD CARTO® livre une information précise sur l'ensemble du réseau routier (classe « routes »). Cependant, compte tenu de la fréquence de mise à jour limitée de cette base de données, nous disposons d'une seule couche d'information valide en 2000 (proche de la date T-n) pour traiter les deux mosaïques d'images satellitaires (1997 et 2009).

Ce choix est justifiable en se basant sur l'hypothèse que le réseau routier hors agglomération évolue principalement de deux façons : évolution « mesurée » du réseau existant (entretien courant sans modification notable de l'emprise au sol) ; création de nouvelles routes ou requalification notable de routes existantes (élargissement, changement de statut). Nous considérons ainsi que les évolutions « mesurées » représentent une modification marginale de l'espace artificialisé. Les évolutions liées à la création de nouvelles routes ou à la requalification de routes existantes couvrent une importante emprise au sol permettant de les identifier et de les extraire à partir des images satellitaires, d'autant plus facilement qu'à ce stade la végétation a dû être élaguée pour les besoins des travaux.

Afin de disposer de polygones représentatifs de l'emprise au sol du réseau linéaire routier fourni par la BD CARTO®, nous avons choisi de générer une zone tampon de 10 mètres de largeur pour les routes dites secondaires (inférieures à 2 fois 2 voies) et de 20 mètres de largeur pour les routes dites principales (soit de 2 fois 3 ou 4 voies) (Cf. Figure n°68).

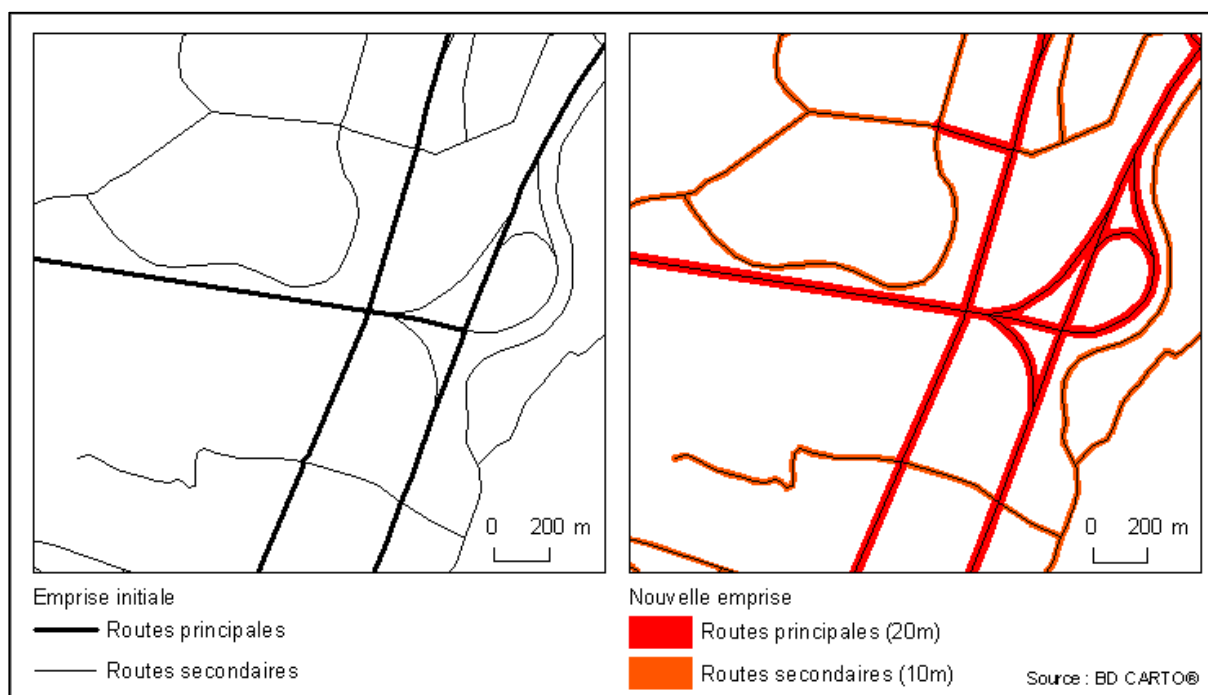


Figure 68 : Création de polygones représentatifs de l'emprise au sol du réseau routier

Les polygones ainsi obtenus ont été intégrés dès le départ dans le processus de classification. La figure n°69 propose une illustration des espaces artificialisés extraits d'images satellitaires, sans, puis avec, l'intégration des routes de la BD CARTO®.

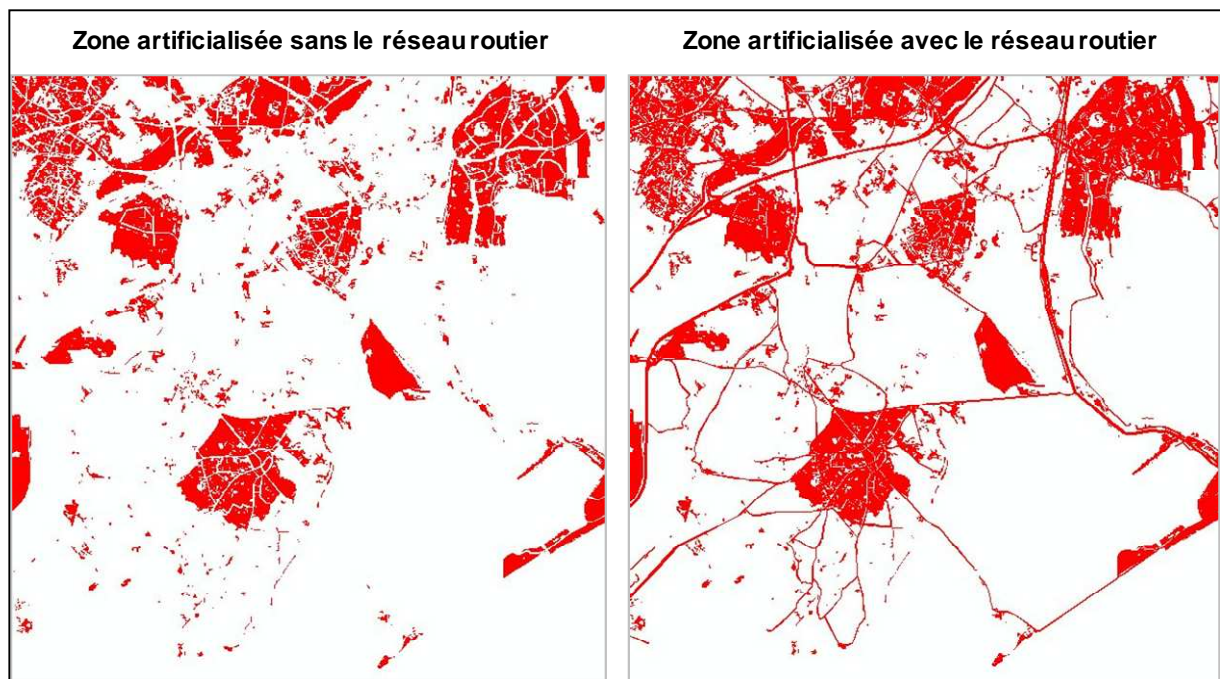


Figure 69 : Zone artificialisée extraite des images satellitaires, sans et avec le réseau routier de la BD CARTO®

Les routes construites récemment, qui n'étaient donc pas référencées dans cette couche, ont été extraites par traitement d'images, repérées de façon automatique ou par photo-interprétation et ajoutées manuellement.

7.2.4. Extraction des éléments d'artificialisation basée sur une méthode de classification orientée objet

En télédétection, l'extraction des espaces artificialisés est un processus complexe. Ce type d'objet représente une grande variété de réponses spectrales et apporte des éléments de confusion (ex : toits en tuiles ou en tôles, voiries, etc.). De plus, sur une image de haute résolution spatiale, un seul bâtiment peut être composé de pixels de radiométries différentes. C'est pourquoi une classification orientée objet a été privilégiée à une classification basée sur la radiométrie des pixels pour traiter l'image la plus récente (RapidEye, dans notre cas). Nous présentons ci-dessous les différentes étapes de la méthode de traitement d'images, développées et mises en œuvre pour produire les taches artificialisées.

7.2.4.1. Processus de classification appliquée à la mosaïque d'images la plus récente

La première étape consiste à calculer des indices de texture. L'utilisation d'**indices de texture** permet de formaliser l'organisation spatiale des pixels. Parmi les nombreux outils d'analyse de textures, les matrices de cooccurrences, introduites par Haralick, sont des outils statistiques qui mesurent « *la distribution des niveaux de gris dans une image tout en prenant en compte les interactions spatiales entre les pixels* » (Porebski et al., 2007). Comme l'illustre la figure n°70, l'utilisation complémentaire d'indices de texture permet notamment de détecter plus précisément les zones artificialisées. Ces indices, calculés par le logiciel de

traitement d'images¹⁴², sont ensuite utilisés dans le processus de classification au même titre que les canaux bruts des images.

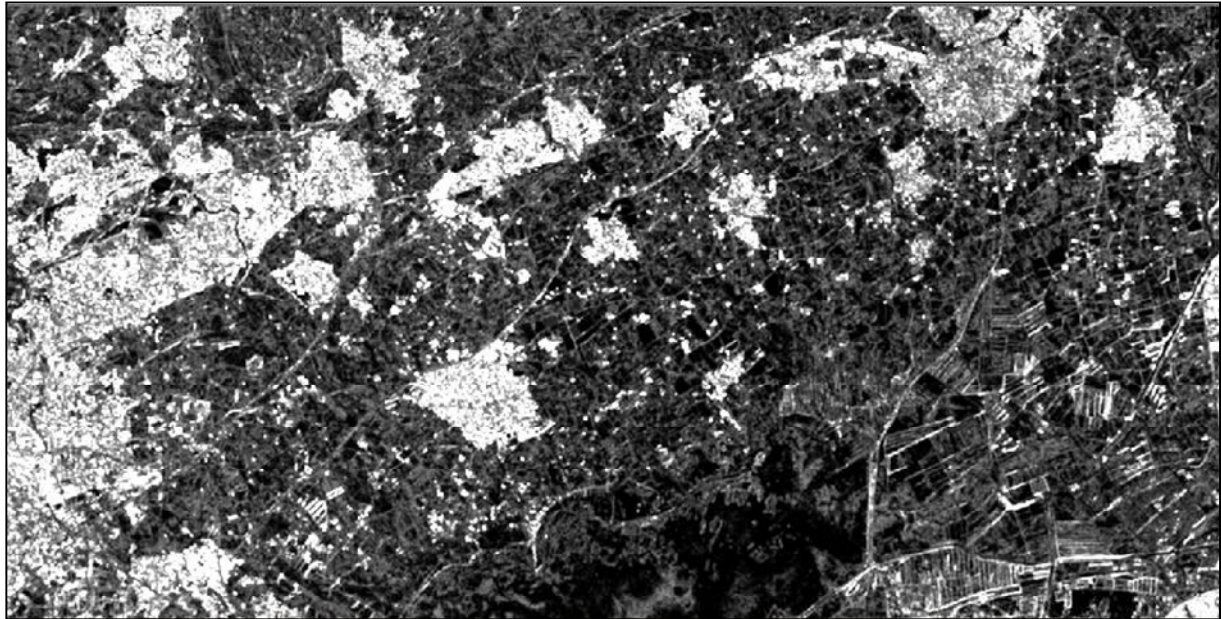


Figure 70 : Exemple de textures obtenues avec une image RapidEye 2009

Le traitement d'images, dans le cas d'une classification orientée objet, se décompose ensuite en deux grandes étapes : la segmentation de l'image en groupes de pixels homogènes puis la classification des objets ainsi obtenus. Parmi les méthodes existantes, c'est une **approche descendante** qui a été retenue¹⁴³. Un premier niveau global de segmentation est utilisé pour produire un zonage grossier de l'occupation du sol, ensuite affiné pour produire un zonage plus détaillé (Cf. Figure n°71).

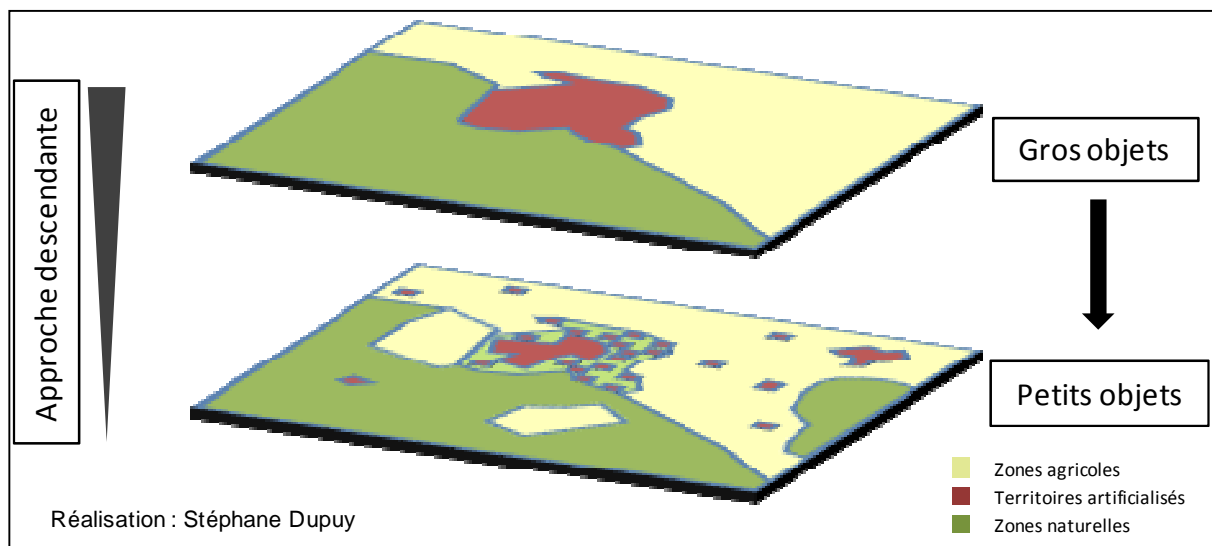


Figure 71 : Approche descendante de classification orientée objet

¹⁴² L'ensemble des traitements ont été effectués à partir du logiciel eCognition Developer.

¹⁴³ Une approche descendante consiste, dans le cadre d'une méthode de classification orientée objet, à s'appuyer sur différents niveaux de traitements (emboîtés), partant d'un niveau grossier pour travailler ensuite à un niveau plus détaillé.

Cette méthode offre la possibilité de travailler à partir de plusieurs **niveaux de segmentation emboîtés**. Elle permet d'utiliser des paramètres de classification (pour extraire les éléments d'occupation du sol) différents en fonction des échelons d'appréhension qui reposent sur des zonages plus ou moins détaillés (Cf. Figure n°72). Un premier niveau permet de travailler sur un zonage grossier de l'occupation du sol en un nombre restreint de classes qui sont ensuite affinées dans le niveau de segmentation suivant, et ainsi de suite. Par exemple, pour l'extraction des objets composants les zones artificialisées, le centre d'une ville (ou d'un village) offre une morphologie différente de celle des zones périphériques. Si on retient le même paramètre (ou le même seuillage) pour séparer ces deux comportements, le risque est alors de générer des confusions entre ces objets artificialisés et d'autres objets aux comportements (radiométriques ou texturaux) proches mais qui appartiennent à des classes de nature d'occupation du sol différentes.

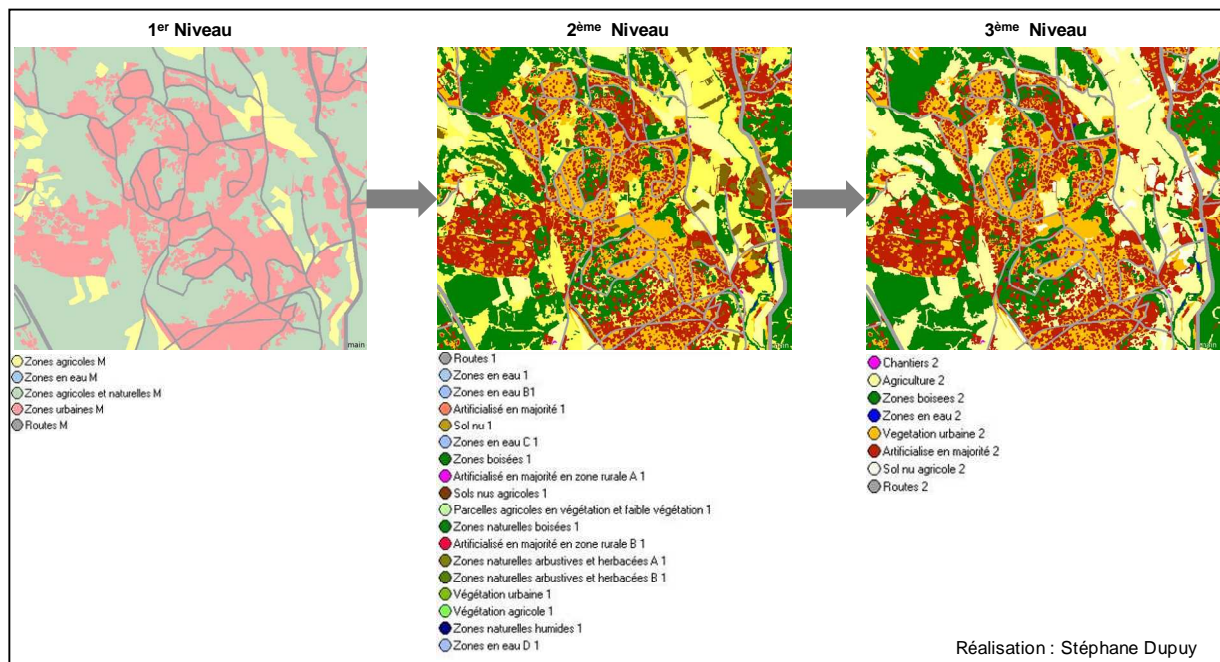
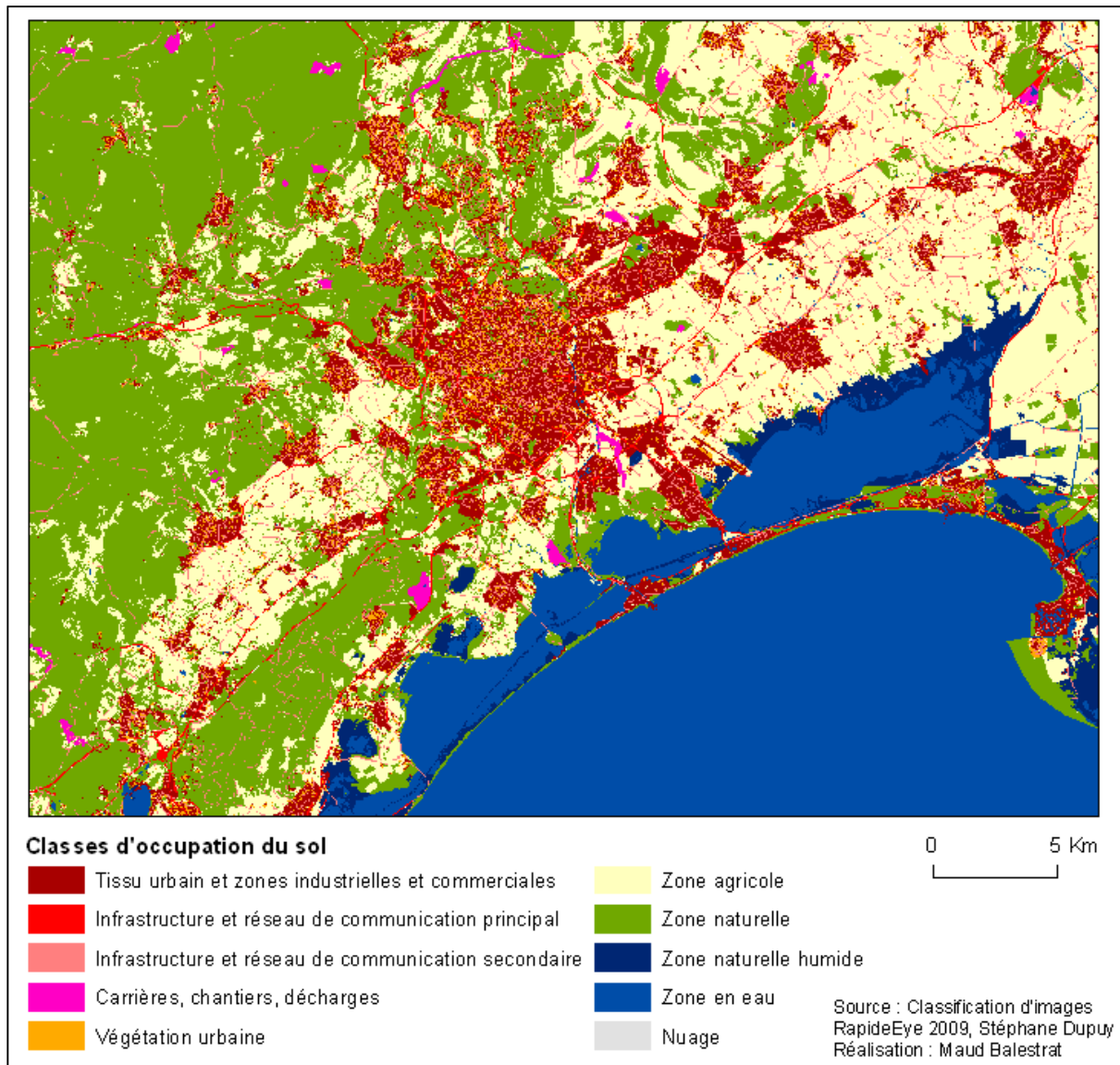


Figure 72 : Exemples de résultats obtenus pour chaque niveau de segmentation (Communes de Saint-Clément-de-Rivière et de Montferrier-sur-Lez, Hérault)

La carte n°20 propose une illustration de la classification produite à partir de la mosaïque d'images satellitaires RapidEye et du réseau routier de la BD CARTO®, centrée sur la métropole montpelliéraine et valide pour l'année 2009. Les résultats obtenus à l'échelle de l'ensemble du Languedoc-Roussillon sont présentés dans l'annexe n°5.



Carte 20 : Classification d'occupation du sol de 2009 centrée sur la métropole montpelliéraine

Les images d'archives IRS de 1997 ont une résolution spatiale plus faible que les images RapideEye de 2009. Afin de mettre en évidence les évolutions entre chaque date, la classification réalisée en 2009 est utilisée comme masque pour classer les images d'archives.

7.2.4.2. *Extraction des espaces artificialisés à une date antérieure*

La classification 2009 est superposée aux images d'archives et à l'indice de texture calculé à partir de l'image panchromatique IRS. La segmentation est ensuite suivie d'étapes de classification qui permettent de détecter, au sein des zones construites en 2009, la présence, effective ou non, des objets artificialisés à la date antérieure. Le résultat obtenu est ensuite croisé avec les données rasterisées du réseau routier fournies par la BD CARTO® et dont l'emprise a été élargie par création de zones tampons. Enfin, un post-traitement par photo-interprétation est réalisé pour corriger les erreurs de classification.

7.2.5. Validation des résultats de la classification

La méthode proposée pour évaluer la qualité des résultats obtenus s'inspire d'un outil de validation mis en place par l'Inventaire Canadien des Terres Humides (Benoit et al. 2006), en particulier sur la méthode de **construction du référentiel de validation** de la donnée et la **stratégie d'échantillonnage**. Un jeu de polygones, dont la classe d'appartenance a été préalablement supprimée, est d'abord extrait de la classification. En effet, pour assurer l'indépendance entre la classification et la référence, l'analyste ne connaît pas les classes déterminées par le processus de classification d'occupation du sol. En s'appuyant sur les données de référence et les données complémentaires, un opérateur interprète l'occupation du sol par photo-interprétation. Les résultats sont ensuite comparés aux résultats produits, par traitement automatique, afin d'obtenir une **matrice de confusion** qui renseigne sur la cohérence des deux classifications.

Idéalement, des données permettant de représenter la « vérité terrain » sont acquises soit sur le terrain, soit à partir de photographies aériennes ou autres données de télédétection, différentes de celles utilisées pour la classification (Girard et Girard, 2004). Nous avons choisi de ne pas effectuer un échantillonnage terrain trop fastidieux et trop coûteux pour envisager une campagne de relevés sur l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon. Pour valider les résultats, ce sont les images satellitaires utilisées pour les traitements et des données auxiliaires complémentaires comme la BD ORTHO® de l'IGN qui ont été utilisées comme **données de référence**. Les orthophotos fournies par cette base de données ont une résolution spatiale de 50 cm, elles offrent davantage de précision que les images satellitaires facilitant ainsi l'interprétation des éléments d'occupation du sol. En revanche, la BD ORTHO® utilisée pour valider la classification 2009 date de 2007, des vérifications sur les images satellitaires brutes ont donc parfois été nécessaires.

L'**échantillonnage** consiste à sélectionner un certain nombre de polygones sur l'image classée. A l'instar des points de contrôle, ces polygones servent de données de référence dans la matrice de confusion. Pour être représentatif de l'ensemble de la classification, le mode d'échantillonnage est aléatoire et stratifié par type d'occupation du sol. Sur les dix classes d'occupation du sol, trois sont de nature « exogène ». Les deux classes « route 10m » et « route 20m » sont issues de données vectorielles et la classe nuage résulte d'une photo-interprétation. En conséquence, ces trois classes sont exclues du processus de validation. Pour chacune des sept classes restantes, 230 polygones sont sélectionnés au hasard (soit un échantillon total de 1610 polygones).

Près des deux tiers des 1610 polygones sélectionnés sont photo-interprétés. Les échantillons étant indépendants, le nombre de « **polygones de contrôle** » correctement classés à évaluer doit être compris entre 30 et 50 entités (Congalton, 1991 ; Girard et Girard, 2004). La matrice de confusion obtenue respecte ces critères et se base sur 1071 entités de contrôle. Le tableau n°23 présente en colonnes, l'information thématique résultant de la classification et en lignes, les données des classes de référence (photo-interprétation des images RapidEye 2009). Les valeurs de la diagonale de la matrice représentent le nombre d'entités correctement classifiées.

classification référence	Carrière, chantier, décharge	Espace agricole	Végétation urbaine	Zone artificialisée	Zone en eau	Zone naturelle	Zone naturelle humide	Total	Précision producteur (%)	Erreur d'omission (%)
Carrière- chantier- décharge	9,90	0,37	0,00	0,37	0,09	0,00	0,09	10,83	91,38%	8,62%
Espace agricole	0,93	7,28	1,49	0,93	0,28	2,80	0,19	13,91	52,35%	47,65%
Végétation urbaine	0,00	1,96	8,87	0,37	0,28	1,03	0,28	12,79	69,34%	30,66%
Zone artificialisée	1,31	1,31	1,12	12,04	1,96	0,19	0,47	18,39	65,48%	34,52%
Zone en eau	0,19	0,00	0,09	0,09	10,27	0,09	0,75	11,48	89,43%	10,57%
Zone naturelle	0,75	3,92	2,24	0,28	0,56	11,02	0,19	18,95	58,13%	41,87%
Zone naturelle humide	0,28	0,28	0,28	0,00	0,75	0,09	11,95	13,63	87,67%	12,33%
Total	13,35	15,13	14,10	14,10	14,19	15,22	13,91	100,00		
Précision utilisateur (%)	74,13%	48,15%	62,91%	85,43%	72,37%	72,39%	85,91%			
Erreur de commission (%)	25,87%	51,85%	37,09%	14,57%	27,63%	27,61%	14,09%			
Précision globale	71,34%									
Précision moyenne	73,40%									

Réalisation : Kenji Ose

Tableau 23 : Matrice de confusion détaillée exprimée en pourcentage

La **précision globale** (ou totale) désignant la proportion d'objets bien classés par rapport au nombre total d'individus, s'élève aux alentours de **71 %**. Dans son ensemble, la classification est jugée correcte. Néanmoins, la précision est très variable entre classes d'occupation du sol. En particulier, la classe « espace agricole » cumule des erreurs d'omission¹⁴⁴ (47,65%) et de commission¹⁴⁵ (51,85%). Les confusions sont très fortes avec la classe « zone naturelle ». Cette dernière reste néanmoins tout à fait exploitable puisque « la précision de l'utilisateur », qui mesure la probabilité d'une classification adéquate des entités, avoisine les 72%. Concernant la classe « végétation urbaine », une légère confusion ressort avec les classes « zone naturelle » et « espace agricole ». A priori, ces erreurs sont liées à la définition de la classe et aux procédures d'assignation automatique par le logiciel de traitement d'images utilisé¹⁴⁶. Par exemple, la végétation urbaine est-elle incluse dans et/ou contiguë aux zones urbaines ?

Dans le cadre de cette étude nous nous intéressons prioritairement à la distinction entre les **espaces artificialisés** et les **espaces non artificialisés**. La classification et les données de validation ont donc été regroupées dans ces deux classes pour évaluer la précision résultante. La matrice de confusion obtenue (Cf. Tableau n°24), construite à partir de ces classes, indique une **précision globale de 91 %**, qui traduit un très bon résultat en termes de distinction entre les classes « artificialisée » et « non artificialisée », ce qui confirme la pertinence de la méthode et la validité des produits obtenus.

¹⁴⁴ Une erreur d'omission correspond au total des valeurs des cellules non diagonales de n'importe quelle rangée qui représente le nombre de pixels qui ont été incorrectement attribués à des classes autres que celle représentée par la rangée (CCT, 2005).

¹⁴⁵ Une erreur de commission correspond au total des valeurs des cellules non diagonales de n'importe quelle colonne qui représente le nombre de pixels qui ont été incorrectement inclus dans la classe représentée par la colonne (CCT, 2005).

¹⁴⁶ Ibid note n°142

classification référence	Zone artificialisée	Zone non artificialisée	Total	Précision producteur (%)	Erreur d'omission (%)
Zone artificialisée	23,62	5,60	29,23	81%	19%
Zone non artificialisée	3,83	66,95	70,77	95%	5%
Total	27,45	72,55	1071		
Précision utilisateur (%)	86%	92%			
Erreur de commission (%)	14%	8%			
Précision globale	91%				
Précision moyenne	88%				

Réalisation : Kenji Ose

Tableau 24 : Matrice de confusion simplifiée exprimée en pourcentage

7.2.6. Production de taches artificialisées

A partir de la couche « zone artificialisée » précédemment constituée (composée du tissu urbain, des zones industrielles et commerciales, des infrastructures routières, des carrières, chantiers et décharges), on applique une dilatation (élément structurant de forme circulaire de 50 mètres de rayon), afin de fusionner tous les objets distants de 100 mètres et d'obtenir un polygone englobant. En appliquant ensuite le processus inverse d'érosion, les contours externes du polygone sont ramenés à l'emprise initiale de la « zone artificialisée », tout en conservant des objets fusionnés. La figure n°73 illustre les étapes successives de cette opération de dilatation / érosion sur une partie des communes de Saint-Clément-de-Rivière et de Montferrier-sur-Lez (Hérault).

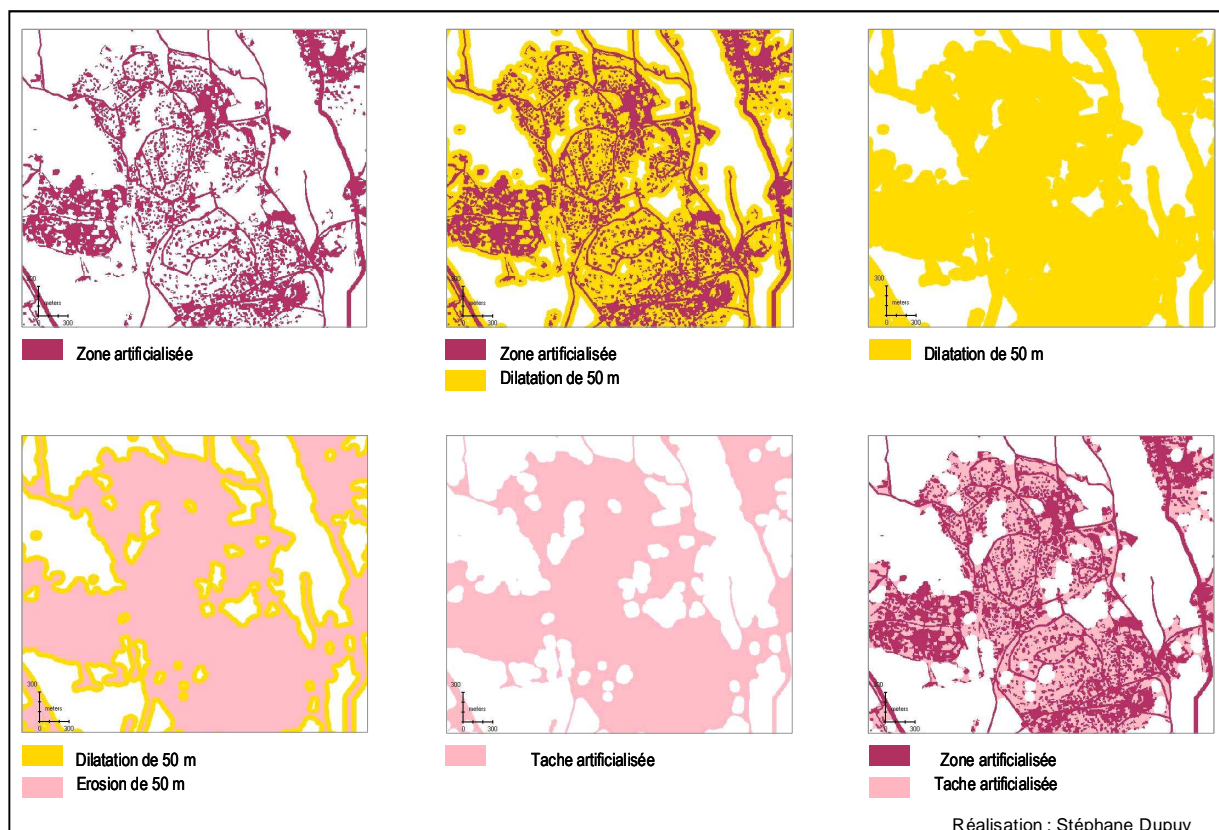


Figure 73 : Étapes de création de la tache artificialisée à partir des objets de zone artificialisée issue d'images satellitaires

La production d'une tache artificialisée à plusieurs dates suffisamment espacées dans le temps, permet de suivre l'évolution de l'artificialisation des sols. La combinaison de ces taches permet de localiser cette évolution comme l'illustre la figure n°74.

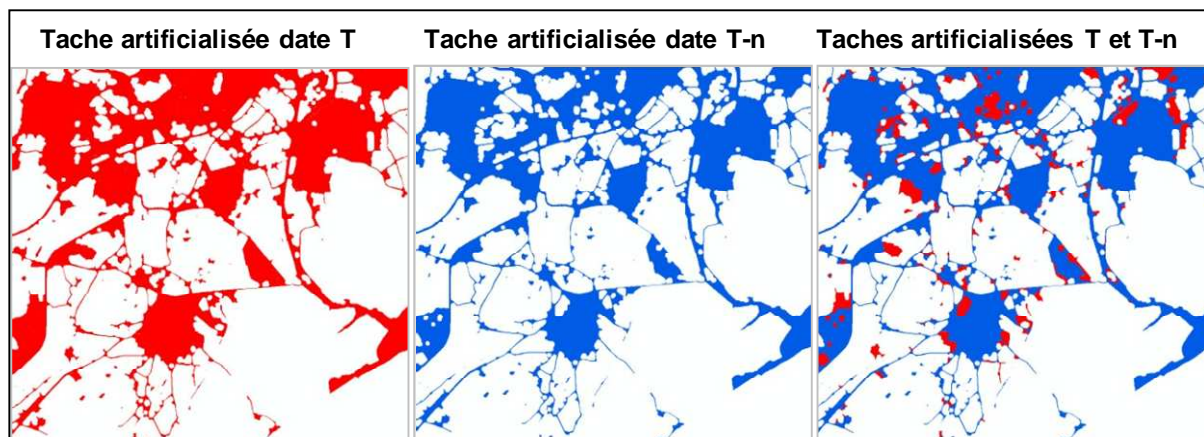


Figure 74 : Suivi de l'évolution de l'artificialisation par superposition des taches artificialisées

7.2.7. Synthèse de la méthode proposée

Compte tenu des contraintes de reproductibilité et de disponibilité des données nous avons élaboré et testé une méthode générique consistant à :

1. Extraire des informations d'occupation du sol à partir d'images satellitaires à une date récente (T) selon une nomenclature adaptée, puis les agréger en 2 classes (espaces artificialisés / non artificialisés). La méthode générale de traitement d'images s'appuie sur une classification orientée objet combinant des étapes de segmentation et de classification afin d'extraire les différentes classes d'occupation du sol.
2. Exploiter la classification (T) comme masque pour extraire des images d'archives (T-n) les objets constitutifs des classes (espaces artificialisés / non artificialisés). Afin d'optimiser la méthode et de réduire les temps de traitement, nous faisons l'hypothèse que l'artificialisation est un phénomène croissant, tandis que le phénomène inverse de « retour à un état naturel » des espaces artificialisés est marginal. La classification extraite de l'image à date T peut alors être utilisée comme « masque » pour restreindre le territoire à traiter sur l'image à date T-n. La diminution du nombre de pixels à traiter entraîne un gain de temps important.
3. Appliquer un processus de dilatation / érosion à ces objets afin d'obtenir une « tache artificialisée » représentative de l'emprise au sol de l'artificialisation.

La figure n°75 reprend l'ensemble de ces étapes de façon synthétique. La méthode générale proposée pour la production de taches artificialisées constitue un compromis entre la finalité opérationnelle locale d'évaluation et de localisation des espaces artificialisés et la contrainte de reproductibilité, dans le temps et dans l'espace, en vue de sa mise en œuvre potentielle sur tout le territoire national. De fait, l'intérêt majeur de la méthode réside dans sa capacité à être appliquée à petite échelle¹⁴⁷ tout en produisant des résultats exploitables à l'échelle locale (1/15 000). Cependant, les processus mis en œuvre relèvent d'une modélisation qu'il ne faut pas chercher à comparer à une analyse exhaustive, type photo-

¹⁴⁷ Plus l'échelle est petite plus le territoire considéré est grand. Inversement une grande échelle fait référence à un zoom sur un territoire restreint pour offrir un plus grand niveau de détails de la réalité terrain.

interprétation par exemple, certes plus précise mais économiquement impossible à réaliser dans le cadre de cette étude, ne serait-ce qu'à l'échelle d'un département.

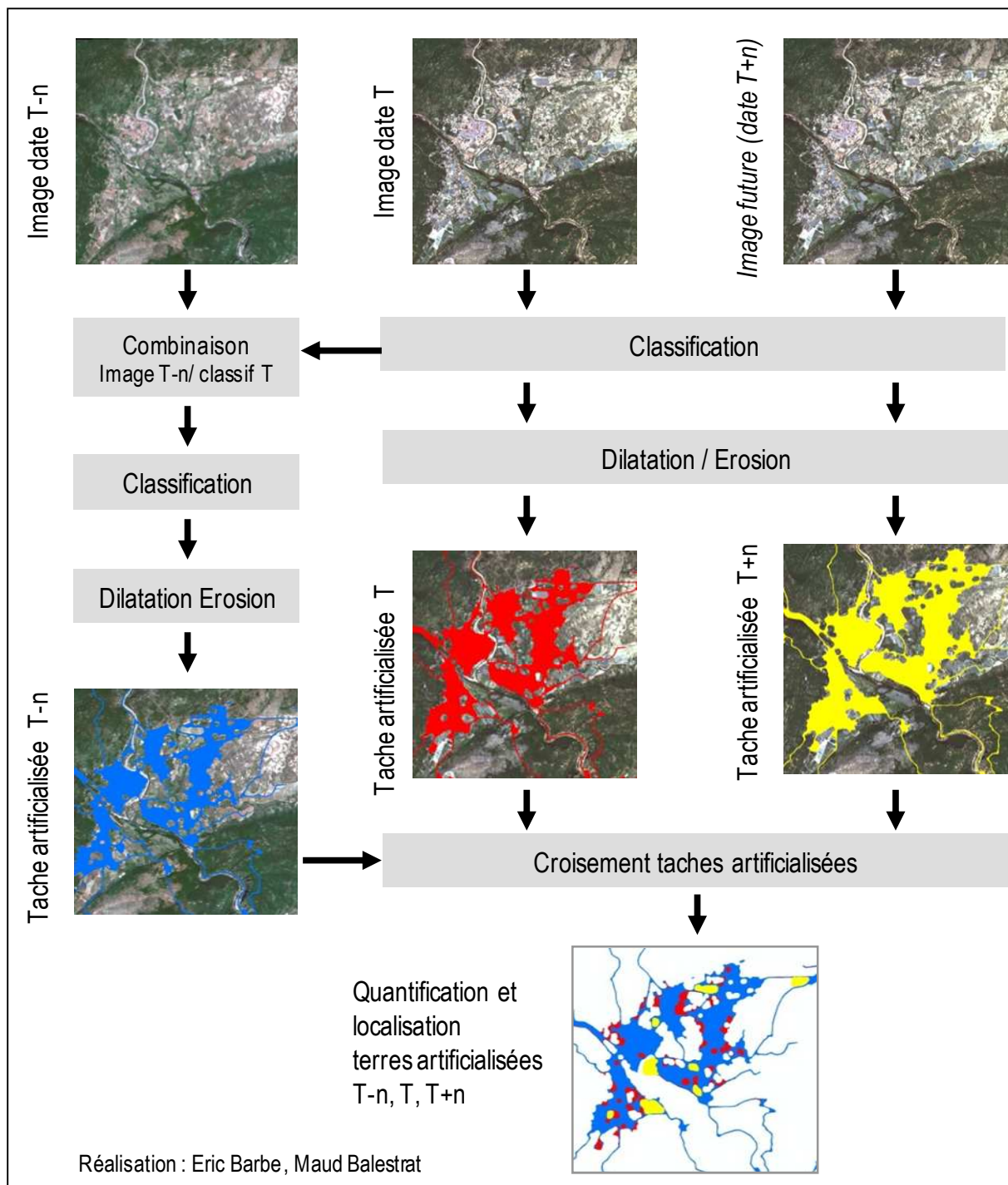


Figure 75 : Synthèse de la méthode générale de production de taches artificialisées à partir d'images satellitaires

7.3. Élaboration et application d'une méthode pour la production d'un indice de qualité des sols spatialisé

En parallèle de la méthode de production de taches artificialisées, les pédologues de l'INRA, en réponse à la demande de la DRAAF LR, ont développé une méthode de qualification du potentiel agronomique des sols qui s'appuie sur la définition et la spatialisation d'un Indice de Qualité des Sols. La méthode détaillée est présentée dans l'annexe n°6.

7.3.1. Caractériser la notion de potentiel agronomique des sols

L'évaluation des terres consiste en un classement ordonné de la qualité des sols en vue d'un usage donné. Elle est donc une démarche contingente qui s'inscrit dans un contexte d'utilisateurs, pour comparer des aptitudes à une utilisation donnée, pour évaluer la pertinence et le coût d'amélioration structurelle en vue d'un usage donné ou pour surveiller globalement et protéger les sols et autres ressources naturelles. Attribuer à un sol un indice de qualité est donc complexe. Laroche et al. (2006) précisent que la qualité dépend « *des usages et des fonctions des sols (valeur agronomique, valeur écologique, valeur paysagère, valeur récréative, etc.)* ». Il a été choisi de retenir des critères permettant de caractériser la valeur de potentiel agronomique d'un sol agricole pour les **grandes cultures**¹⁴⁸ : la pente, la réserve utile (qui intègre nombre de propriétés des sols comme leur profondeur, leur densité, leur texture, etc.), la battance, l'hydromorphie, la pierrosité et le pH. Il est en effet, peu envisageable d'exprimer une qualité agronomique potentielle qui réponde à la fois à ce type de cultures et, par exemple, à la viticulture. Mais ce choix stratégique révèle tout l'enjeu de la production et de la diffusion de ce type de données. L'Indice de Qualité des Sols spatialisé (IQS) proposé a une légitimité scientifique mais les conséquences de la qualification des sols sont telles pour les propriétaires que le zonage doit être accepté par le plus grand nombre, ce qui impose une **vision partagée**. Chacun des critères ainsi que leur poids dans la production de l'indice ont été discutés avec les acteurs qui ont pu enrichir les réflexions par leur expérience de terrain quant à la qualité productive des différents terroirs.

7.3.2. L'Indice de Qualité des Sols

Pour répondre aux préoccupations des décideurs, la classification des sols proposée a été adaptée au contexte agricole régional. Les données source utilisent le référentiel Pédologique Régional du Languedoc-Roussillon au 1/250 000ème (Bornand et al., 1994). Les critères retenus pour qualifier les sols (salinité, pente, réserve utile, etc.), issus de mesures échantillonnées sur le terrain, ont été pondérés.

L'approche retenue est une approche par **combinaison logique de classes de sol**¹⁴⁹ qui prend en compte les contraintes rencontrées en milieu méditerranéen. L'indicateur est présenté dans la figure n°76 sous forme d'un arbre de décision avec trois niveaux hiérarchisés de classification en fonction des critères retenus :

- **la contrainte « absolue »** qui discrédite systématiquement et entièrement le potentiel du sol lorsqu'elle existe. Il s'agit de la présence de salinité ;
- **la réserve utile** qui constitue le paramètre principal de hiérarchisation, représentée en trois classes ;

¹⁴⁸ Ibid note n°64

¹⁴⁹ La combinaison logique de classes de sol répartit les critères pédologiques en classes sur lesquelles on applique des combinaisons logiques et hiérarchisées, élaborées le plus souvent à dire d'experts.

- **les contraintes « secondaires »** (battance, hydromorphie, pierrosité ou abondance des éléments grossiers et pH) dont la prise en compte permet de moduler la qualité des sols au sein de chaque classe de réserve utile. Ainsi, la présence de n (n = 0 à 4) contraintes sur un sol de classe de réserve utile p (p=1 à 3), permet de classer le sol en classe n.p avec n.p. d'autant plus défavorable que n (le nombre de contraintes secondaires) est grand et que p est grand.

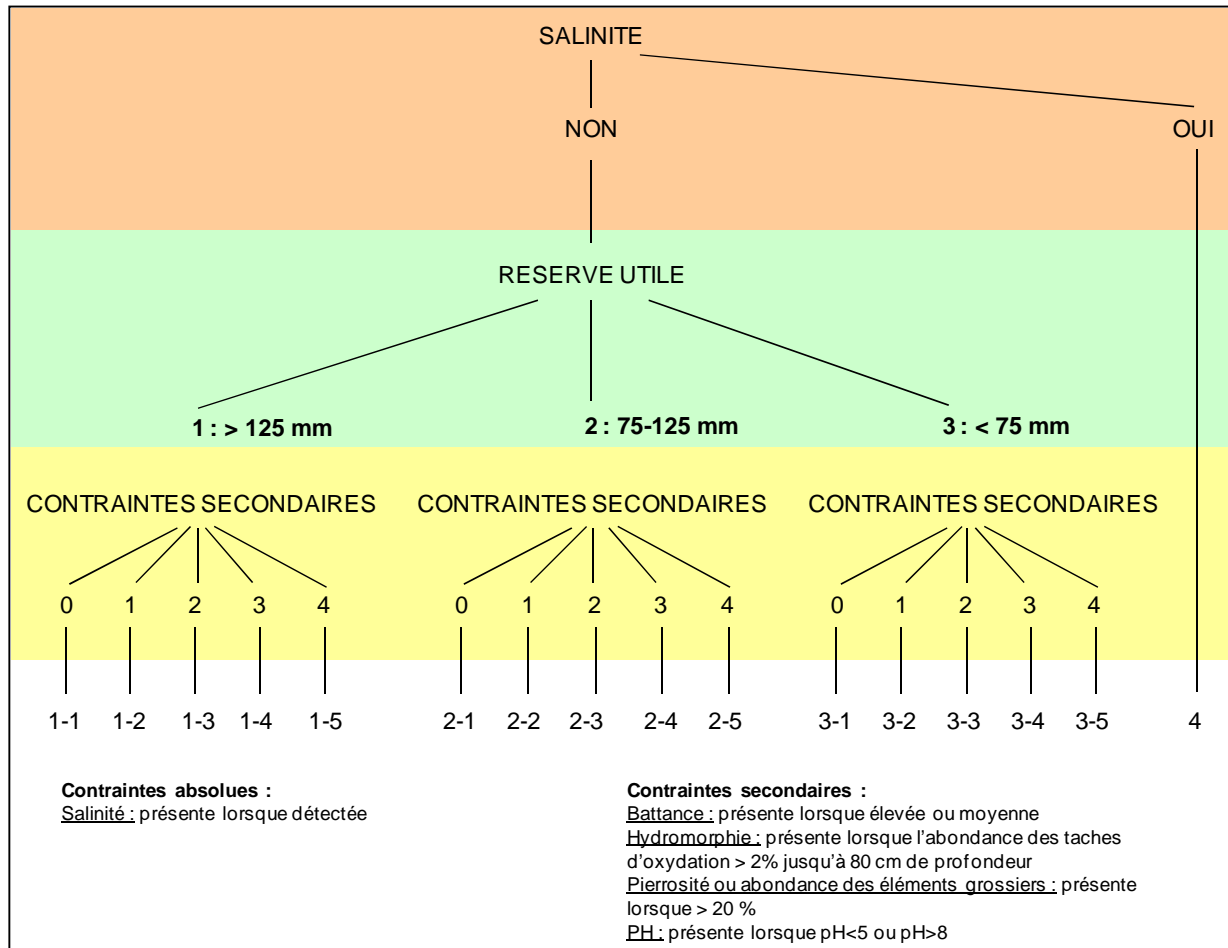


Figure 76 : Arbre de décision de détermination du score « de la qualité des sols »

La hiérarchisation de l'Indice de Qualité des Sols en trois classes (IQS 1, 2 et 3) se base principalement sur l'importance de la réserve utile des sols calculée par unités typologiques de sol (UTS). Une quatrième classe (IQS 4) représente la contrainte « absolue » (présence de salinité).

- L'IQS 1 concerne les sols qui ont une réserve utile supérieure à 125 mm, considérés par ce classement comme les sols les plus aptes à accueillir les grandes cultures ;
- L'IQS 2 concerne les sols qui ont une réserve utile inférieure à 125 mm mais supérieure à 75 mm ;
- L'IQS 3 concerne les sols qui ont une réserve utile inférieure à 75 mm ;
- L'IQS 4 concerne les sols salins considérés comme impropres à tous types d'usages agricoles à moins d'une mise en valeur par un dispositif d'irrigation et de drainage.

L'Indicateur de Qualité des Sols est calculé pour toutes les **Unités Typologiques de Sol**¹⁵⁰ (UTS) de la zone d'étude en utilisant les données décrites précédemment et en appliquant l'arbre de décision. Les UTS n'ont pas de contours géographiques propres mais sont regroupées dans des **Unités Cartographiques de Sol**¹⁵¹. Pour spatialiser l'Indice de Qualité des Sols, la réserve utile est pondérée par les proportions de chaque UTS au niveau des UCS (Bornand et al., 1994).

7.3.3. Spatialisation et classification de l'IQS

La spatialisation de l'indice s'appuie sur la carte des UCS. Cela oblige à agréger et généraliser une information construite sur un échantillon spatial qui n'est pas localisable précisément, en particulier pour établir les limites des niveaux de qualité. Pour pallier ce problème, le choix a été fait de conserver le niveau de détail le plus fin dans la table de données correspondantes. Même si cette information ne permet pas de connaître la localisation précise des sols de haute qualité, elle permet aux utilisateurs de disposer d'une information détaillée qui doit les orienter pour la mise en œuvre d'analyses approfondies sur le terrain. En effet, l'IQS (valable à une échelle donnée) ne saurait remplacer une expertise fine à l'échelle d'un territoire de niveau communal. Pour spatialiser cet indicateur, deux méthodes sont donc mises en œuvre :

- une méthode par agrégation au niveau des UCS. Il s'agit d'obtenir une première visualisation de la variabilité de qualité des sols ;
- une méthode sans agrégation au niveau des UCS. Cette méthode permet de conserver l'ensemble des données acquises sur la qualité des sols pour la phase ultérieure de croisement avec les surfaces artificialisées.

Au final, on obtient pour chaque UCS, une valeur de classe de réserve utile et la valeur renseignant l'existence de chaque contrainte (« secondaire » ou « absolue »).

¹⁵⁰ Une Unité Typologique de Sol (UTS) est la plus petite entité sémantique selon une nomenclature prédéfinie par « *une modélisation tridimensionnelle du sol* ». Elle se caractérise par une superposition donnée d'horizons de sols (« *volumes homogènes grossièrement parallèles à la surface du sol* ») (Bornand et Robbez-Masson, 1998).

¹⁵¹ Une Unité Cartographique de Sol (UCS) est la plus petite entité géographique représentable à une échelle donnée, qui regroupe une ou plusieurs Unités Typologiques de Sol. La BD Sol du Languedoc-Roussillon livre la liste et la proportion respective d'UTS que chaque UCS englobe (INRA, 2005).

Synthèse du chapitre 7

Dans la perspective de produire des indicateurs spatialisés et spatiaux qui permettent de quantifier les espaces consommés par l'artificialisation nous avons opté pour la production de données continues et homogènes à l'échelle du Languedoc-Roussillon. Deux méthodes de production de données spatiales ont été développées pouvant être appliquées à d'autres territoires d'étude à condition de tester leur reproductibilité et d'adapter certains critères de définitions des nomenclatures de référence :

- **une méthode pour mesurer et suivre l'emprise des espaces artificialisés** qui s'appuie sur le traitement d'images satellitaires pour la production de taches artificialisées. Il s'agit d'une méthode nécessitant d'importants moyens techniques et humains, notamment dans le cadre d'un suivi périodique mais qui présente l'avantage de concilier couverture spatiale, suivi historique et précision géographique ;
- **une méthode de qualification du potentiel agronomique des sols** qui s'appuie sur la construction et la spatialisation d'un Indice de Qualité des Sols. L'indice proposé permet de définir 4 grandes classes de qualité subdivisées en 16 sous-classes. La méthode s'appuie sur une combinaison logique de propriétés de sol intervenant à trois niveaux : définition d'une contrainte absolue pour la production agricole (salinité) ; classement des Unités Typologiques de Sol en trois classes de qualité à partir de leur réserve utile ; subdivision de ces trois classes en fonction des contraintes secondaires pour la production agricole (hydromorphie, pierrosité, risque de battance ou pH). La spatialisation de l'IQS utilise les données du Référentiel Régional Pédologique du Languedoc-Roussillon pour qualifier les Unités Cartographiques de Sol en fonction des indices calculés par Unité Typologique de Sol.

L'application de ces méthodes a permis de produire deux données spatiales de références pour alimenter le système d'indicateurs final. Cependant ces deux informations ont des échelles de validité très différentes (1/15 000ème pour les taches artificialisées, 1/250 000ème pour l'Indice de Qualité des Sols spatialisé). Pour répondre aux besoins des acteurs et à un impératif d'opérationnalité nous avons étudié la possibilité de croiser ces deux données, notamment en adaptant la maille d'analyse (supra communale) des indicateurs composites ainsi obtenus. Les principaux résultats sont présentés dans le chapitre 8.

CHAPITRE 8. PRODUCTION DU SYSTÈME D'INDICATEURS APPLIQUÉ À L'USAGE DES SOLS EN ZONE PÉRIURBAINE LANGUEDOCIENNE

Ce chapitre est consacré à la restitution des résultats obtenus concernant la production d'un système d'indicateurs appliqué à la problématique d'usage des sols, en zone périurbaine languedocienne. Dans ce cadre, la mise en œuvre des différentes étapes, explicitées dans le chapitre 4, pour guider le choix et la structuration des indicateurs, a permis de passer d'un modèle conceptuel systémique à un **système d'information pour l'aide à la décision**.

Les résultats de l'analyse approfondie des besoins, conduite avec les acteurs institutionnels mobilisés, ont permis de cibler un ensemble d'indicateurs potentiellement adaptés. La confrontation de ces éléments avec le modèle conceptuel centré sur les dynamiques de consommation d'un capital foncier par les espaces artificialisés en zone périurbaine languedocienne, a permis de préciser la sélection des indicateurs les plus représentatifs et de les structurer dans un **schéma relationnel de causalité**. Ce choix a d'abord été restreint par les variables disponibles, indispensables à la mise en œuvre de ces indicateurs. L'ensemble de ces étapes a conduit à produire un système d'indicateurs que je propose d'illustrer en restituant quelques **indicateurs représentatifs**. Un outil d'automatisation des calculs et de consultation en ligne a enfin été conçu. Il permet d'envisager les moyens de communication du système d'indicateurs produit, aux utilisateurs potentiels.

8.1. Organisation des indicateurs dans un système d'aide à la décision

Afin de proposer un système d'indicateurs constituant en soi un système de lecture de la complexité territoriale, permettant ainsi de guider les décisions en matière d'aménagement et de planification du territoire languedocien, la liste d'indicateurs retenus (Cf. Chapitre 6) a été structurée sur la base du modèle conceptuel systémique (Cf. Chapitre 5). Ce travail a permis d'affiner le choix des indicateurs et d'identifier d'autres indicateurs potentiellement pertinents et non déterminés au cours des premières phases de la démarche de co-construction.

Afin d'organiser les indicateurs dans un système d'aide à la décision, j'ai élaboré un **schéma relationnel de causalité, simplifié**, qui reprend les grands éléments du modèle DPSIR adapté à la problématique d'usage des sols (Cf. Figure n°77).

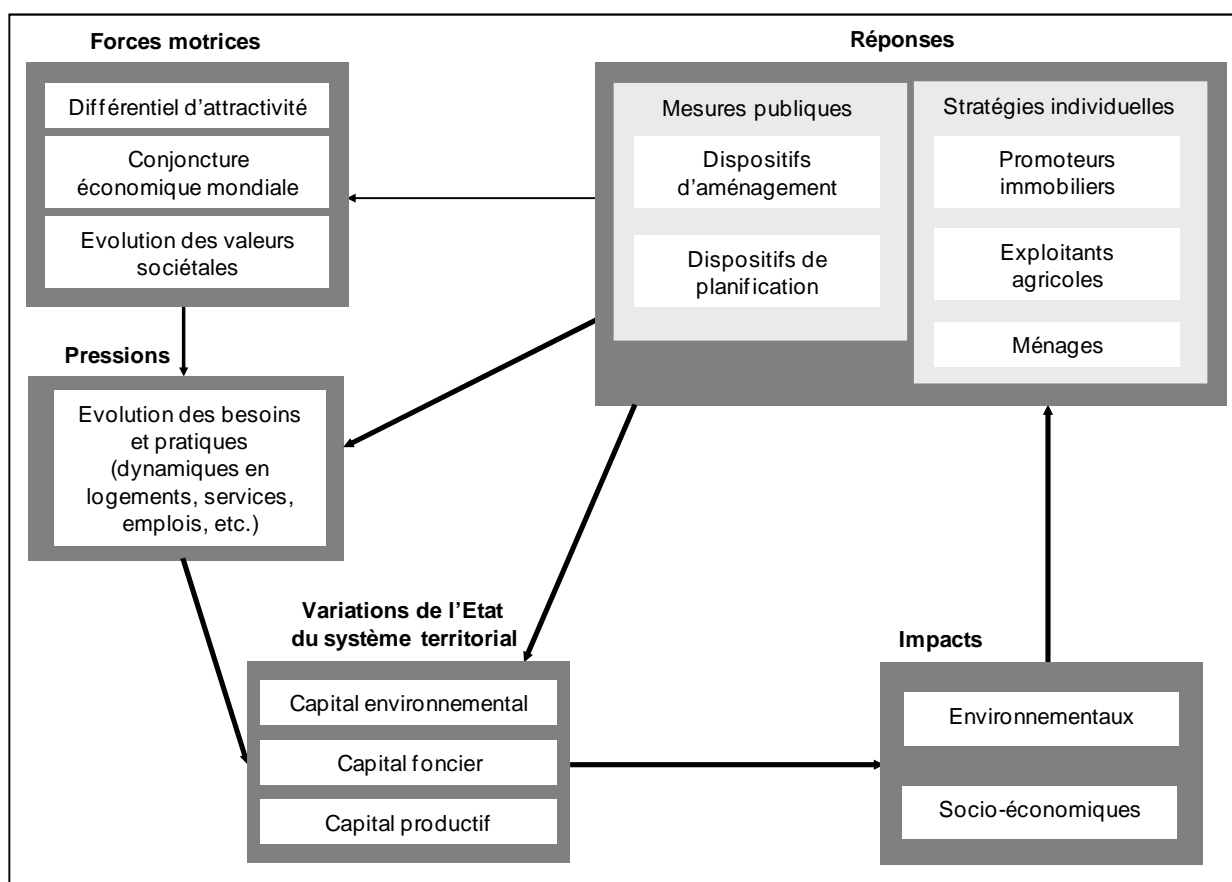


Figure 77 : Schéma relationnel de causalité, simplifié

Sur la base des interactions, mises en évidence par le modèle conceptuel, les relations entre les indicateurs ont pu être identifiées. Les figures n°78 à n°82, présentées et décrites ci-après, illustrent certaines des relations de causalité qui ont pu être mises en évidence et renseignées par les indicateurs retenus.

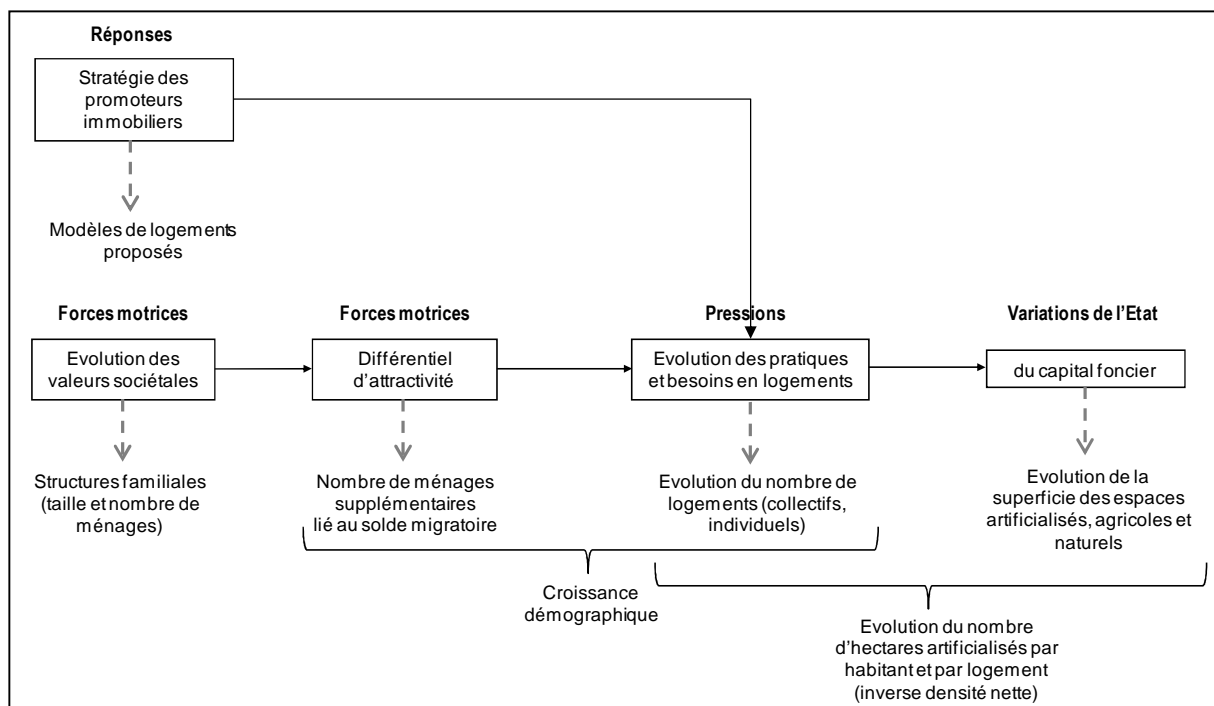


Figure 78 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Forces Motrices, Pressions et variations de l'État du capital foncier

L'un des indicateurs retenus pour exprimer l'évolution des valeurs sociétales en termes de modèles familiaux, est la *taille et le nombre de ménages* (critères intrinsèquement liés). Le différentiel d'attractivité d'un territoire (communal, départemental, etc.), peut alors être mesuré par le nombre de ménages supplémentaires lié au *solde migratoire*. L'évolution de la population se traduit par une évolution des besoins et des pratiques, en termes de type et taille des logements demandés, également conditionnée par les *modèles de logements* proposés par les promoteurs immobiliers. Ceux-ci peuvent contribuer à influencer l'arrivée de nouvelles populations, générée par l'augmentation de la capacité du parc de logements. La croissance démographique permet de mesurer les pressions ainsi engendrées. *L'évolution du nombre de logements individuels et collectifs* se traduit par une variation des ressources foncières mobilisées, donc par des *changements d'occupation du sol* (évolution des espaces artificialisés, naturels et agricoles). *L'évolution du nombre d'hectares artificialisés par habitant et par logement* (inverse de la densité nette) a été retenue comme indicateur adapté pour évaluer les interactions entre ces phénomènes. Il est en effet possible de proposer d'autres types de densités que la densité brute utilisée généralement (nombre d'habitants ou de logements par rapport à la superficie du territoire étudié). La densité nette, plus précise, correspond au rapport du nombre d'habitants, ou de logements avec la superficie effectivement construite, elle offre ainsi des éléments d'appréhension plus fins de la réalité. Ici, c'est le calcul inverse qui est proposé pour considérer la superficie supplémentaire consommée par habitat et habitant supplémentaire.

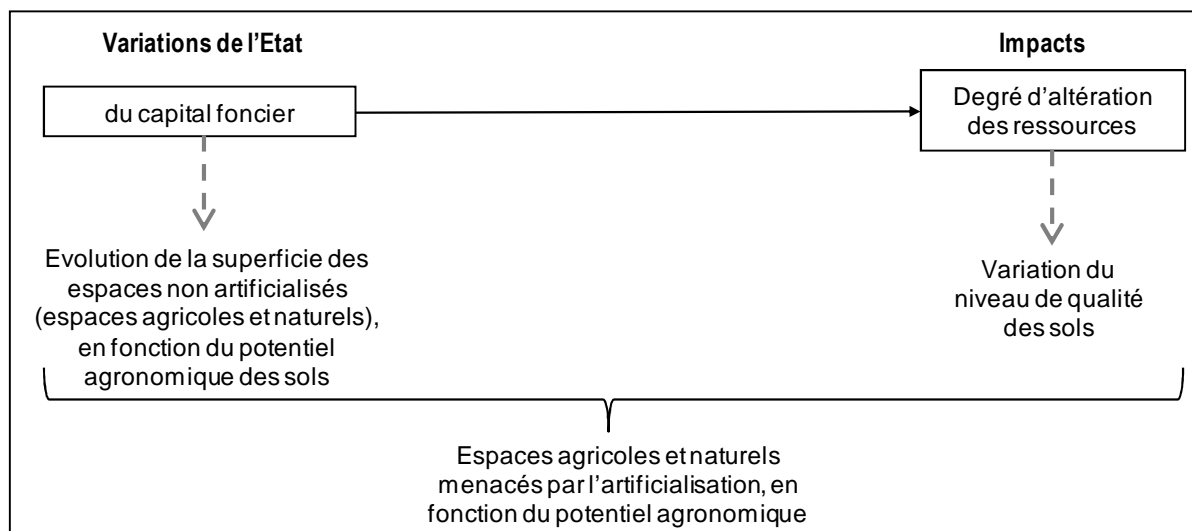


Figure 79 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre variations de l'État du capital foncier et Impacts

La variation du capital foncier disponible peut être évaluée en calculant l'évolution des superficies non artificialisées (espaces naturels et agricoles), en fonction du potentiel agronomique des sols. En termes d'impacts, il est alors possible de mesurer le degré d'altération des ressources environnementales en considérant la variation du niveau de qualité des sols. Il est alors envisageable d'extrapoler les superficies potentiellement menacées par l'extension des espaces construits, en fonction du potentiel agronomique des sols. En effet, les terres qui se trouvent à proximité directe d'espaces nouvellement artificialisés sont, a priori, davantage soumises à un risque d'artificialisation. Dans un objectif de prévention, des critères de distance, pour déterminer les terres directement menacées, ont été définis avec les acteurs institutionnels mobilisés, en fonction de l'analyse des tendances passées. Ce type d'indicateur doit cependant être affiné et complété pour pallier les risques liés à son interprétation qui pourraient conduire à surestimer les superficies ainsi mesurées. Une exploitation tournée vers la production d'une AOC ou un espace naturel classé devrait, a priori, mieux résister à la pression foncière que génère la construction d'une zone résidentielle ou commerciale à proximité, comparativement à un espace agricole faiblement rentable, qui se trouve par ce fait dans une situation nouvelle d'enclavement.

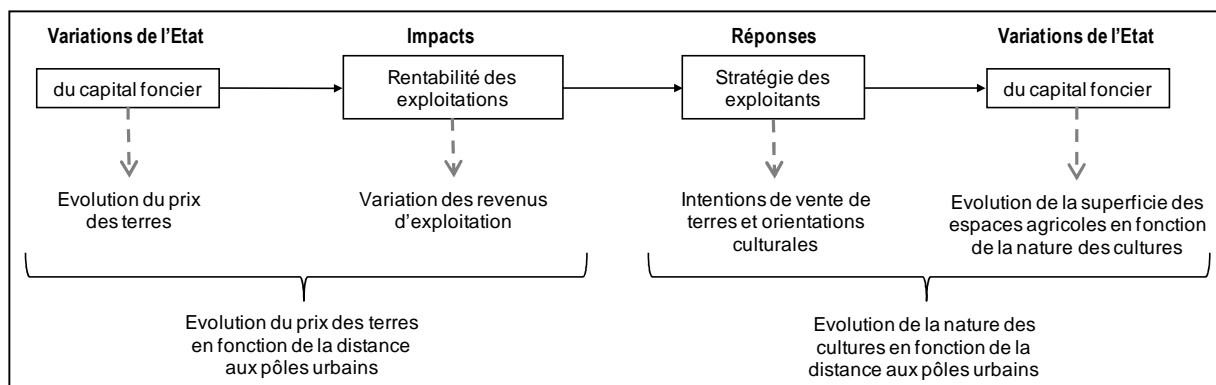


Figure 80 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre les Impacts induits par les variations de l'État du capital foncier et les Réponses apportées

L'évolution de la valeur économique des terres peut constituer un indicateur de la variation de l'état du capital foncier. Le différentiel entre le prix des terres et les revenus générés par une production agricole conditionne la rentabilité économique des exploitations, du système productif et donc le maintien de l'activité agricole. En termes d'impacts, cette rentabilité peut se mesurer par la *variation des revenus d'exploitation*. La *variation du prix des terres en fonction de la distance aux pôles urbains*, peut alors constituer un indicateur de ces interactions. Comme je l'ai évoqué ci-dessus, une exploitation viticole consacrée à la production d'un vin de haute qualité résistera mieux, a priori, à la pression exercée par l'élévation des prix du foncier qu'engendre la rente urbaine. A l'inverse, une parcelle consacrée à une culture de faible rentabilité économique, qui verra sa valeur foncière renchérie par la proximité des zones artificialisées, aura moins d'intérêt à être maintenue du point de vue d'un propriétaire foncier. Les *intentions de vente de terres et orientations culturelles*, c'est-à-dire la part des différentes cultures dans la production de l'exploitation, constituent des indicateurs des stratégies de résistance mises en œuvre par les propriétaires fonciers. La superficie des espaces agricoles évolue en fonction de la nature des cultures (cultures annuelles, superficies en friches, cultures de qualités, etc.) et en fonction de la distance aux pôles urbains. Cette évolution est révélatrice des interactions entre réponses des exploitants (reconversion, stratégies d'attente, etc.), adoptées pour pallier les effets induits par la pression urbaine, et variations de l'état du capital foncier agricole.

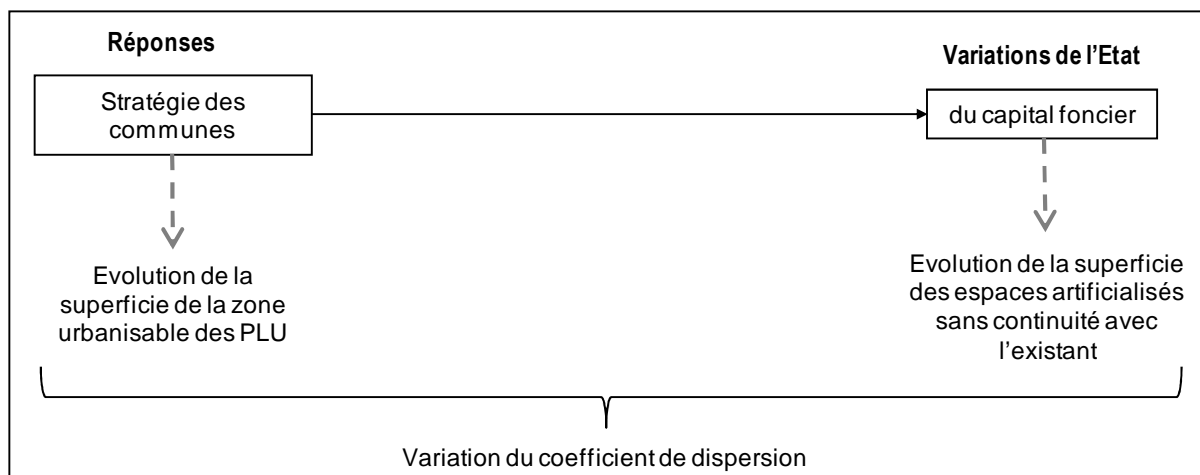


Figure 81 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Réponses apportées et variations de l'État du capital foncier

C'est au niveau communal que se gère l'ouverture de terrains à l'urbanisation. Un moyen d'évaluer les stratégies des élus, en matière de planification de leur territoire (réponses), est de suivre l'évolution de la superficie urbanisable des documents d'urbanismes (Cartes Communales, POS et PLU). Pour mesurer les effets directs des réponses apportées par les élus locaux, en termes de variations de l'état du capital foncier, il est possible de considérer l'évolution des espaces artificialisés sans continuité avec l'existant. Cette dynamique est un indicateur sur les tendances à l'étalement ou à la compacité des zones construites. La variation du coefficient de dispersion (rapport entre espaces artificialisés dispersés et espaces artificialisés denses) peut alors constituer un indicateur des interactions entre stratégie communale de planification et degré d'étalement urbain. Cela permet de considérer notamment l'importance du phénomène de mitage, en évaluant la tendance à la dispersion/compacité des espaces artificialisés sur le territoire étudié.

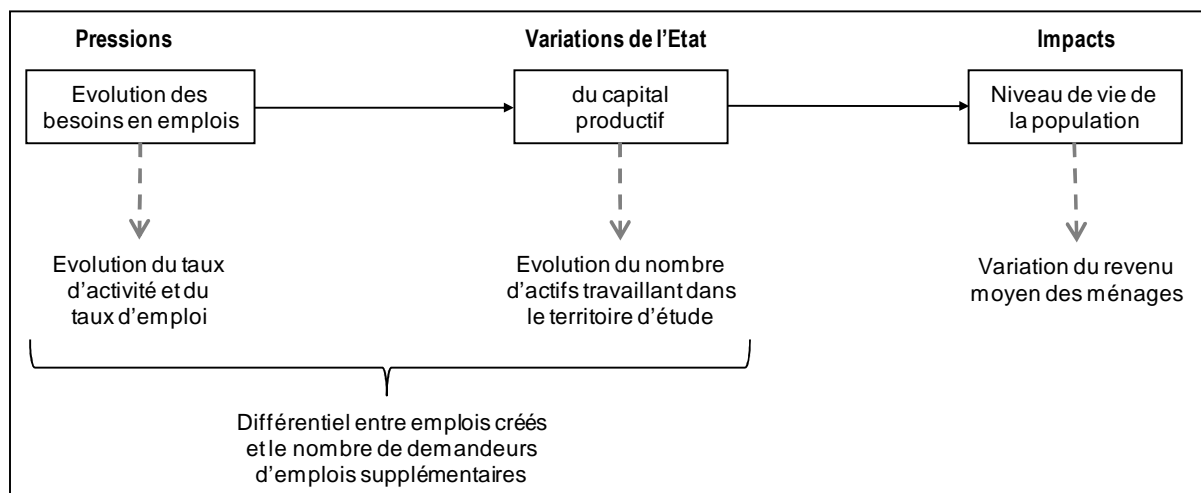


Figure 82 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Pressions, variations de l'État du capital productif et Impacts

L'évolution des besoins en emplois exprime une pression qui peut se mesurer par l'évolution de la population active sur un territoire (*évolution du taux d'activité*) et du nombre d'actifs disposant d'un emploi (*évolution du taux d'emploi*). Dès lors, l'*évolution du nombre d'actifs travaillant sur le territoire d'étude* peut constituer un indicateur utile pour mesurer l'effet des pressions engendrées sur la variation de l'état du système productif (dynamisme économique du territoire d'étude). Le *différentiel entre emplois créés et nombre de demandeurs d'emploi supplémentaires* permet d'évaluer ces interactions. L'évolution du niveau de vie de la population du territoire étudié peut alors être mesurée en termes d'impacts générés par la *variation du revenu moyen des ménages*.

Ce processus de sélection des indicateurs a ensuite été restreint par les variables disponibles et adaptées, indispensables à leur mise en œuvre. Au préalable, un inventaire et une analyse des systèmes d'information existants a donc été nécessaire. Ce travail a été conduit en concertation avec les acteurs, de façon à cibler les variables déjà utilisées au quotidien et à faciliter ainsi l'interprétation et l'usage du système d'indicateurs qui requièrent, de fait, une technicité et des connaissances particulières. Dans le but de constituer un système d'information directement exploitable, un travail de collecte et de mise en forme de l'ensemble de ces données a ensuite été nécessaire.

8.2. Des choix conditionnés par les variables disponibles

Le choix de l'information à collecter a été guidé par des impératifs d'opérationnalité et de fiabilité des indicateurs finaux. Au vu des analyses résultantes, les données source retenues pour mettre en œuvre le système d'indicateurs sont les variables produites dans le cadre du projet, complétées par des variables existantes répondant aux différents critères de mesure définis avec les acteurs.

8.2.1. Les taches artificialisées 1997 et 2009

L'application de la méthode de production de taches artificialisées, présentée dans le chapitre 7, a permis de produire deux taches artificialisées couvrant respectivement les quatre départements littoraux et le sud de la Lozère (en 1997) et la totalité du Languedoc-Roussillon (en 2009).

Dans un souci d'évaluation de la qualité de la donnée produite, trois types de taches artificialisées ont été générés (Cf. Figure n°83), dont les contenus diffèrent en fonction du niveau d'intégration du réseau routier issu d'une donnée vectorielle externe : une tache intégrant l'ensemble du réseau routier ; une tache intégrant uniquement le réseau routier principal ; une tache sans intégration d'un réseau routier externe (tache urbaine classique).

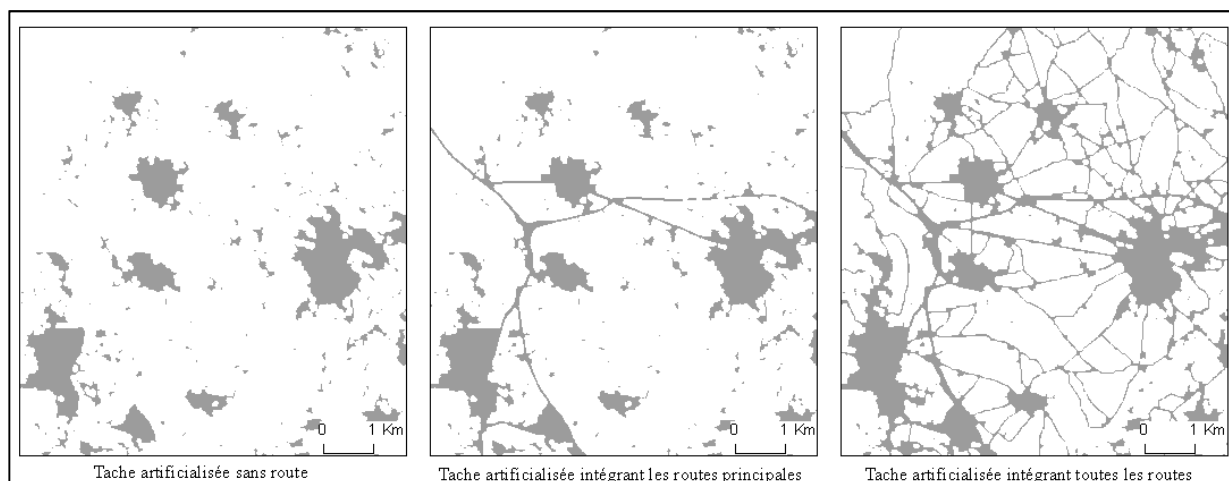


Figure 83 : Trois types de tache artificialisée produites en fonction du niveau d'intégration du réseau routier

La progression des superficies artificialisées, de 1997 à 2009, est à peu près équivalente si l'on considère les trois types de taches (Cf. Tableau n°25), ce qui indique qu'il n'y a pas de modification significative des grandes infrastructures entre ces deux dates.

	Superficie (ha)			Part (%) / superficie de la zone d'étude		Taux d'évolution (%) 97-09
	1997	2009	Chgts 97-09	1997	2009	
Espaces artificialisés toutes routes	242 396	261 707	19 311	10,7	11,6	8,0
Espaces artificialisés grandes routes	127 017	146 816	19 800	5,6	6,5	15,6
Espaces artificialisés sans routes	113 469	133 280	19 811	5,0	5,9	17,5

Superficie de la zone d'étude (département littoraux) : 2 264 454 ha

Tableau 25 : Comparaison des superficies artificialisées de 1997 à 2009 en fonction du type de tache artificialisée considéré

Les changements en faveur des espaces artificialisés représentent près de 20 000 hectares, soit 0,8 % de la superficie des quatre départements littoraux¹⁵². En revanche, en valeur relative, le taux d'évolution des superficies artificialisées est beaucoup moins important en utilisant les taches artificialisées intégrant toutes les routes. Ceci s'explique par la prise en compte d'une importante surface d'infrastructures routières qui ne subissent que très peu de changements. De plus, on constate que les superficies de changements mesurées à partir des taches artificialisées intégrant toutes les routes, sont inférieures d'environ 500 ha de celles mesurées avec les deux autres types de taches. C'est l'intégration de la donnée route qui introduit un biais. Du fait d'un réseau routier plus dense, davantage d'interstices entre les zones artificialisées sont recouverts par la tache 1997, ce qui réduit ainsi les superficies nouvellement artificialisées entre 1997 et 2009. De plus, le fait de ne pas introduire le réseau routier externe dans les traitements, lors de la création de la tache artificialisée sans route, conduit à détecter davantage de superficies de changements (Cf. Figure n°84).

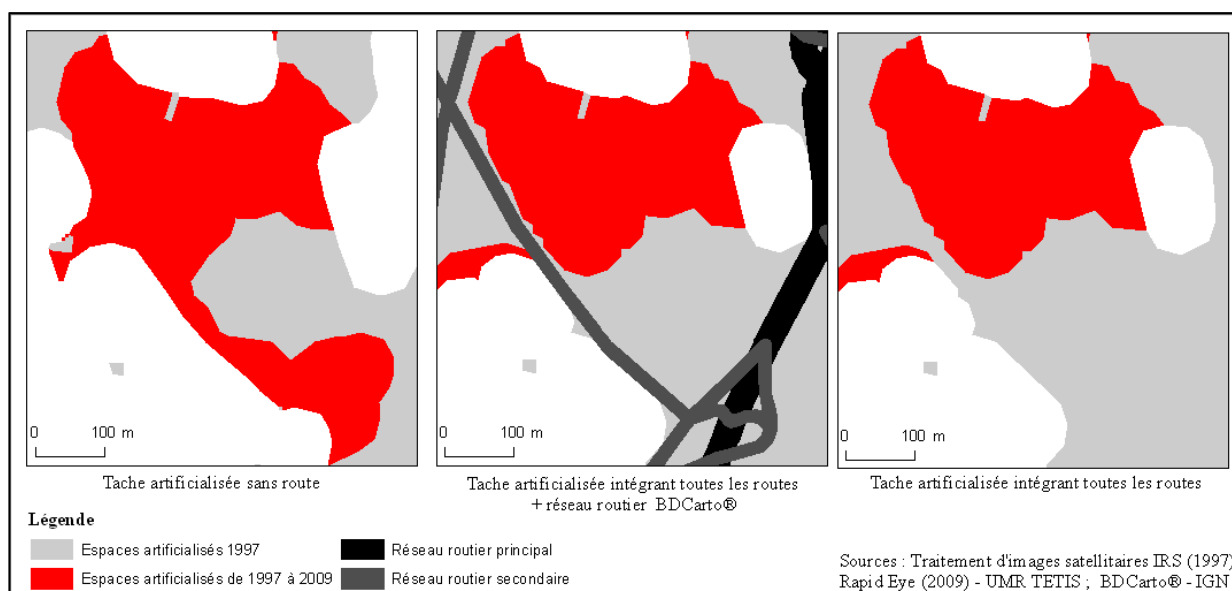
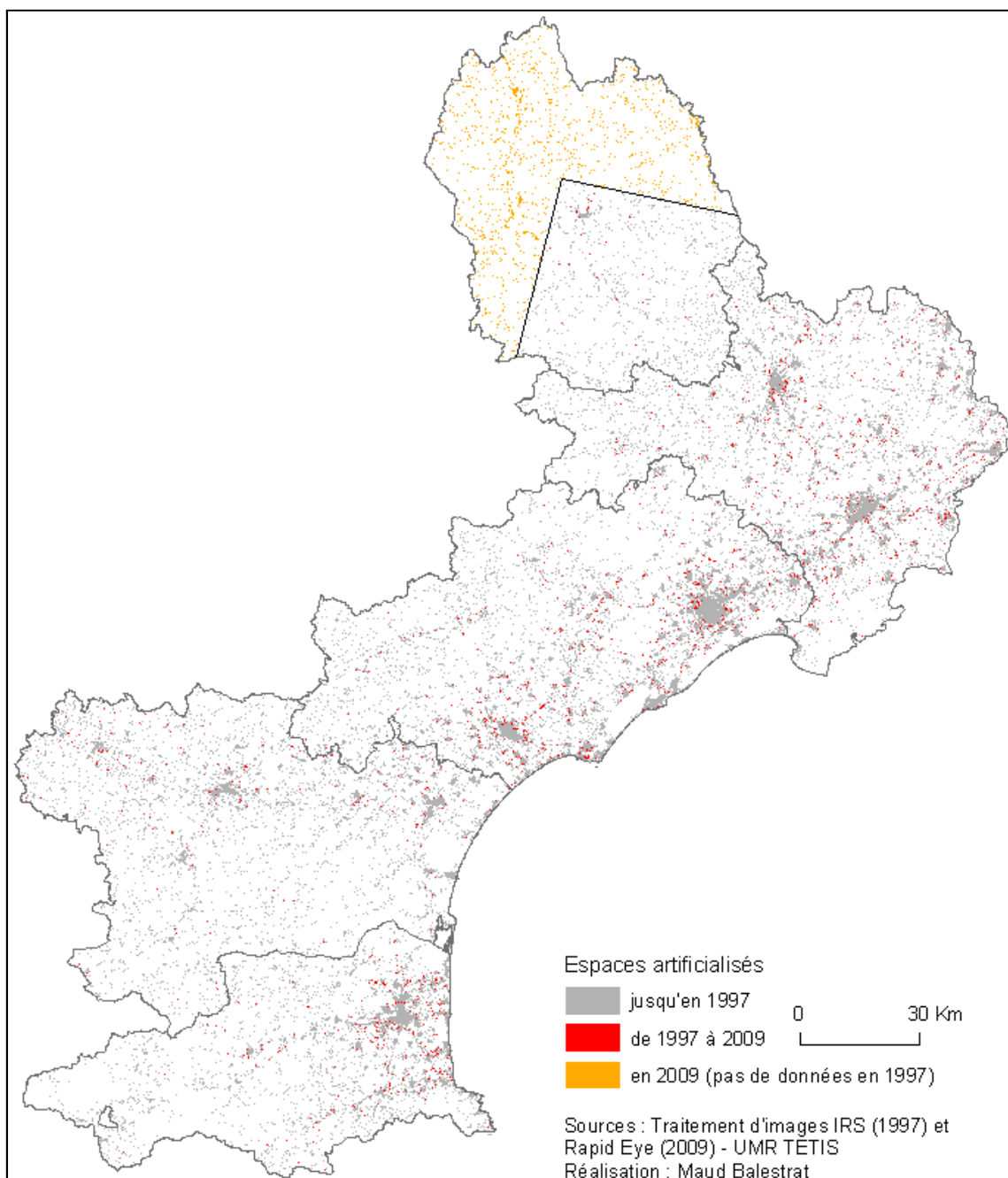


Figure 84 : Importance des changements générés en fonction du type de tache artificialisée considérée

¹⁵² Pour le calcul des indicateurs nous avons considéré uniquement les quatre départements littoraux afin de fournir des éléments chiffrés de comparaison entre départements.

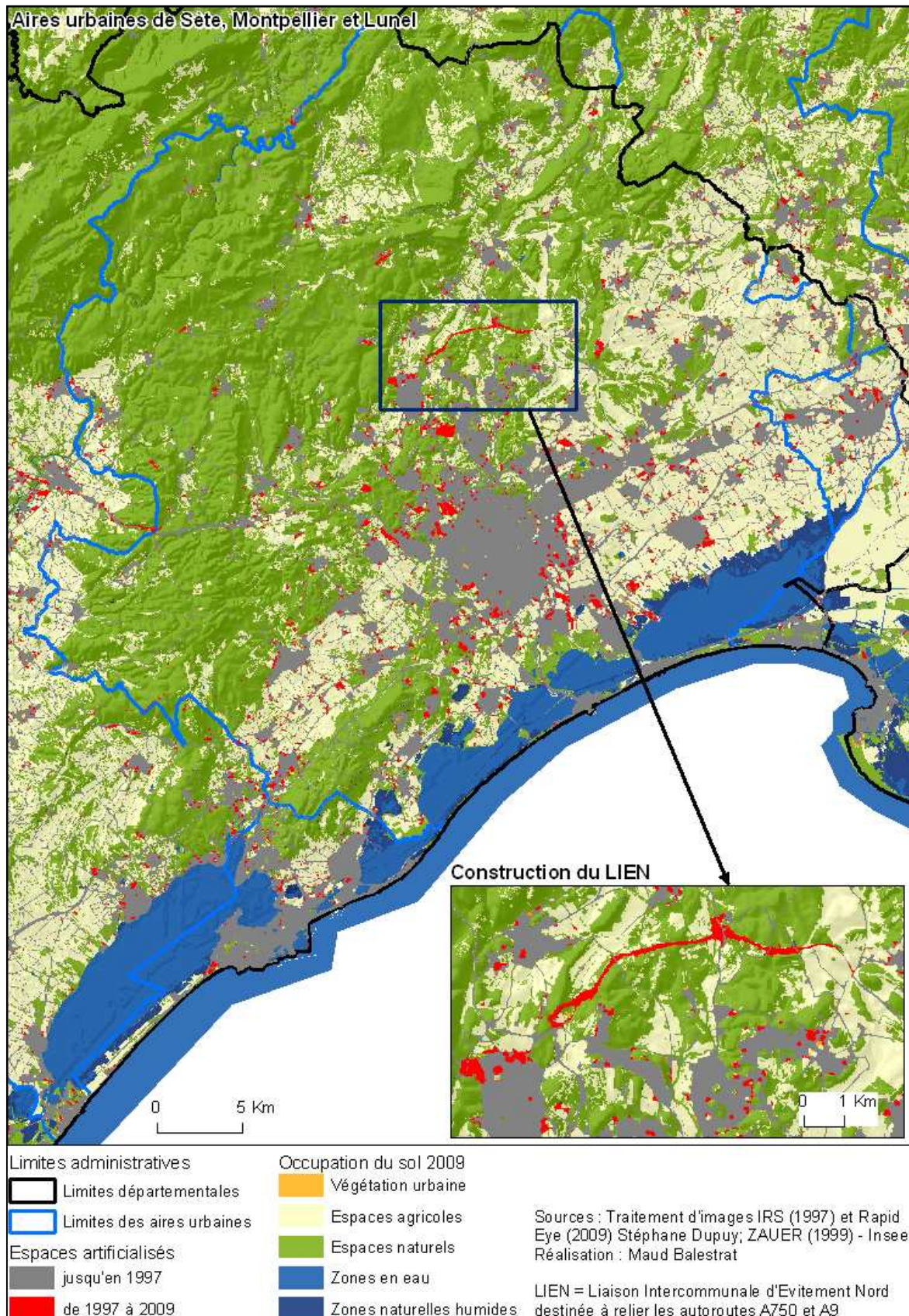
La carte n°21 illustre les taches artificialisées, intégrant toutes les routes, en 1997 et 2009 à l'échelle du Languedoc-Roussillon.



Carte 21 : Taches artificialisées intégrant toutes les routes 1997 et 2009

La carte n°22 propose une illustration de ces mêmes taches artificialisées, à l'échelle des aires urbaines de Sète, Montpellier et Lunel, qui rend mieux compte du niveau de détail des données produites. En conservant le même seuil de zoom, l'expansion spatiale des espaces artificialisés des principales aires urbaines de la région peuvent ainsi être comparées (Cf. Annexe n°7). La superposition des taches artificialisées 1997 et 2009 avec la classification d'occupation du sol produite en 2009 permet de considérer l'expansion des zones construites aux dépens des ressources foncières disponibles. Les espaces agricoles en particulier, qui se sont principalement développés sur la plaine à proximité des villes,

apparaissent logiquement comme les zones privilégiées d'accroissement des superficies artificialisées.



Carte 22 : Évolution des espaces artificialisés, de 1997 à 2009 à l'échelle des aires urbaines

8.2.2. La carte de potentiel agronomique des sols

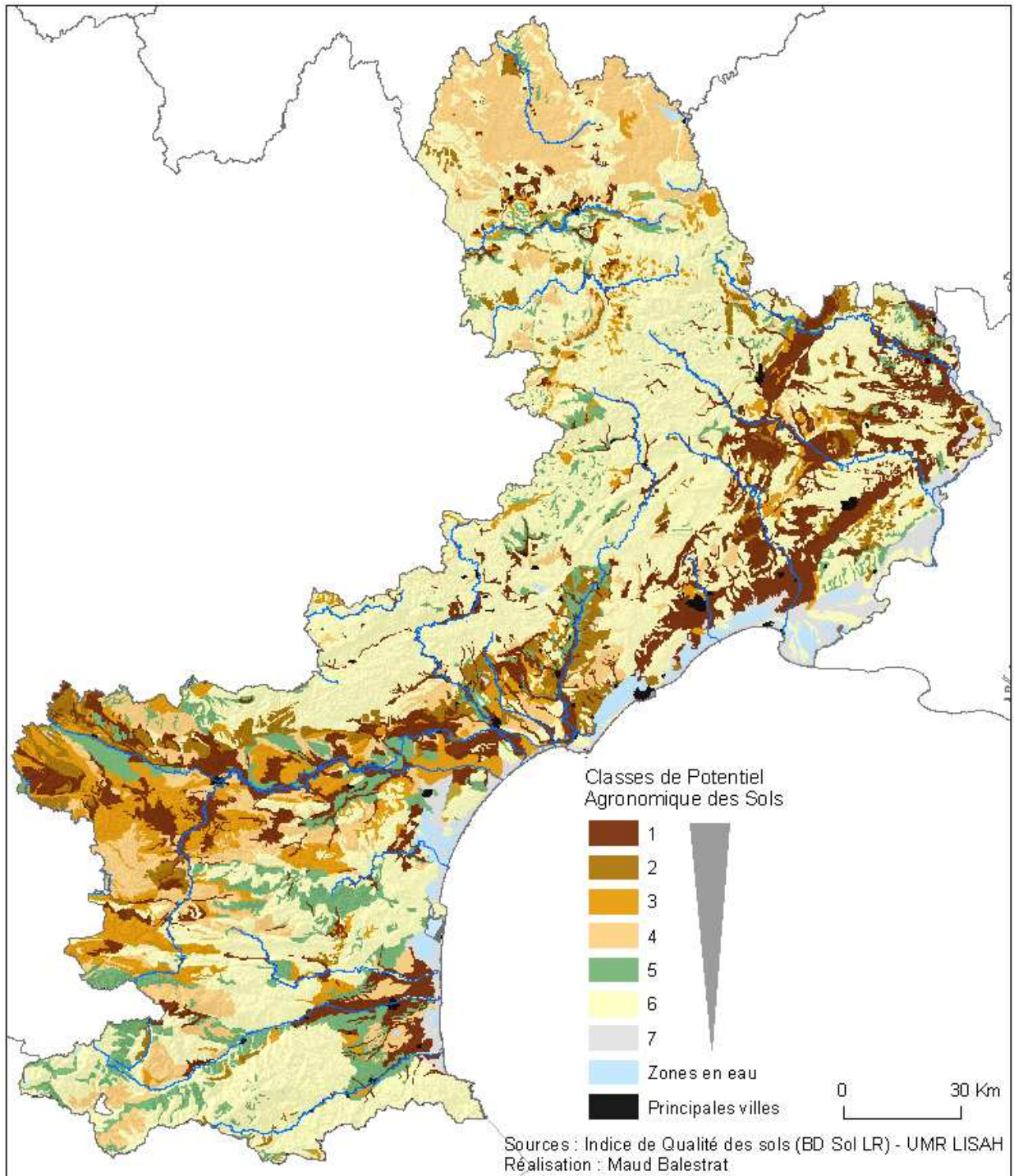
La définition de seuils pour déterminer une nomenclature¹⁵³ de classification des sols a fait l'objet de nombreuses interactions avec les acteurs dans le cadre d'ateliers de travail. La réserve utile des sols a été retenue comme critère déterminant du fait de l'irrégularité de l'approvisionnement en eau dont dépend fortement l'agriculture en Languedoc-Roussillon. C'est donc une classification fondée essentiellement sur la capacité des sols à stocker l'eau pour les plantes (Trégouët, 2011) qui a été développée.

Les Unités Cartographiques de Sol, sur lesquelles se base la spatialisation de l'IQS, sont valides au 1/250 000ème. Cette échelle d'analyse ne permet pas de croiser directement l'information avec les taches artificialisées (exploitables au 1/15 000ème) pour localiser et délimiter précisément une zone potentiellement constructible ou une zone à protéger de l'urbanisation. Pour limiter les risques de mauvaises interprétations et déterminer des classes de sol, le groupe d'acteurs et chercheurs a choisi de retenir une nomenclature pour la représentation de l'IQS à l'échelon régional établie sur un gradient numérique et non sur des modalités qualitatives (ex : bon, médiocre, mauvais, etc.). Celle-ci se décline de 1 (sols de haute valeur agronomique pour les grandes cultures) à 7 (sols de faible valeur agronomique pour les grandes cultures).

Au vu des enjeux liés à l'interprétation de cette donnée et suite aux retours des acteurs après sa diffusion, nous verrons dans le chapitre 9 que ce choix s'est finalement avéré discutable, mais malgré tout utile, pour communiquer des indicateurs basés sur son exploitation. Cette nomenclature permettait également de généraliser l'information à un niveau spatial « grossier » tout en conservant le détail sur la proportion d'IQS non spatialisée dans la table attributaire correspondante. Compte tenu des risques d'interprétation de cette donnée, fondée sur des critères qualitatifs forcément subjectifs, il est apparu essentiel d'accompagner les acteurs amenés à l'utiliser et de l'appuyer d'une documentation avec d'importantes préconisations d'usage.

La carte n°23 propose une interprétation cartographique possible de l'IQS, selon cette nomenclature, à l'échelon régional.

¹⁵³ Trois nomenclatures ont été définies : deux (dont celle présentée dans ce chapitre) s'appuient essentiellement sur le critère de réserve utile des sols, la troisième offre un niveau de détail plus important en 14 classes permettant de connaître le niveau de réserve utile et le nombre de critères secondaires pris en compte pour le classement des UCS.



Carte 23 : Exemple de classification en classes de potentiel agronomique des sols selon un gradient de réserve utile dans les unités cartographiques des sols (par ordre décroissant)

Réserve utile en eau	Supérieure à 125 (mm)	Entre 75 et 125 (mm)	Inférieure à 75 (mm)	Sols salins
Classe de Potentiel Agronomique des Sols (CPAS)	%surface IQS1 / UCS	%surface IQS 2 / UCS	%surface IQS 3 / UCS	%surface IQS 4 / UCS
0	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé
1	70-100	0-30	0-30	0-5
2	50-70	0-50	0-50	0-50
3	30-50	0-70	0-70	0-60
4	10-30	0-90	0-90	0-90
5	0-10	50-100	0-50	0
6	0-10	0-50	50-100	0-20
7	0	0	0-35	65-100

Tableau 26 : Composition des classes de potentiel agronomique

Pour accompagner cette carte il est indispensable de fournir quelques éléments de lecture et d'aide à l'interprétation de cette nomenclature. Les UCS permettent de spatialiser l'IQS par agrégation. La hiérarchisation en 7 classes de potentiel agronomique des sols se base sur un regroupement des UCS en fonction de leur proportion d'IQS 1 :

- les classes 1 et 2 regroupent les UCS qui ont une proportion de sols d'IQS 1 supérieure à 50 % ;
- les classes 3 et 4 regroupent les UCS qui ont une proportion de sols d'IQS 1 supérieure à 10 % mais inférieure à 50 % ;
- les classes 5 et 6 regroupent les UCS qui ont une proportion de sols d'IQS 1 très faible voir nulle (<10 %) ;
- la classe 7 regroupe les UCS dont les sols sont principalement salins.

La figure n°85 illustre la part de chacune des classes de potentiel agronomique des sols rapportée à la superficie de la région.

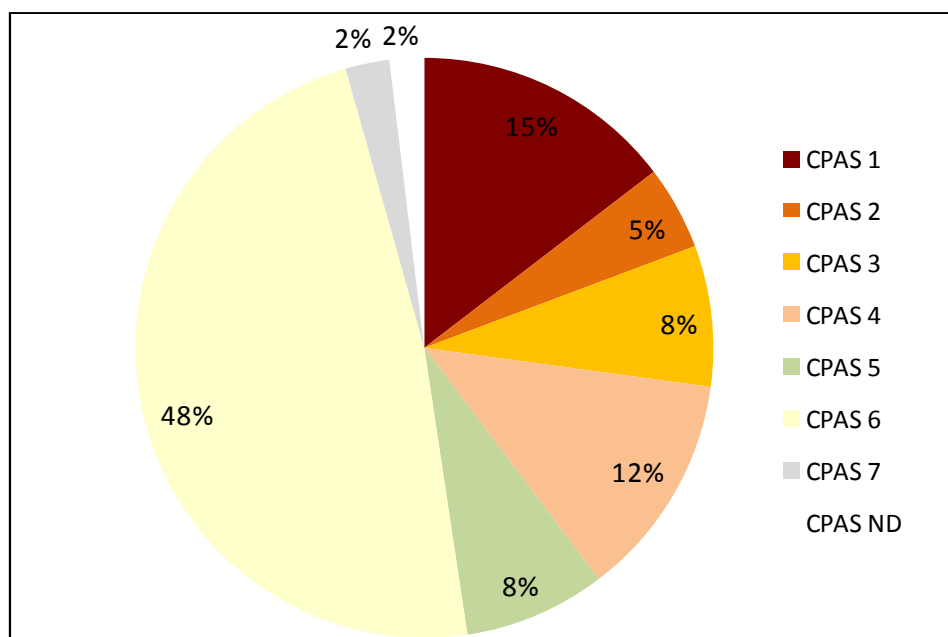


Figure 85 : Part initiale des classes de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie régionale

Avant toute artificialisation, la répartition des classes fait apparaître une forte proportion de sols de faible potentialité agronomique. 48 % des sols appartiennent à la classe 6, soit environ la moitié de la superficie régionale. Les sols de haute potentialité agronomique représentent respectivement 15 % et 5 % pour les classes 1 et 2, soit environ 1/5ème de la superficie régionale.

Le tableau n°27 et la figure n°86 proposent de restituer la distribution initiale de la superficie des classes de potentiel agronomique des sols par département.

Départements	CPAS 1	CPAS 2	CPAS 3	CPAS 4	CPAS 5	CPAS 6	CPAS 7	CPAS ND
Aude	104966	36479	140928	109302	84014	135383	12017	9685
Gard	133378	32778	18613	9466	26972	318977	36290	9661
Hérault	112888	41788	24371	35415	24292	349500	11708	22822
Lozère	16680	13546	22923	152923	19354	289557	0	1679
Pyrénées-Orientales	37738	5244	11340	40440	65617	238059	8581	6474
Languedoc-Roussillon	405651	129835	218175	347546	220248	1331476	68596	50322

Tableau 27 : Distribution initiale (en ha) des classes de potentiel agronomique des sols par département

Le Gard, l’Hérault et l’Aude sont les mieux pourvus en sols de forte potentialité agronomique, environ 20 % de la superficie départementale. La Lozère et les Pyrénées-Orientales possèdent peu de sols de haute potentialité agronomique, respectivement 3 % et 9 % de la superficie départementale. Les sols de faible potentialité agronomique occupent plus de 50 % de la superficie des départements du Gard, de l’Hérault, de la Lozère et des Pyrénées-Orientales. Ce dernier est particulièrement mal pourvu en sols de haute potentialité agronomique, puisque les classes 5 et 6 représentent 74 % de la superficie départementale.

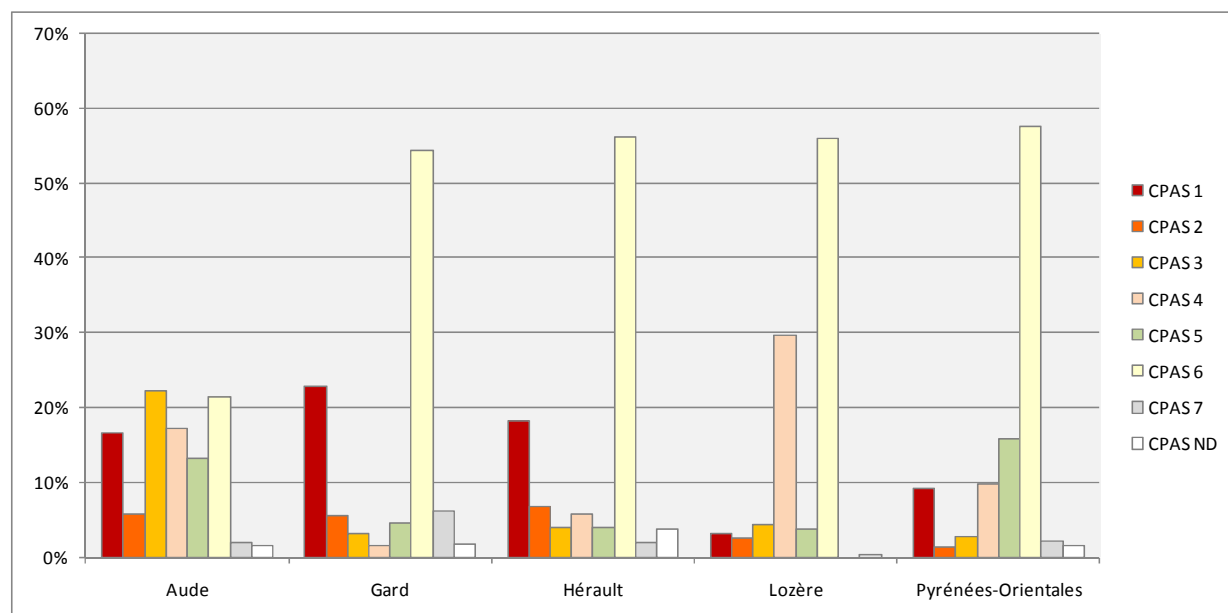


Figure 86 : Distribution initiale des classes de potentiel agronomique des sols par département (en %)

8.2.3. Les variables complémentaires utilisées

Outre les données produites dans le cadre de l’étude, d’autres variables statistiques et spatiales ont été exploitées. Le choix des données, parmi celles à disposition, a nécessité un travail préalable d’inventaire et de comparaison de leur capacité à répondre :

- aux critères de mesure des indicateurs retenus (homogénéité et exhaustivité spatio-temporelle, utilité de l'information, résolution spatiale) ;
- à des exigences de fiabilité scientifique (robustesse de la méthode de production de la donnée) ;
- à des critères de disponibilité (confidentialité et coût de mise à disposition) ;
- à des impératifs d'opérationnalité (information déjà connue des acteurs).

Les choix se sont portés sur un ensemble de données publiques mises à disposition sur le site de l'INSEE, issues de la statistique publique (Recensements de Populations 1999 et 2007, statistiques sur l'emploi, le logement et la démographie). Les découpages administratifs utilisés pour la production d'indicateurs spatialisés sont issus de la BD GEOFLA® et de la BD CARTO®¹⁵⁴. Ont été utilisées également, les données du Recensement Général de l'Agriculture de 2000 qui livre un ensemble de connaissances sur le secteur agricole (caractéristiques des exploitations, répartition des surfaces exploitées, nombre de personnes qui vivent de l'agriculture, etc.) et en prévision de la mise à disposition prochaine du RGA 2010.

Les zonages des documents d'urbanisme numérisés du département de l'Hérault (Cartes communales, Plans d'Occupation du Sol et Plans Locaux d'Urbanisme), bien que ne répondant pas à l'ensemble des exigences décrites précédemment, ont cependant été retenus pour tester le calcul de certains indicateurs. Cette donnée a été particulièrement difficile à exploiter, une grande partie des plans sont en cours de numérisation (couverture incomplète) et les dates fournies (de 1987 à 2009), correspondant aux dates de digitalisation de ces documents, sont très hétérogènes d'une commune à l'autre.

Enfin, certaines données potentiellement pertinentes à exploiter ont finalement dû être écartées. Les Déclarations d'Intention d'Aliéner permettent, par exemple, de fournir une information sur l'évolution potentielle du marché foncier (prix des terres, nature des acquéreurs, nature et destination des superficies mises à la vente, etc.). L'exploitation de données fournies par le casier viticole informatisé permettrait le calcul d'indicateurs sur le parcellaire viticole, en particulier sur les superficies arrachées. Ces données manquent cependant d'exhaustivité et semblent difficiles à acquérir pour des questions de confidentialité. La base de données PERVAL qui regroupe, depuis 1998, tous les actes de vente notariés à l'échelle nationale offre un ensemble d'informations sur le prix des transactions foncières (superficie des terrains à bâtir, des terrains agricoles, prix moyen des terrains à bâtir, etc.), en revanche son acquisition est particulièrement onéreuse. Les données fournies par la société BRL¹⁵⁵ qui gère une partie des réseaux d'irrigation à l'échelle du Languedoc-Roussillon semblent pertinentes à exploiter pour compléter l'Indice de Qualité des Sols, mais manquent également d'exhaustivité.

En tenant compte de ces contraintes, la confrontation des indicateurs retenus par les acteurs avec le modèle conceptuel a ensuite permis de se positionner sur le choix définitif des indicateurs à intégrer dans le système d'indicateurs final.

¹⁵⁴ En fonction de la résolution spatiale de la donnée utilisée pour le calcul d'un indicateur, les deux bases de données ont été utilisées, le découpage livré par la BD CARTO® étant plus précis.

¹⁵⁵ La société BRL, créée en 1955 sous le nom de « Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc », gère et exploite, en Languedoc-Roussillon, une grande partie des ouvrages de production et de distribution d'eau (eau potable, agricole, industrielle, etc.).

8.3. Le système d'indicateurs produit

Le système d'indicateurs produit est composé de **plus d'une centaine d'indicateurs spatialisés et spatiaux** pouvant être déclinés à différentes mailles d'analyse (départementale, intercommunale, etc.) et sur différents territoires d'étude (région, départements, groupes de communes, etc.). Le tableau n°28 présente un extrait des indicateurs produits classés par grands objectifs (ex : localiser et quantifier le potentiel agronomique des sols initial, les espaces artificialisés). L'annexe n°8 restitue l'ensemble du système d'indicateurs sous cette forme.

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Potentiel agronomique des sols initial					
Localiser et quantifier le potentiel agronomique des sols initial (avant toute artificialisation)	Superficie (ha) initiale des Classes de Potentiel Agronomique des Sols (CPAS)	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Potentiel Agronomique des Sols	Etat du capital foncier
	Part (%) initiale des CPAS par rapport à la superficie totale de la zone d'étude				
Artificialisation des sols					
Localiser et quantifier les espaces artificialisés	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 1997	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux	Taches artificialisées (sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital foncier
	Part (%) des espaces artificialisés en 1997 par rapport à la superficie de la zone d'étude		Région entière		
	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 2009				
Evaluer le degré d'artificialisation des sols entre deux dates	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés entre 1997 et 2009	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux		Variations du capital foncier
	Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés entre 1997 et 2009				
Potentiel agronomique des sols perdu					
Localiser et quantifier les sols artificialisés en fonction de leur potentiel agronomique	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 1997	Départementale, Cantonale	Départements littoraux	Potentiel agronomique des sols + Taches artificialisées (sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital foncier
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la CPAS initiale				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 1997				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la zone d'étude		Région entière		
	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 2009				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la superficie de la CPAS initiale				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 2009				
Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la superficie de la zone d'étude					
Evaluer la perte de ressources foncières, entre deux dates, en fonction de leur potentiel agronomique	Variation de la superficie (ha) de sols non artificialisés (espaces agricoles et naturels) par CPAS	Départements littoraux			Variations du capital foncier
	Evolution de la superficie (%) de sols non artificialisés (espaces agricoles et naturels) par CPAS				
	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009				
	Evolution (%) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009				
Potentiel agronomique des sols non artificialisés menacés par l'artificialisation					
Localiser et quantifier les sols menacés par l'artificialisation en fonction du potentiel agronomique	Superficie (ha) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation en 2009	Intervalle de distance (entre 0 et 200 m)	Département de l'Hérault	Potentiel Agronomique des Sols (8 classes) + Zone tampon de 200 m autour des taches artificialisées toutes routes	Etat du capital foncier
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres directement menacées par l'artificialisation en 2009				
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie des terres non artificialisées de même CPAS en 2009				
	Superficie (ha) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation	Intervalle de distance (entre 200 et 500 m)			
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres directement menacées par l'artificialisation en 2009				
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie des terres non artificialisées de même CPAS en 2009				

Tableau 28 : Extrait des indicateurs composant le système d'indicateurs final

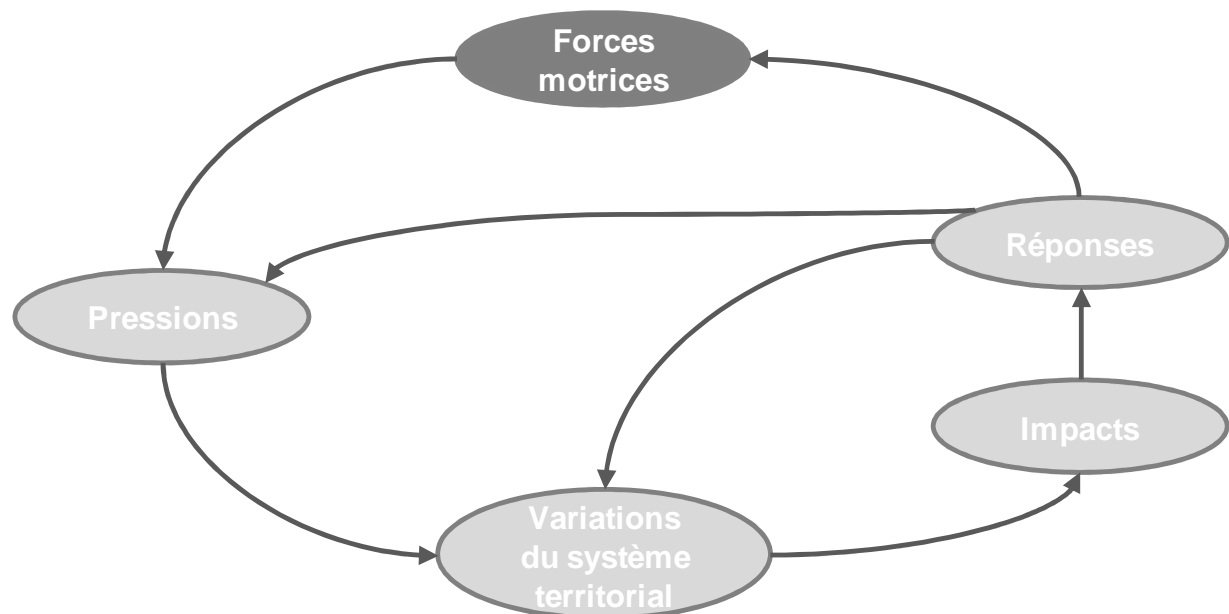
8.3.1. Restitution et interprétation de quelques indicateurs représentatifs du système d'indicateurs

Pour assurer leur opérationnalité, les 141 indicateurs produits sont accompagnés de fiches informatives détaillées (Cf. Annexe n°9). Celles-ci fournissent, pour chaque indicateur, un ensemble d'informations techniques (mode de calcul, données mobilisées, maille d'analyse, etc.), des éléments d'aide à son interprétation (limites d'utilisation, comparabilité spatio-temporelle, etc.) et donnent sa position au sein du système (ex : l'indicateur A exprime une réponse, l'indicateur B exprime le lien entre une force motrice et une pression). Une table de liaison permet de connaître les relations entre indicateurs (ex : l'indicateur A influence les indicateurs B et E et est influencé par l'indicateur C) (Cf. Annexe n°10).

J'ai choisi de restituer, ci-après, quelques indicateurs représentatifs, composant le système d'indicateurs produit, selon différents modes de représentation des résultats (cartes, chiffres, graphiques, etc.), calculés à différents échelons d'analyse et sur différents territoires d'étude. Ils sont accompagnés de quelques éléments d'interprétation et d'une indication sur leur positionnement dans le système d'indicateurs.

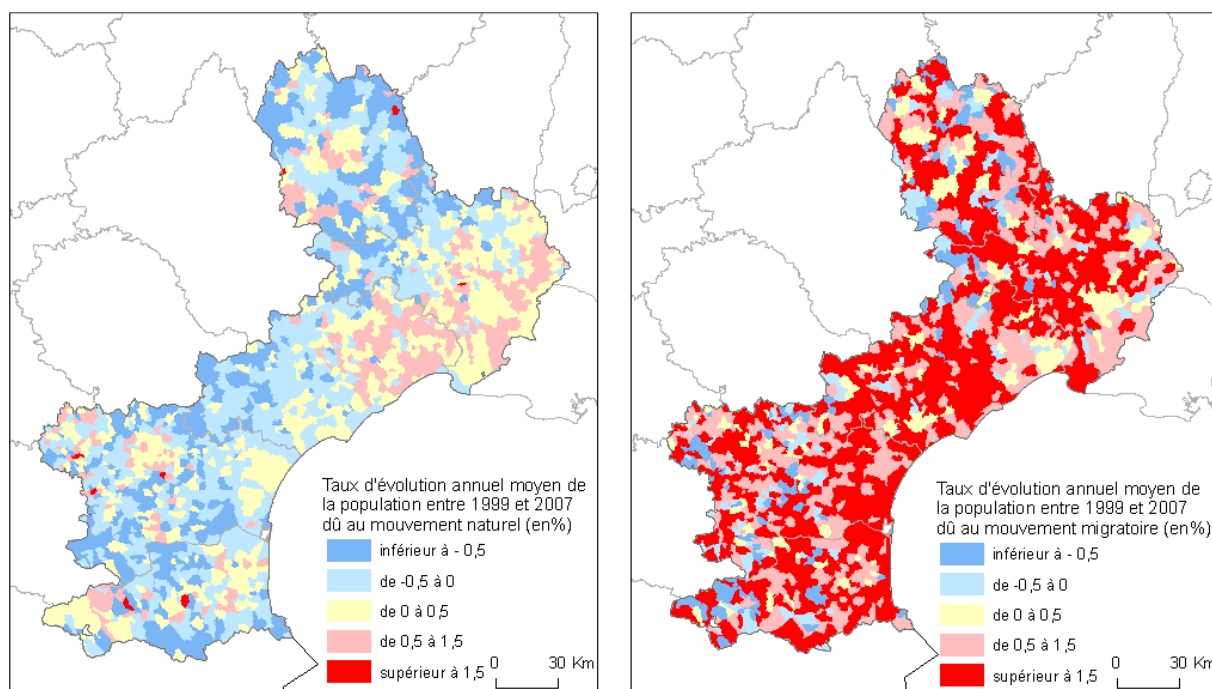
Evolution annuelle moyenne de la population liée aux soldes naturel et migratoire

Description et position au sein du système d'indicateurs : Ces indicateurs offrent une lecture des dynamiques de distribution des populations sur le territoire languedocien, exprimant ainsi le différentiel d'attractivité des communes (**forces motrices**). Rapportés au taux de croissance démographique régional, les soldes naturels et migratoires, permettent notamment de rendre compte de l'importance du phénomène migratoire.



Analyse et représentation : De 1999 à 2006, le rythme d'augmentation de la population, à l'échelle régionale, était de 1,4 % par an, en moyenne. 1,3 % de cet accroissement était dû aux migrations, seulement 0,1 % au solde naturel. L'analyse communale montre des dynamiques internes variables. Pour les communes de la moitié sud-est (métropoles montpelliéraine et nîmoise) le solde naturel a participé, dans une moindre mesure, à une augmentation de la population. En revanche, pour les communes de l'ouest et du nord de la région, le solde

naturel a eu plutôt tendance à minimiser le phénomène de croissance démographique. Ceci peut s'expliquer en partie par l'importance des populations retraitées en zone rurale et une plus forte proportion de jeunes couples dans les principales aires urbaines.



Source : Insee, RP 1999 et 2007 ; Réalisation : Maud Balestrat

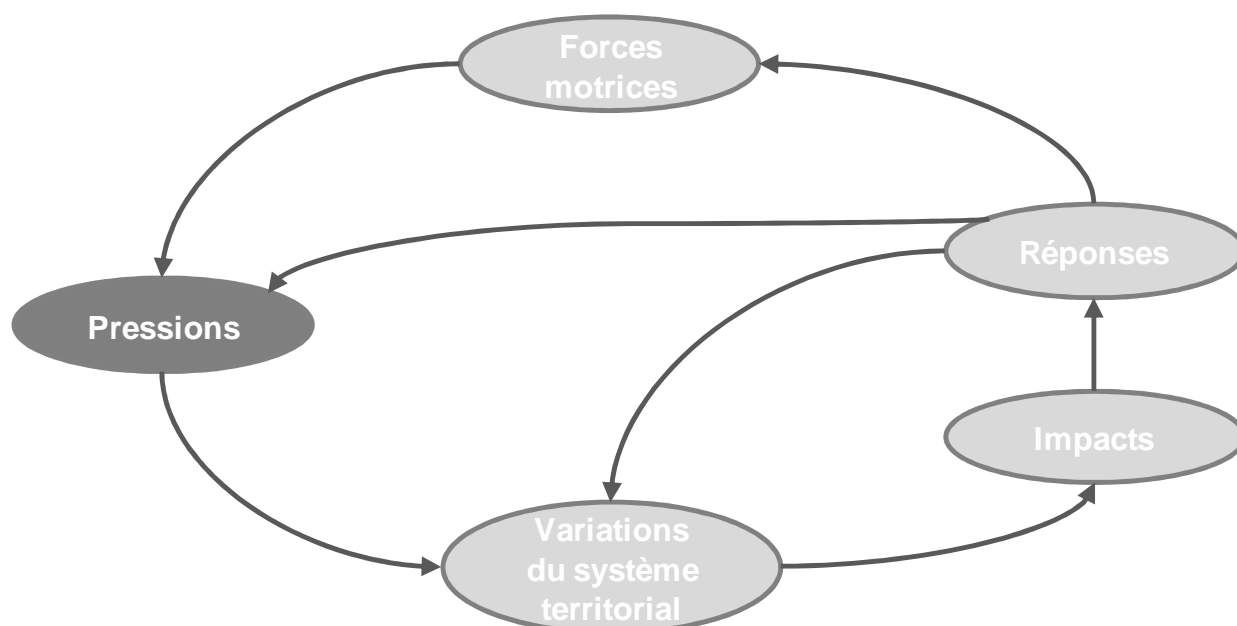
Carte 24 : Le rôle des naissances et migrations dans l'évolution de la population

Pour une majorité de communes, le taux d'évolution annuel moyen dû au solde migratoire est de plus de 1,5 %. Cette progression est cependant plus faible pour les communes des pôles urbains (entre 0,5 et 1,5 %), voire négative pour les communes les plus reculées de la Lozère, de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. Cette dynamique confirme ici l'attractivité des zones périphériques plus ou moins éloignées. Elle révèle l'importance des mouvements périurbains actuels qui se traduisent par une diffusion du peuplement de plus en plus loin des centres urbains.

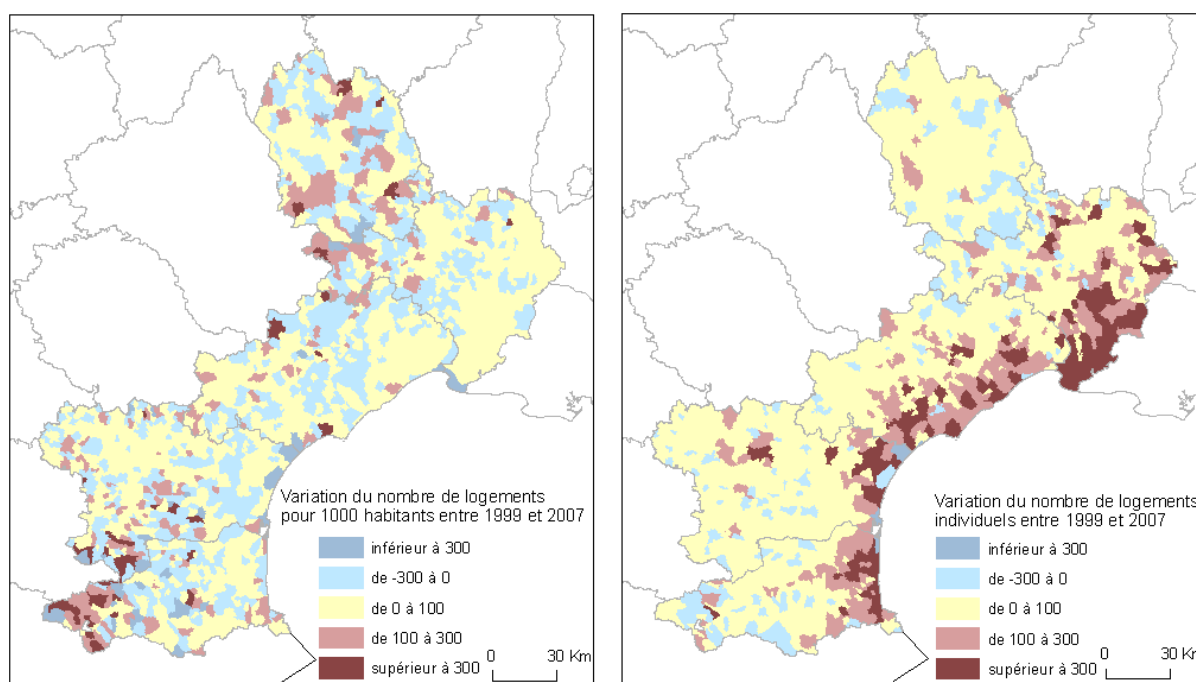
Variation du nombre et de la densité de logements

Description et position au sein du système d'indicateurs : Ces indicateurs offrent une lecture des dynamiques de logements (**pressions**). Le premier traduit les tendances des logements à accueillir plus ou moins d'habitants ou densification des logements (évolution du nombre de logements pour 1000 habitants), le second traduit l'évolution du nombre de logements individuels. Il faut tenir compte, ici, des critères retenus par l'INSEE¹⁵⁶.

¹⁵⁶ L'INSEE distingue une construction selon son caractère individuel (maison) ou collectif. La maison correspond à un bâtiment ne comportant qu'un seul logement. On distingue deux types de maisons : individuel pur (maison individuelle résultant d'une opération de construction ne comportant qu'un seul logement) ; individuel groupé (maison individuelle résultant d'une opération de construction comportant plusieurs logements individuels ou un seul logement individuel avec des locaux). Le terme « collectif » est défini par l'exclusion des deux premiers concepts. Il s'agit de logements faisant partie d'un bâtiment de deux logements ou plus.



Analyse et représentation : De 1999 à 2007, le nombre de logements pour 1000 habitants tend à décroître dans les communes périurbaines éloignées et dans quelques stations littorales. En revanche, il tend à progresser dans les principales aires urbaines et plus encore dans certaines communes de l'arrière-pays. Pour ces dernières, ce phénomène d'accroissement du nombre de logements (par rapport au nombre d'habitants) peut s'expliquer par la désertion de certaines communes rurales et de montagne (Roux et Vanier, 2008).



Source : Insee, RP 1999 et 2007 ; Réalisation : Maud Balestrat

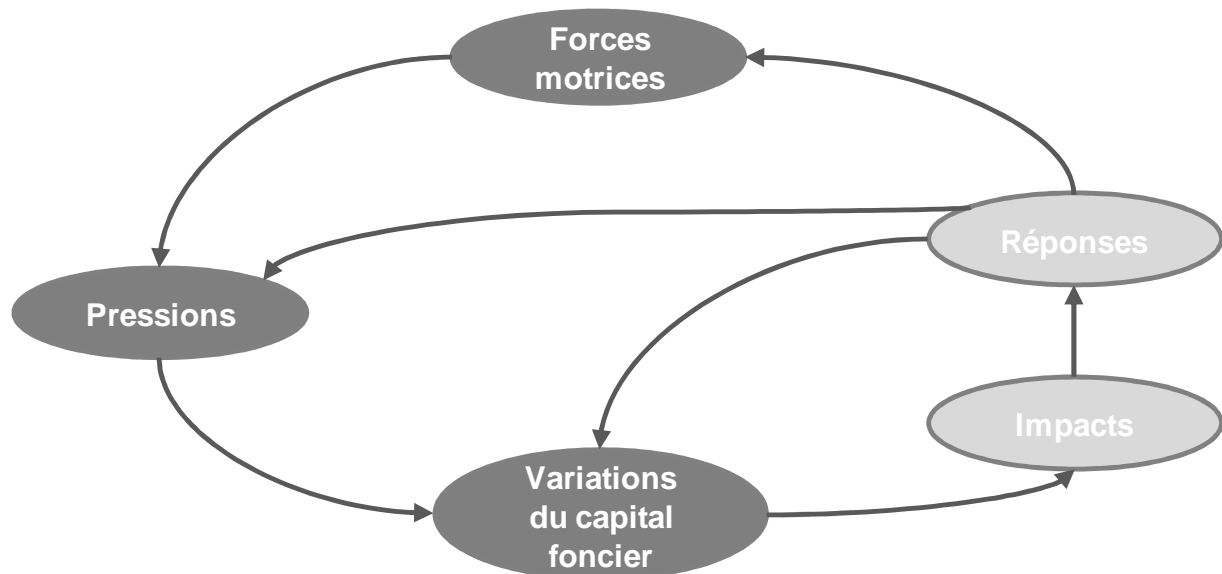
Carte 25 : Variation de la densité de logements et du nombre de logements individuels

On note une progression importante du logement individuel sur une majorité de communes de la bordure littorale et des aires urbaines, en particulier celles des pôles urbains. Ces dynamiques confirment les tendances à l'individualisation de l'habitat. Les politiques de

planification censées contrer ces mécanismes ont bien du mal à freiner ce phénomène encouragé par des dispositifs d'accès à la propriété peu contraignants.

Progression des espaces artificialisés, du nombre d'habitants et tendance à la compacité (ou à l'étalement) des espaces artificialisés

Description et position au sein du système d'indicateurs : Ces indicateurs permettent de mesurer l'évolution des superficies artificialisées (**variation du capital foncier**) et la croissance démographique (**forces motrices/pressions**). Les dates des recensements de population (1999 et 2007) et des taches artificialisées produites (1997, 2009) diffèrent quelque peu, cependant elles sont suffisamment proches pour proposer un indicateur d'évolution de la densité nette du nombre d'habitants, exprimant « grossièrement » la tendance à la compacité (étalement) des espaces artificialisés (**pression/variation du capital foncier**).

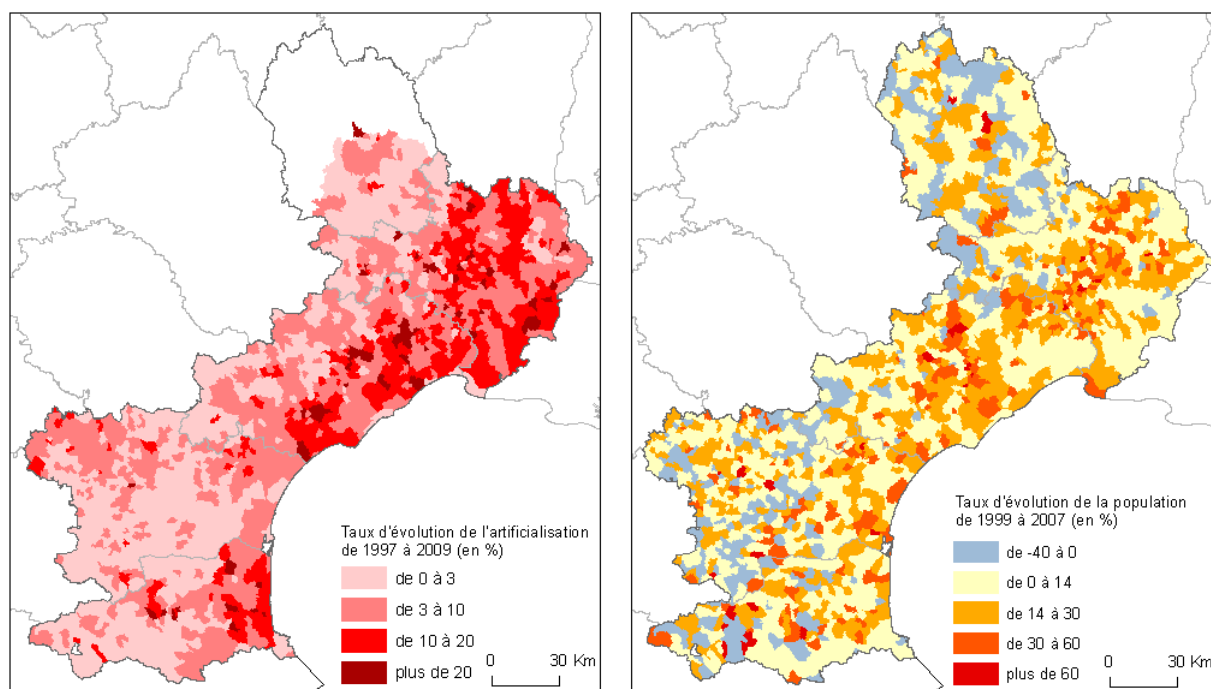


Analyse et représentation : Le premier indicateur permet de rendre compte des dynamiques de construction de logements, de zones d'activités, d'infrastructures routières, etc. Si l'on s'intéresse à la tache artificialisée intégrant toutes les routes, ce sont les départements de l'Hérault et du Gard qui sont les plus concernés par l'accroissement des superficies artificialisées entre 1997 et 2009 avec un taux d'évolution respectif de 9 et 10 %, soit environ 7 000 hectares artificialisés en plus dans chacun des deux départements (Cf. Tableau n°29). Le département de l'Aude apparaît moins touché par ce phénomène avec un taux d'évolution de 4,3 % de la superficie artificialisée, soit une perte de 2300 hectares. Quant au département des Pyrénées-Orientales, il subit une évolution de 7,4 % des espaces artificialisés qui représentent 11 % de la surface départementale en 2009.

Départements	Superficie en ha				Part (%) / superficie de la zone d'étude		Taux d'évolution (%) 97-09
	1997	2009	chgts 97-09	1997	2009		
Pyrénées-Orientales	416139	43174	46349	3175	10,4	11,1	7,4
Hérault	624789	77475	84470	6995	12,4	13,5	9,0
Gard	588826	68746	75583	6837	11,7	12,8	9,9
Aude	634700	53000	55304	2304	8,4	8,7	4,3
4 départements littoraux	2264454	242396	261707	19311	10,7	11,6	8,0

Tableau 29 : Évolution de la tache artificialisée toutes routes de 1997 à 2009 pour chacun des départements littoraux (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard)

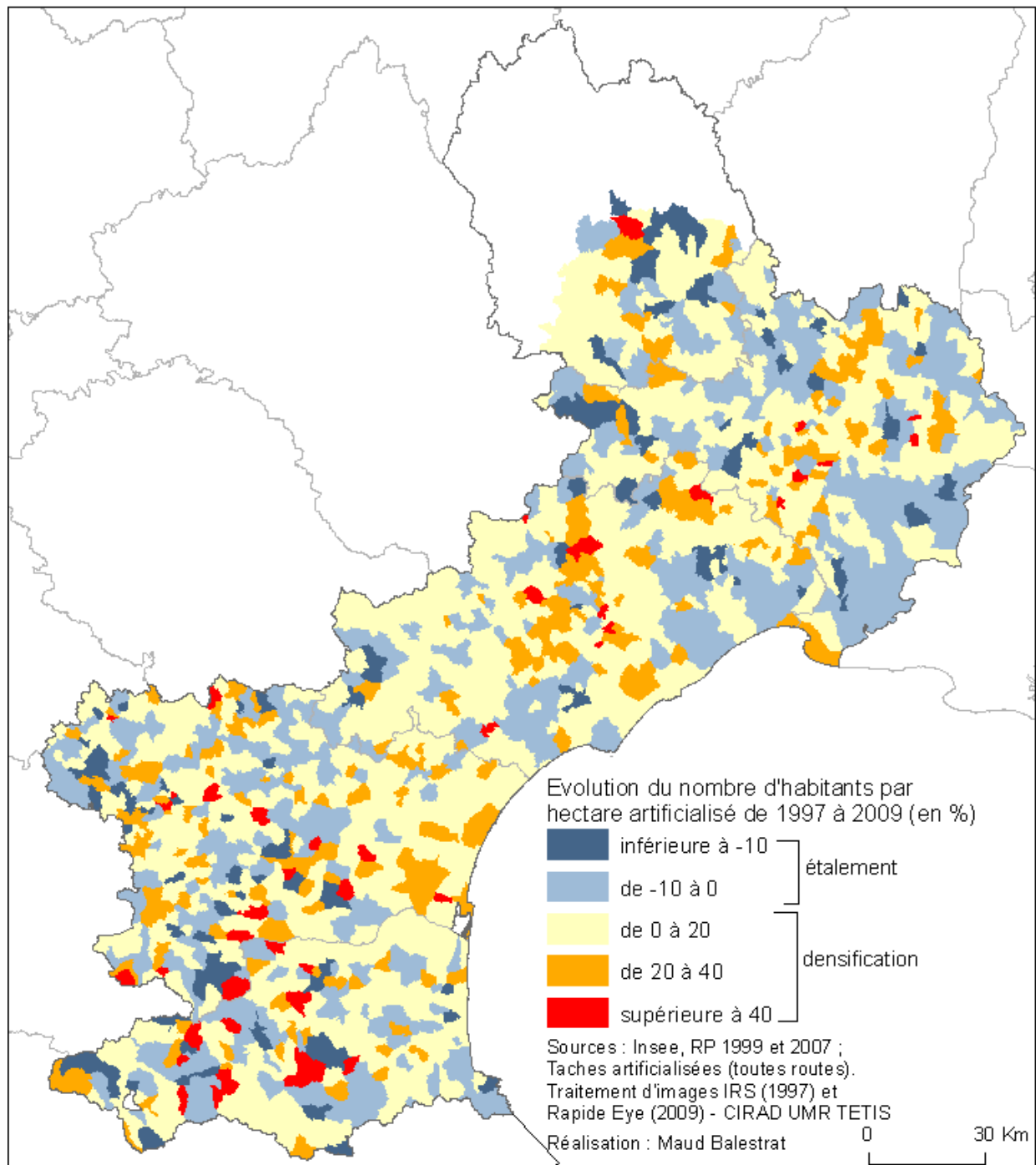
La carte de gauche permet d'observer une forte différenciation régionale. L'est du territoire et le littoral sont particulièrement dynamiques en termes d'artificialisation, l'ouest du territoire et l'arrière-pays connaissent une évolution plus modérée. Le Gard et l'Hérault sont les départements les plus marqués par l'accroissement des superficies artificialisées. De 1997 à 2009, les plus forts taux d'artificialisation concernent les aires urbaines dynamiques de la région et le territoire en cours de métropolisation reliant Sète à Alès, polarisé par la métropole montpelliéraine.



Sources : Taches artificialisées toutes routes. Traitement d'images IRS (1997) et Rapide Eye (2009) - CIRAD UMR TETIS ; Insee, RP 1999 et 2007
Réalisation : Maud Balestrat

Carte 26 : Évolution des espaces artificialisés et de la population, de 1999 à 2007

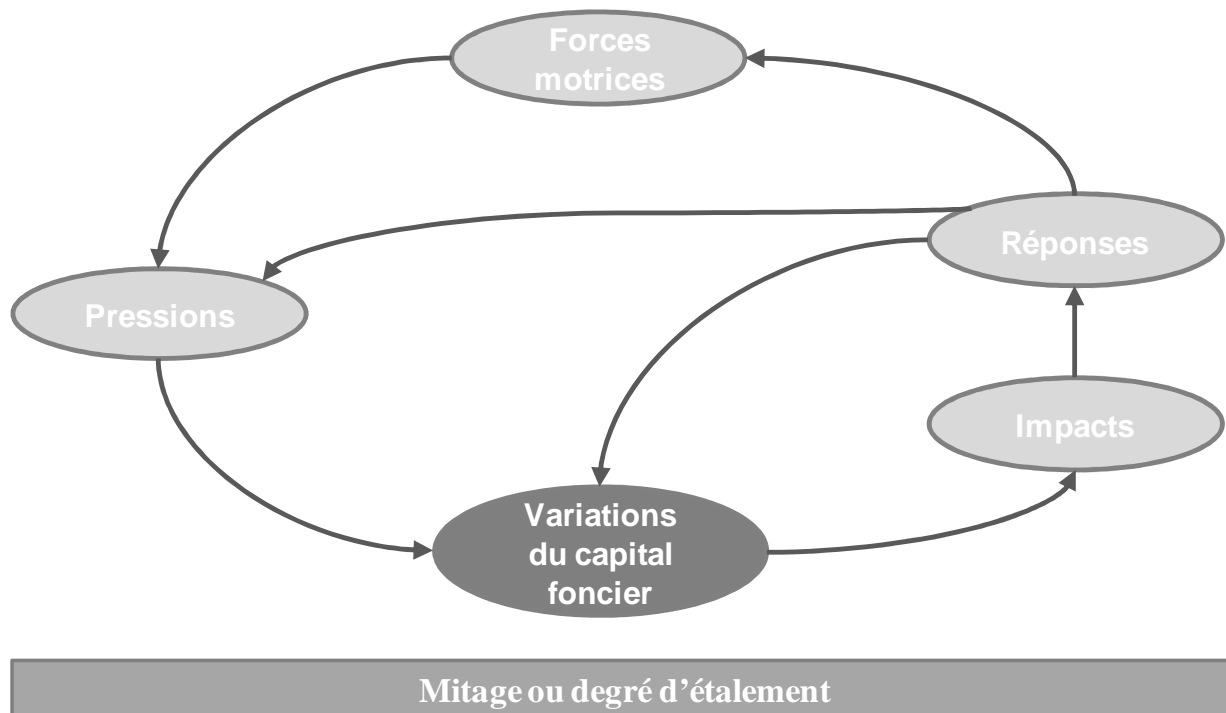
L'évolution de la population, de 1997 à 2007, se fait de façon assez homogène sur le territoire régional. On note cependant une baisse de population dans de nombreuses communes de l'arrière-pays, en particulier dans la Lozère, l'Aude et les Pyrénées Orientales. Le littoral reste très dynamique, en particulier les communes périurbaines qui connaissent un taux de croissance plus fort que les communes des pôles urbains.



Carte 27 : Évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé de 1997 à 2009

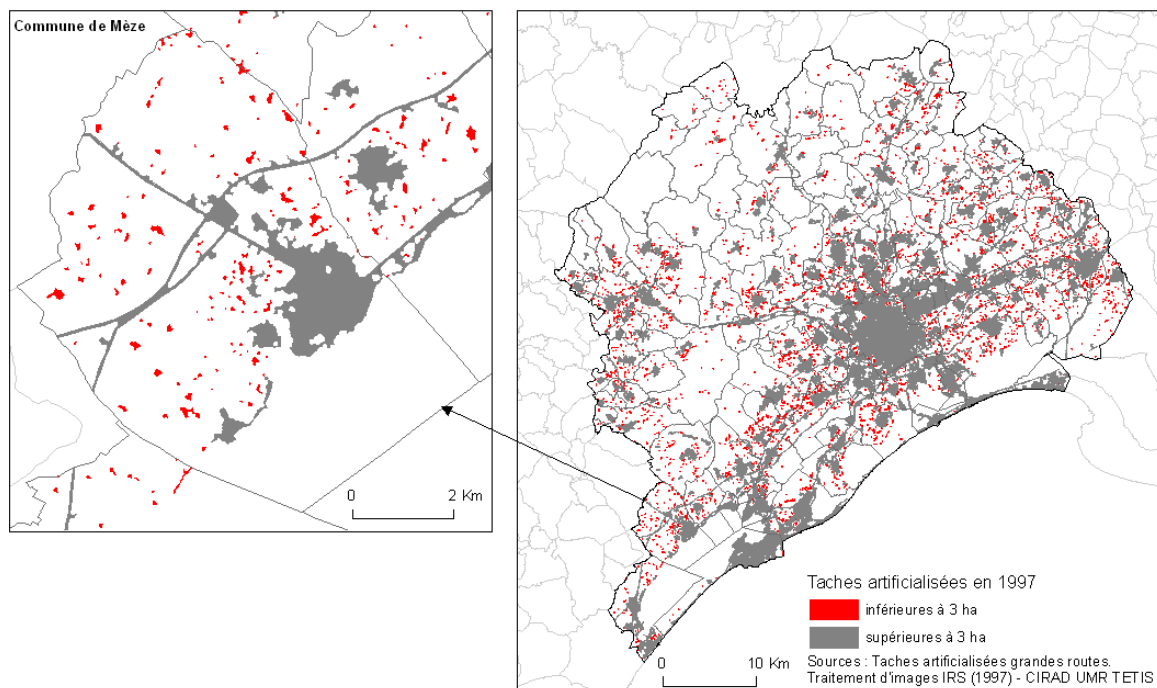
La carte n°27 représente l'évolution de la densité nette à une maille communale, c'est-à-dire l'évolution du nombre d'habitants rapportée au nombre d'hectares artificialisés et non à la superficie de la commune. Une évolution positive du nombre d'habitants par hectare artificialisé est synonyme d'une densification, inversement une évolution négative indique une tendance à l'étalement. On peut observer, par exemple, que les communes périphériques du pôle urbain montpelliérain subissent une tendance à l'étalement. La période analysée (1997-2009) est encore trop récente pour considérer les effets du SCoT de Montpellier (2006), sur les processus de densification au sein du périmètre de l'agglomération et d'artificialisation des communes limitrophes.

Les indicateurs présentés ci-après traduisent les **variations de l'état du capital foncier**, problématique centrale soulevée par les résultats issus des exercices de modélisation et d'analyse des besoins des acteurs institutionnels impliqués dans la démarche de co-construction du système d'indicateurs.



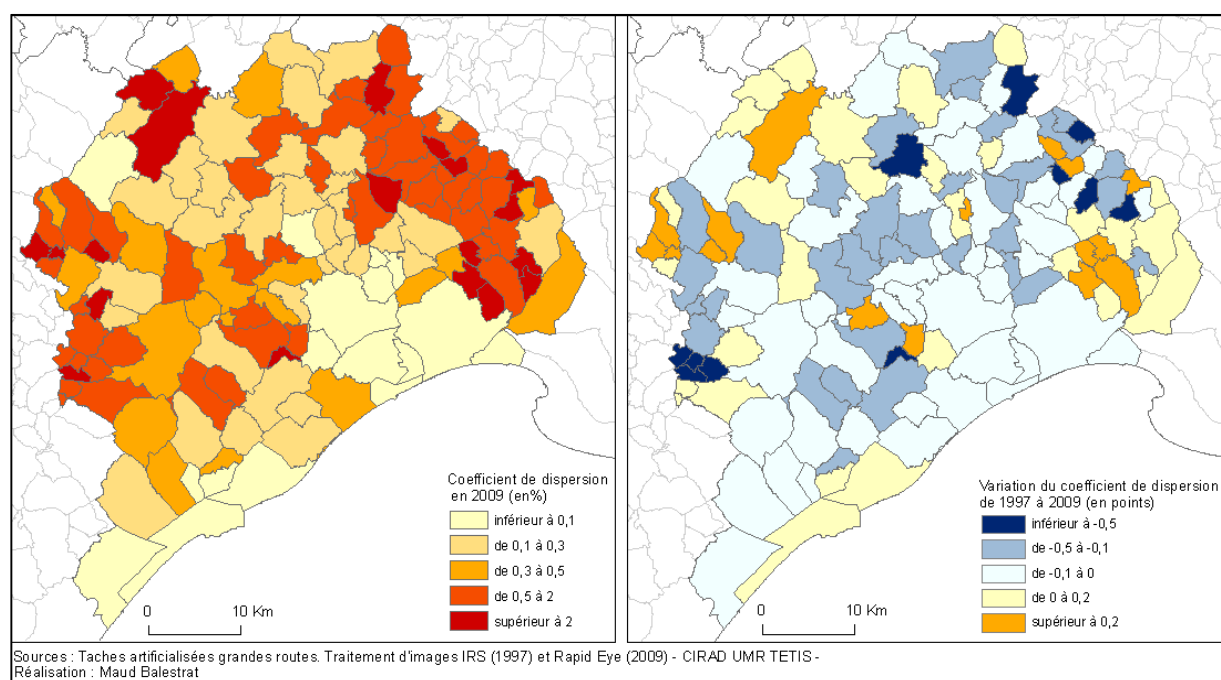
Description et position au sein du système d'indicateurs : Pour évaluer le mitage ou degré d'étalement (**variations capital foncier**), deux indicateurs sont proposés qui pourront, dans la perspective de travaux futurs (9.3.1.2.), être complétés par un indice de fragmentation :

- le coefficient de dispersion (importance du bâti isolé), qui exprime le rapport entre la superficie des taches artificialisées inférieures à 3 ha et la superficie des taches artificialisées supérieures à 3 ha (rapporté à la superficie communale), et la variation du coefficient de dispersion entre deux dates ;
- l'importance des superficies construites sans continuité avec l'espace artificialisé existant, entre deux dates.



Carte 28 : Importance des taches artificialisées (grandes routes) en fonction de leur emprise au sol

Analyse et représentation : Le coefficient de dispersion, calculé par commune à l'échelle de l'aire urbaine montpelliéraine élargie, permet d'observer une plus forte proportion d'habitat dispersé dans les communes de la 3ème couronne périurbaine, phénomène particulièrement marqué à l'est du territoire. Le taux de dispersion est logiquement moins important dans les pôles urbains de Sète et de Montpellier et sur les communes littorales (Mauguio, Palavas, Vic-La-Gardiole, etc.). En revanche, les communes littorales de Sète et de Frontignan et certaines communes de la troisième couronne tendent à la dispersion (ex : Causse-De-La-Selle au nord-ouest). Dans l'ensemble, les communes connaissent plutôt une tendance au regroupement de l'habitat.



Carte 29 : Degré de dispersion des espaces artificialisés

La figure n°87 propose deux zooms sur les taches artificialisées pour illustrer l'indicateur de discontinuité calculé à l'échelle de l'aire urbaine de Montpellier élargie. Les espaces artificialisés, de 1997 à 2009, sans continuité avec l'existant représentent 176,5 ha, soit 3,8 % des changements totaux à l'échelle du territoire d'étude (4 588,9 ha).

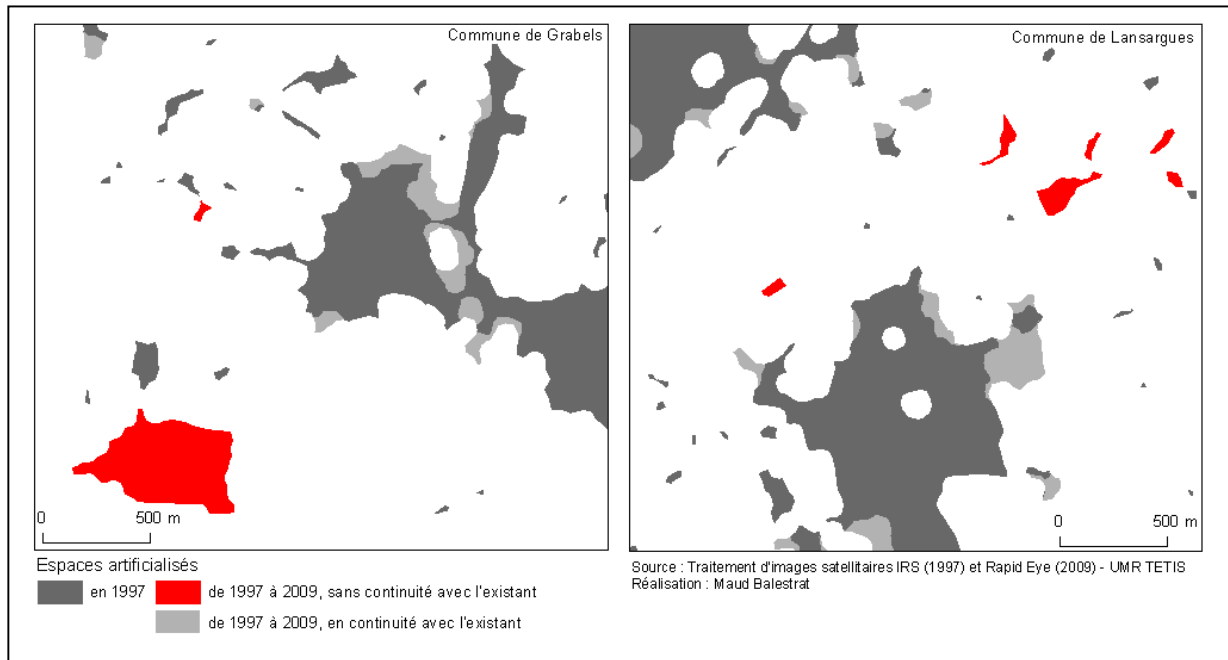


Figure 87 : Espaces artificialisés sans continuité avec l'existant, de 1997 à 2009 (zooms sur les communes de Grabels et de Lansargues)

Degré de polarisation et tendance à la création de nouvelles centralités

Description et position au sein du système d'indicateurs : Ces indicateurs illustrent la proportion d'espaces artificialisés, en 2009 et de 1997 à 2009, en fonction de la distance aux pôles urbains de Béziers et de Montpellier (**variation capital foncier**). Ce pourcentage est rapporté à la superficie de l'intervalle de distance correspondant (de 1 km) et exprimé sur une distance totale de 30 km. Ces indicateurs permettent d'évaluer la tendance à la création de nouvelles centralités en périphérie des pôles urbains (Cf. Figure n°88).

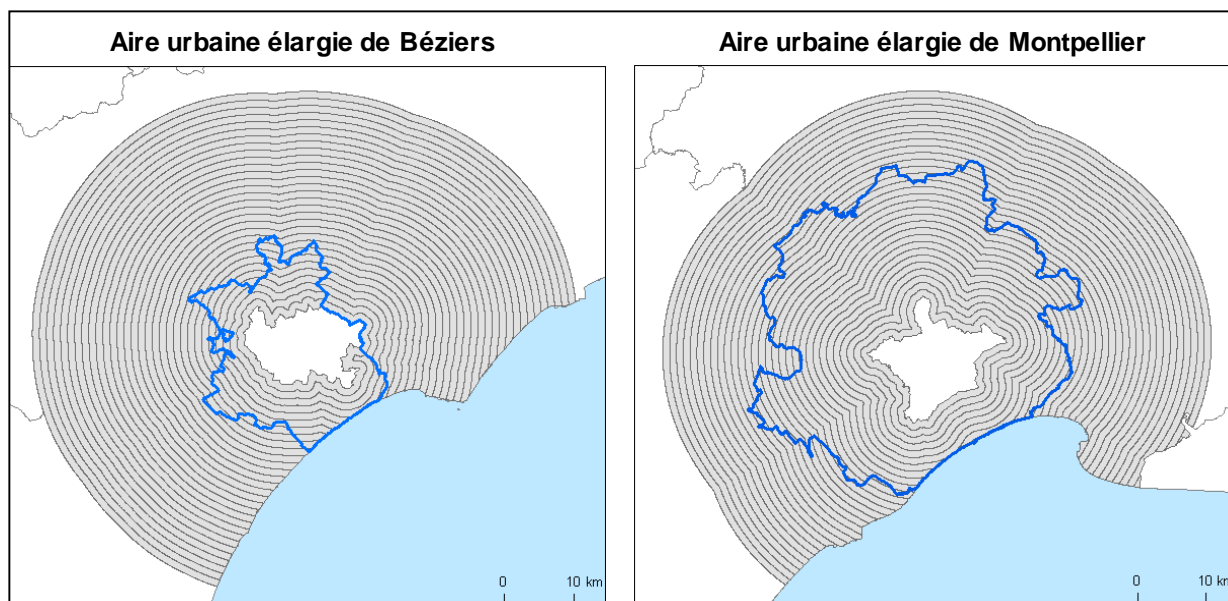


Figure 88 : Anneaux concentriques de 1 km d'intervalle sur 30 km de distance

Analyse et représentation : A proximité directe des pôles urbains (1 à 5 km) on note logiquement une part importante d'espaces artificialisés (Cf. Figure n°89). Dans le cas de Béziers ce pourcentage est moins fort (18 % en moyenne) que pour Montpellier (25 % en moyenne) mais reste plus élevé à mesure que l'on s'éloigne du pôle (5 à 10 km) et se maintient dans une proportion relativement homogène (environ 12 %) sur la totalité de la distance considérée (30 km). Dans le cas de Montpellier, on note une part d'espaces artificialisés relativement importante entre 16 et 20 km.

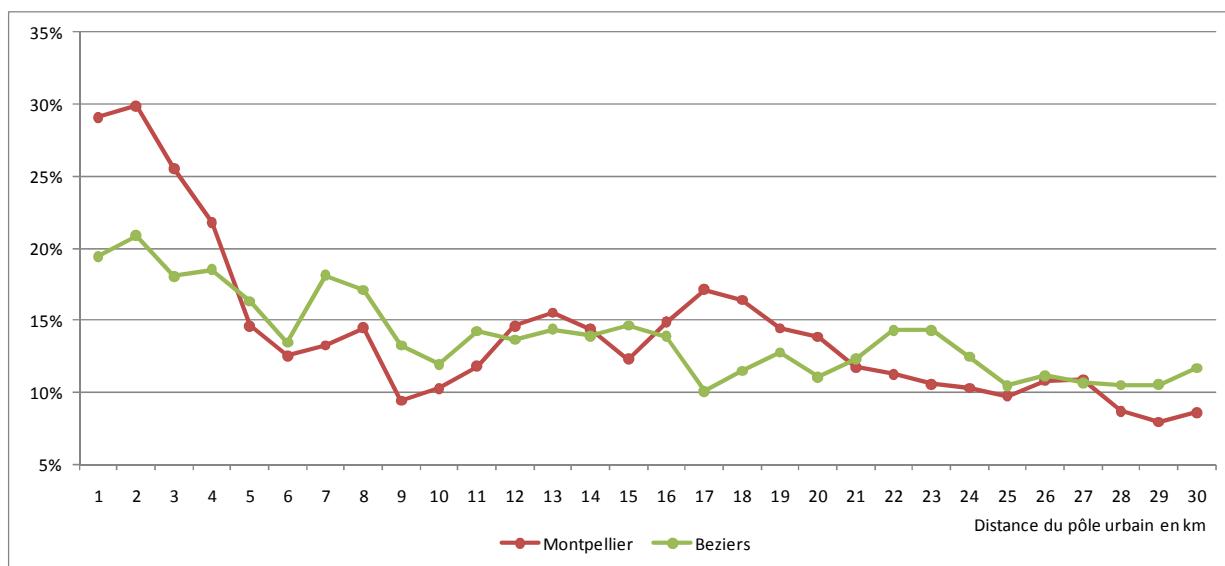


Figure 89 : Part des espaces artificialisés en fonction de la distance aux pôles urbains, en 2009

Les plus forts taux d'artificialisation s'opèrent à une distance de 16 à 18 km, puis de 22 à 23 km du pôle urbain montpellierain (Cf. Figure n°90). Ce rythme est légèrement moins accentué dans la périphérie du pôle biterrois mais on note tout de même un taux d'artificialisation régulier (autour de 8 %) sur la totalité des 30 km (effets de la continuité urbaine avec les aires urbaines montpellieraine et narbonnaise).

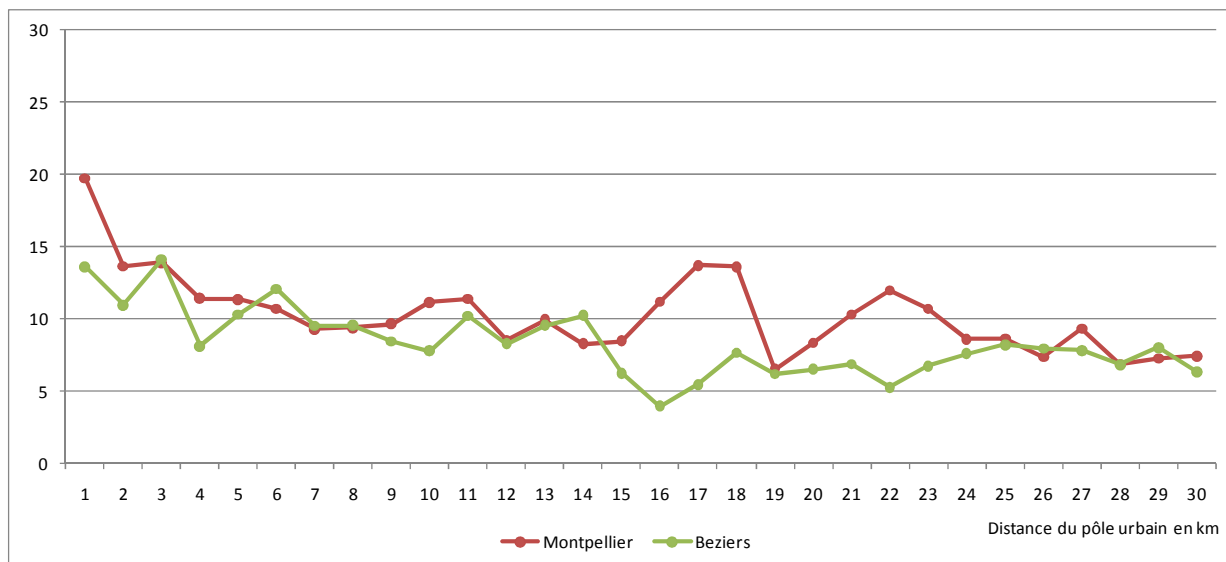
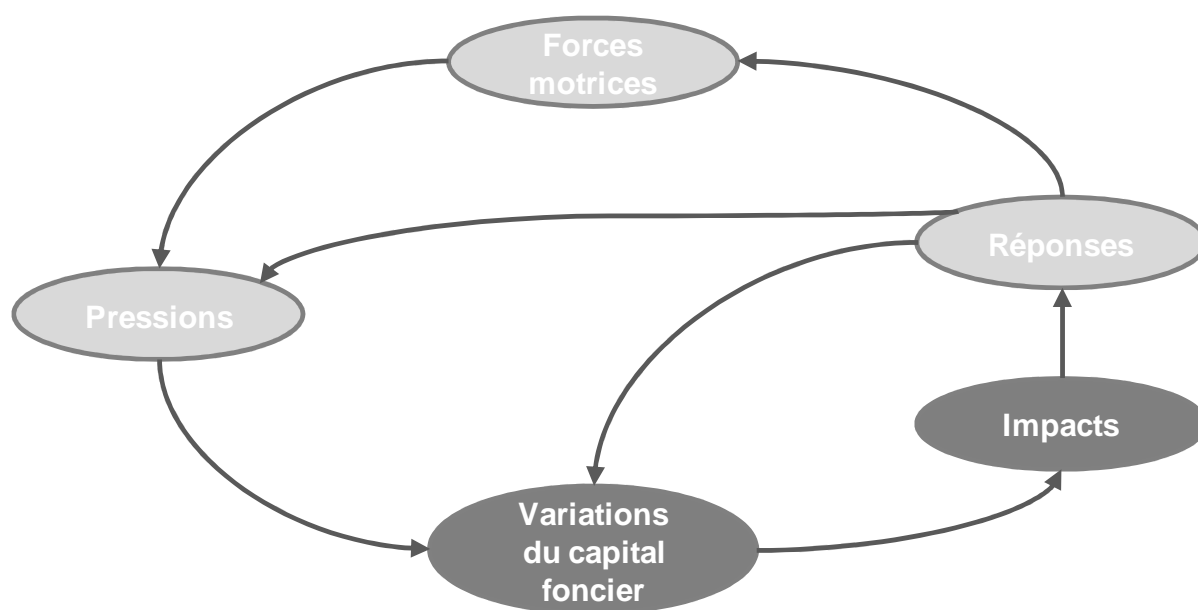


Figure 90 : Évolution des espaces artificialisés en fonction de la distance aux pôles urbains, de 1997 à 2009

Les indicateurs présentés ci-après traduisent les **variations de l'état du capital foncier** en fonction du potentiel agronomique des sols et les **impacts engendrés** en termes de degré d'altération des ressources, problématique au centre des préoccupations actuelles des instances agricoles du Languedoc-Roussillon.



Ressources foncières perdues en fonction de leur potentiel agronomique

Description et position au sein du système d'indicateurs : Ces indicateurs sont issus du croisement des taches artificialisées avec la couche de potentiel agronomique des sols à différents échelons d'analyse (départemental, cantonal). Ils permettent de considérer la perte de terres en fonction de leur potentialité agronomique (**variations capital foncier/impacts**).

Analyse et représentation : Entre 1997 et 2009, 35 % de l'artificialisation, à l'échelle des quatre départements littoraux, s'est faite sur les sols de classe 1 soit de haute potentialité agronomique ; 28 % sur les sols de classe 6 de faible potentialité agronomique (Cf. Figure

n°91). Un tiers de l'accroissement des espaces artificialisés a touché directement les sols de haute potentialité agronomique, qui représentaient initialement 15 % de la superficie régionale (Cf. Figure n°85).

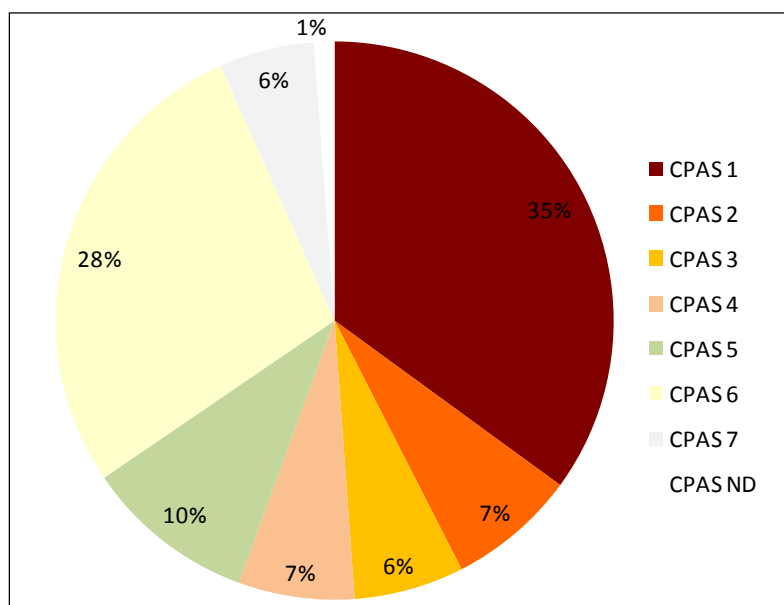


Figure 91 : Part (%) des classes de potentiel agronomique des sols artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie totale artificialisée, entre 1997 et 2009

Une analyse par département permet d'observer des variations dans ces rapports d'une zone à l'autre. L'artificialisation, entre 1997 et 2009, dans le département du Gard s'est faite à 48 % sur les classes 1 et 2 (cumulées), et à 45 % dans le département de l'Hérault sur les mêmes classes. Pour ces deux départements, quasiment la moitié des espaces nouvellement artificialisés, entre 1997 et 2009, concernent des sols de haute potentialité agronomique qui couvraient initialement respectivement 28 % et 25 % des superficies de ces départements (Cf. Figure n°85). Concernant les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, l'artificialisation s'est faite respectivement à 31 % et à 34 % sur les classes 1 et 2. Les Pyrénées-Orientales possèdent initialement une très faible proportion de sols de haute potentialité agronomique (10 % de la superficie du département).

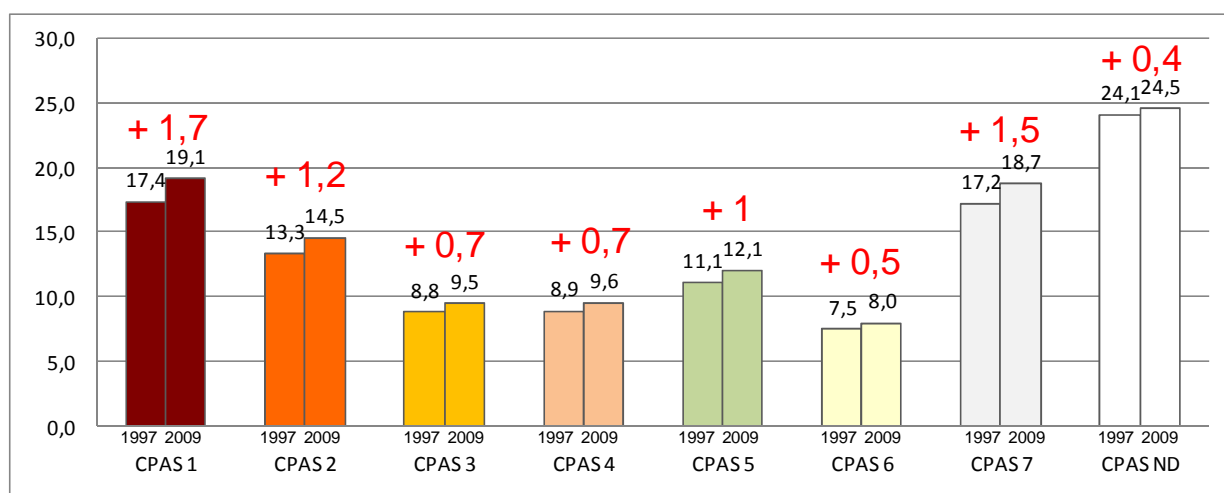
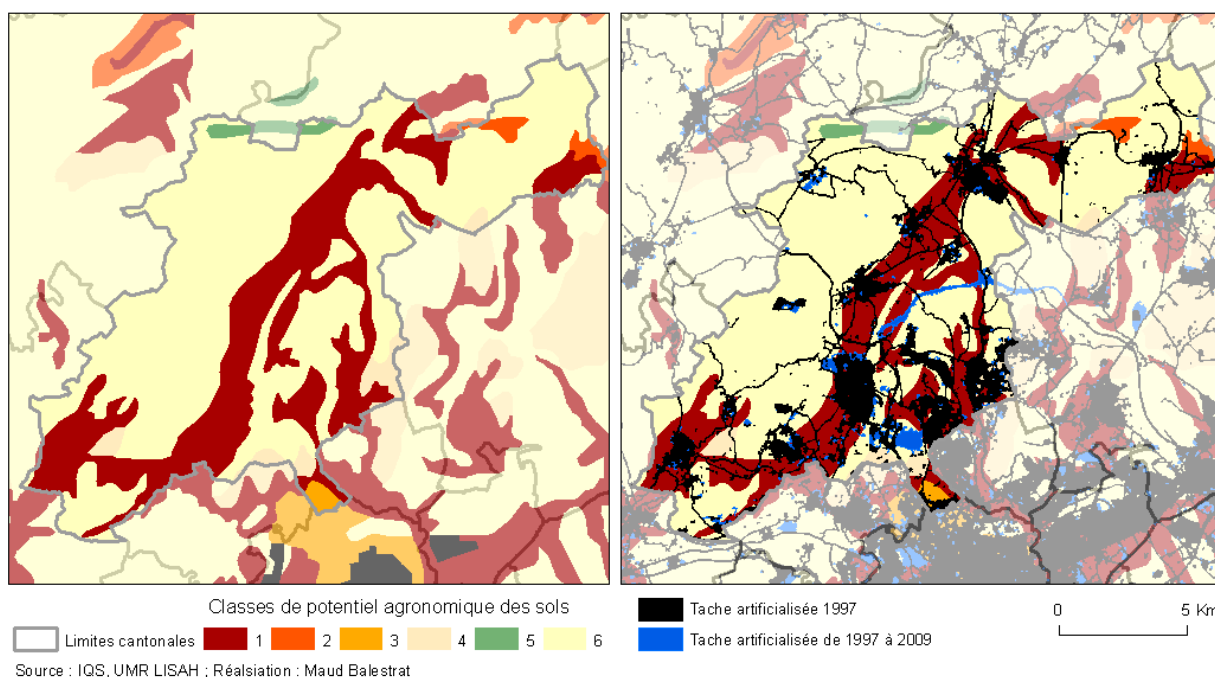
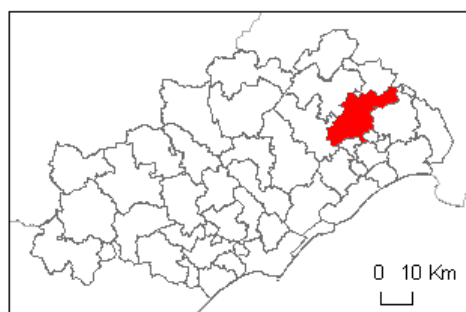


Figure 92 : Part (%) des classes de potentiel agronomique des sols artificialisés (toutes routes) en 1997 et 2009 par rapport à la superficie initiale des CPAS

La figure n°92 illustre le rapport de la part de l'artificialisation à la superficie initiale de chacune des classes de sols (**variation capital foncier/impact**). A l'échelle des 4 départements littoraux, on constate que les sols qui ont perdu le plus de superficie par artificialisation entre 1997 et 2009 sont les sols appartenant aux classes 1, 7 et 2, qui ont perdu respectivement 1,7 %, 1,5 % et 1,2 % de leur superficie en 12 ans. Dès 1997, presque 1/5ème des sols de classe 1 et 13 % des sols de classe 2 sont consommés par les espaces artificialisés. Les sols salins, donc de très faible potentiel agronomique, ont également subi une perte importante liée à l'artificialisation, presque 1/5ème de leur superficie. Pour une analyse plus fine, l'idéal serait de disposer au minimum d'une troisième date à au moins dix ans d'intervalle, afin de pouvoir comparer les rythmes d'artificialisation à différentes périodes.

La carte n°30 propose une illustration de la superposition des taches artificialisées (1997 et 2009) avec la couche de potentiel agronomique des sols à l'échelle du canton des Matelles (Hérault), situé au nord du pôle urbain montpellierain et englobant principalement des communes de la 3ème couronne périurbaine de l'agglomération de Montpellier.



Carte 30 : Potentiel agronomique des sols et superposition des taches artificialisées toutes routes (canton des Matelles, Hérault)

Classe de potentiel agronomique de sol	Superficie initiale CPAS (ha)	Part CPAS initiale / superficie cantonale (%)	Superficie artificialisée en 1997 (ha)	Part artificialisée / superficie CPAS initiale (%)	Superficie artificialisée en 2009 (ha)	Part artificialisée / superficie CPAS initiale (%)
1	5 570	30	1 379	25	1 532	28
6	12 255	65	1 118	9	1 393	11

Tableau 30 : Potentiel agronomique des sols consommés par l'artificialisation de 1997 à 2009 (Canton des Matelles, Hérault)

De 1997 à 2009, les espaces artificialisés ont évolué de 17 %, soit 450 ha supplémentaires, notamment du fait de la construction du LIEN¹⁵⁷. Initialement, ce canton était couvert à 30 % par des sols de classe 1 et à 65 % par des sols de classe 6 (Cf. Tableau n°30). En 1997, environ 50 % des terres artificialisées, donc définitivement perdues, correspondaient à des sols de classe 1, soit de haute potentialité productive et 41 % à des sols de faible potentialité productive (classe 6) ; ce rapport est à peu près équivalent en 2009. A cette date, 27 % de la superficie initiale de la classe 1 est artificialisée donc impossible à remobiliser.

8.3.2. Élaboration d'une interface de consultation du système d'indicateurs

Les taches artificialisées, la carte d'indice de potentiel agronomique des sols et les indicateurs spatiaux développés dans le cadre de l'étude constituent des outils innovants d'analyse, de diagnostic et de porter à connaissance du territoire. Pour accompagner leur appropriation et leur évaluation par les acteurs, leur diffusion nécessite des moyens de « mise à disposition » adaptés, simples et opérationnels. Dans ce but, a été développé, un outil de consultation en ligne¹⁵⁸ qui s'appuie sur une automatisation du calcul des indicateurs et un mode de restitution dynamique et qui illustre ce que pourrait être une application à destination des acteurs territoriaux en vue de communiquer le système d'indicateurs.

Pour l'aspect technique, j'ai pu bénéficier de l'appui d'une équipe de recherche¹⁵⁹. Celle-ci s'intéresse aux questions relatives à la construction de plateformes Web et à la production d'interfaces spécifiques destinées à la mutualisation et à la mise à disposition de systèmes d'information en vue d'alimenter les travaux des chercheurs et de répondre aux besoins des acteurs institutionnels en matière d'indicateurs de diagnostics de territoire.

L'outil proposé a été élaboré pour répondre spécifiquement aux attentes des acteurs du projet. Il permet de combiner les données du Système d'Information Dédié aux Territoires¹⁶⁰ et les données d'artificialisation et de potentiel agronomique des sols. Il propose de ce fait, une large gamme d'indicateurs hiérarchisés selon une série de thématiques et sous-thématiques issues de la structuration proposée par le graphe causal simplifié présenté précédemment (Cf. Figure n°77).

¹⁵⁷ Ibid note n°100

¹⁵⁸ L'interface est accessible depuis l'adresse suivante :

http://sidtm.grenoble.cemagref.fr/module_webmapping/projet_tetis_dtm/dev/

¹⁵⁹ Je me suis rapprochée de l'Unité de Recherche Développement des Territoires Montagnards du Cemagref Grenoble. Dans le cadre de ses activités de recherche, une partie de l'équipe travaille depuis une dizaine d'années sur la réalisation du Système d'Information Dédié aux Territoires et la mise à disposition d'interfaces spécifiques aux besoins des acteurs institutionnels (en matière d'indicateurs) pour aider à réaliser des diagnostics de territoires. Le portail SIDDT répond à un triple objectif : un accès facilité à des données de base utiles aux chercheurs ; une prise de connaissance et une cartographie rapide des principales caractéristiques d'une zone d'étude donnée ; une valorisation des indicateurs produits lors de travaux de recherche (Ancelet, 2009).

¹⁶⁰ Le portail SIDDT, mis en place par l'unité DTM, met à disposition des chercheurs du Cemagref, différents outils d'extraction et de visualisation de données (tableaux, cartes et graphiques) pour deux grands types d'informations : grands fichiers statistiques (Recensement Général de la Population, UNEDIC, Base Communale de l'Équipement, SITADEL, etc.), à des mailles communales et supra communales ; données spatiales (périmètres administratifs, réseaux de communication, zonages environnementaux, etc.). Ces données sont documentées et disponibles sur toute la France métropolitaine.

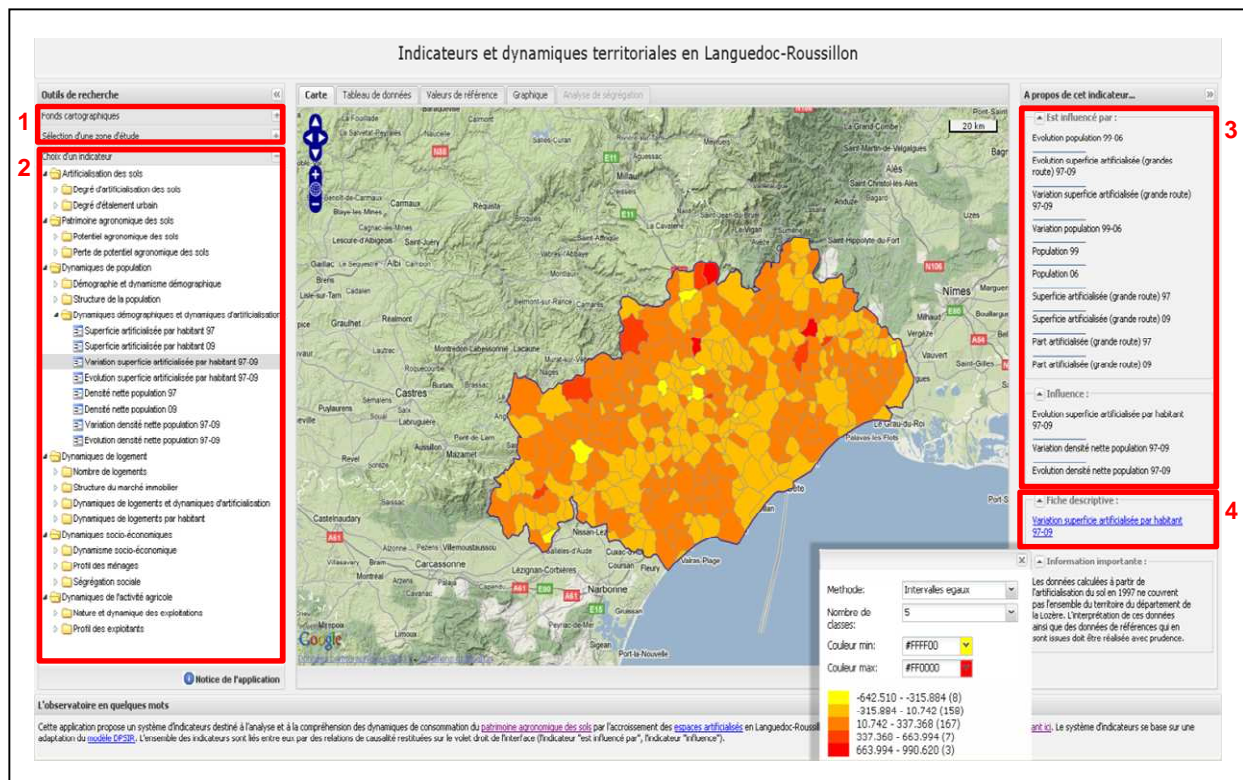


Figure 93 : Extrait de l'outil de consultation en ligne

La figure n°93 propose une copie d'écran de l'interface développée, la notice d'utilisation de l'interface est téléchargeable depuis l'interface (Ancelet et al., 2011). L'utilisateur choisit un fond cartographique puis une zone d'étude et la maille d'analyse (1) avant de sélectionner l'indicateur (2) dont il peut visualiser la représentation sous forme de cartes, graphiques ou tableaux de données. Pour permettre à l'utilisateur de considérer l'ensemble des indicateurs en lien avec un indicateur spécifique, j'ai choisi de mettre à disposition, au moyen de liens de téléchargement, les fiches d'aide à l'interprétation (Cf. Annexe n°9) informant sur la position de l'indication dans le système d'indicateurs (4). Je me suis également appuyée sur les travaux de Joerin (2008) qui propose de restituer, au travers de l'organisation d'une interface de consultation, la structuration du système d'indicateurs en mettant en évidence des relations causales de deux types (selon leur sens) : l'indicateur A « est influencé par » l'indicateur B et « influence » les indicateurs C et D. Pour chaque indicateur, cette information est accessible sous cette forme depuis le volet gauche de l'interface (3).

La mise en place de cet outil de consultation et sa communication, auprès des utilisateurs potentiels du système d'indicateurs produit, ont fait émerger de nouvelles questions de recherche discutées dans le chapitre 9.

Synthèse du chapitre 8

Le système produit est composé de 141 indicateurs spatialisés et spatiaux. Il fournit un ensemble d'informations quantitatives et qualitatives permettant de compléter les connaissances sur les dynamiques de périurbanisation en zone languedocienne (artificialisation des sols, perte de potentiel agronomique, dynamiques démographiques, étalement urbain, etc.). Le système d'indicateurs proposé est composé d'indicateurs simples et d'indicateurs composites offrant des éléments de mesure sur le fonctionnement du système territorial dans son ensemble et dans ses évolutions dynamiques. Ces informations sont structurées entre elles par des relations de causalité. Cet ensemble organisé d'indicateurs se veut constituer en soi un système d'information pour l'aide à la décision en matière d'aménagement et de planification du territoire languedocien, à différents échelons d'appréhension.

Pour évaluer la capacité du système d'indicateurs à répondre aux besoins des acteurs et vérifier son opérationnalité, une démarche évaluative a été mise en œuvre tout au long du processus de co-construction qui me permet de discuter des avantages et limites de l'approche proposée et d'envisager des perspectives de recherche potentiellement pertinentes à explorer.

CHAPITRE 9. ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE, DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Afin d'évaluer la démarche mise en œuvre, ce chapitre évalue les principaux résultats en termes de capacité du système d'indicateurs spatialisés et spatiaux produit à répondre aux besoins des acteurs. Il s'agit ici de confirmer ou d'invalider les hypothèses de recherche avancées. Sont discutés les choix méthodologiques retenus, présentés dans le chapitre 4 : celui de s'appuyer sur un modèle conceptuel systémique, basé sur une adaptation du cadre théorique DPSIR, comme support à la construction d'un système d'indicateurs et outil de réflexivité d'une part ; celui d'impliquer les acteurs tout au long du processus de co-construction, d'autre part.

Ce travail d'évaluation permet d'entrevoir des pistes de recherche potentiellement pertinentes. Afin d'enrichir le système d'indicateurs, sont envisagées l'utilisation de sources d'information complémentaires aux données déjà exploitées et la production d'indicateurs spatiaux et prospectifs novateurs. Pour affiner la démarche, une méthode permettant de poursuivre l'approche évaluative du système d'indicateurs produit est proposée. Enfin, des outils de communication et des moyens de mutualisation de l'information produite, sont également imaginés.

9.1. Les enjeux liés à la modélisation

La modélisation est une approche volontairement réductionniste, « *la modélisation se construit comme un point de vue pris sur le réel* » (Projet stratégique du CNRS, 2002 in Le Moigne, 2006). Afin de rendre intelligible une réalité complexe, le processus de modélisation cognitive conduit à observer puis à simplifier le système réel. En ce sens, le modélisateur est confronté à des choix qui le conduisent à devoir « occulter » une partie de l'information. « *Une expérience de modélisation est un effort de globalisation, avec les pertes de précision inhérentes aux choix de formalisation* » (Chéry, 1998). L'enjeu consiste donc à identifier les éléments indispensables à la compréhension du fonctionnement du système. Je discute ici les apports et limites des principaux choix de modélisation retenus dans le cadre de mes travaux de recherche et l'utilité du modèle comme outil de réflexivité.

9.1.1. Apports et limites des choix de modélisation

La volonté de rendre intelligible les phénomènes complexes a conduit scientifiques et décideurs à proposer des modèles d'analyse pour guider la réflexion. Dans le cadre des démarches de production d'indicateurs, des référentiels existent pour orienter le processus de sélection des indicateurs et construire des systèmes d'aide à la décision. Les modèles PER et DPSIR sont parmi les plus couramment utilisés. Une grande majorité des études basées sur leur exploitation, propose de catégoriser les indicateurs en fonction de leur nature (pression, réponse, etc.) et de les intégrer dans des schémas de causalité relativement simplistes (restreints à la considération de relations de cause à effet linéaires). Ce type d'analyse ne considère généralement pas l'ensemble des interactions en œuvre, qui constituent pourtant l'un des principaux enjeux d'une démarche modélisatrice systémique. Les principales critiques à l'encontre de ces modèles tiennent également à la façon dont ils sont construits pour organiser l'information selon une approche dichotomique classique et réductrice des rapports entre l'homme et l'environnement.

La structuration du modèle DPSIR n'est pas nécessairement inadaptée pour proposer une approche intégrée des phénomènes et guider le choix des indicateurs dans une perspective décisionnelle. C'est pourquoi, j'ai voulu explorer plusieurs pistes de recherche pour enrichir ce modèle dans la perspective de proposer une méthode de construction d'un véritable système d'indicateurs.

Le principal enjeu de mes réflexions consistait à dépasser l'approche classique qui considère l'état « figé » d'une ressource (qu'elle soit de nature environnementale, le produit d'une relation entre l'homme et son milieu naturel, ou issue d'une transformation socio-économique), et qui restreint dès lors la possibilité de construire une représentation dynamique du système modélisé. Dans le contexte sociétal et scientifique actuel, tourné vers la mise en œuvre d'un développement intégré et durable des territoires, j'ai voulu proposer un modèle qui permette de considérer la transversalité des phénomènes (environnementaux, sociaux et économiques). Pour prendre en compte l'ensemble de ces dimensions, le **concept de système territorial** s'est avéré particulièrement pertinent. Cela m'a permis de conduire l'exercice de modélisation sur une représentation systémique des phénomènes mais également de cadrer le modèle DPSIR dans un **espace-temps donné**, conditions indispensables à la compréhension des dynamiques territoriales. Enfin, le modèle, tel que je l'ai adapté, me semble apporter également des réponses pour résoudre certaines des problématiques liées au **changement d'échelons d'analyses**. J'ai essayé de démontrer à travers la modélisation des

systèmes territoriaux languedocien et métropolitain montpelliérain, comment le modèle ainsi construit peut orienter le transfert d'un niveau d'appréhension à l'autre.

9.1.2. De l'utilité du modèle comme outil de réflexivité

L'expérience conduite avec les acteurs institutionnels m'a permis de confirmer les postulats avancés sur l'utilité du modèle comme support d'échanges et de réflexivité adapté à la construction d'un système d'information pour l'aide à la décision. La confrontation du modèle conceptuel aux représentations des acteurs s'est notamment avérée être une étape essentielle pour révéler certaines lacunes du référentiel retenu (DPSIR) et envisager des pistes pour l'affiner et l'enrichir. Les principales difficultés de l'exercice de modélisation ont été de concilier la possibilité pour chaque acteur de partager ses connaissances de terrain, indispensables à l'enrichissement des savoirs de tout un chacun (acteurs et chercheurs), et la nécessité de rattacher les discussions à un cadre d'analyse rigoureux pour ne pas perdre des éléments essentiels à la compréhension du système. J'ai dû, en particulier, répondre à des **risques de démobilitation** des acteurs liés aux décalages nombreux entre une approche théorique et une visée opérationnelle (celle de l'action à laquelle sont confrontés les acteurs institutionnels au quotidien). Il fallait garantir une approche modélisatrice qui soit suffisamment souple, condition indispensable à l'implication volontaire de chacun dans la démarche. La capacité du modèle à répondre à leurs questionnements était gage de leur intérêt et donc de leur mobilisation dans le processus de concertation.

Acteurs et chercheurs ont du mal à dépasser l'approche sectorisée qui semble faciliter, de prime abord, l'intelligibilité des phénomènes, mais qui fait perdre les liens / interactions entre les différents critères analysés, gages d'une vision intégrée. La parole d'un acteur à l'occasion d'un atelier de travail portant sur le modèle est à ce titre révélatrice : « *Pourquoi ne s'intéresse-t-on pas à chaque thématique, une à une, pour ensuite les répartir sur le modèle ?* ». Certains ont manifesté une relative frustration de devoir se restreindre à un cadre théorique. Sur ce point, l'**itération** est apparue comme une clé essentielle pour construire une vision partagée et assurer la légitimité du système d'indicateurs aux yeux du plus grand nombre. D'autres **moyens de communication** se sont avérés particulièrement utiles et adaptés pour appuyer les négociations et faciliter les échanges dans un objectif consensuel. Le système d'indicateurs prototype notamment, proposait une diversité de supports graphiques et spatiaux. Il a constitué un instrument indispensable d'aide à la réflexion et à l'évaluation mais également à la mobilisation des acteurs. La diversité des points de vue de ces derniers, s'est manifestée par des divergences profondes (produit de la réflexion collective) que j'ai exploitées comme une source d'enrichissement des connaissances de chacun. Sur ce point, les **débats** ont été un élément clé du processus.

Mais de nombreuses contraintes restent à résoudre, notamment concernant la **place du chercheur** dans la gestion des temps de débats. Il faut envisager des méthodes qui permettent de prendre en compte la multiplicité des points de vue et préoccupations afin notamment d'assurer la légitimité de l'approche modélisatrice. Le choix de supports adéquats pour favoriser la mobilisation à chaque étape est une question importante. Ces interrogations, sur les options à retenir pour fournir des méthodes et outils adaptés aux négociations, soulèvent d'autres questions liées à la communication et à l'opérationnalité, qui passent, me semble-t-il, nécessairement par un **accompagnement des acteurs** tout au long du processus de co-construction du système d'indicateurs.

9.2. De la nécessité d'accompagner

Comme nous l'avons vu, l'évaluation du système d'indicateurs peut être abordée sous deux angles, celui de la fiabilité scientifique et de la légitimité politique. L'un des enjeux de ma démarche consistait à concilier ces deux exigences en veillant, d'une part, à la robustesse scientifique des indicateurs, et, d'autre part, à l'implication des acteurs tout au long du processus de co-construction pour garantir l'acceptation du système d'indicateurs. Le chercheur doit trouver les moyens de gérer deux éléments essentiels. Il lui faut considérer les limites liées à l'interprétation des indicateurs et répondre à des impératifs d'opérationnalité. Ces deux points soulèvent une problématique centrale, concernant les **choix et processus d'apprentissage** à mettre en œuvre, qui vont conditionner la réussite de la démarche.

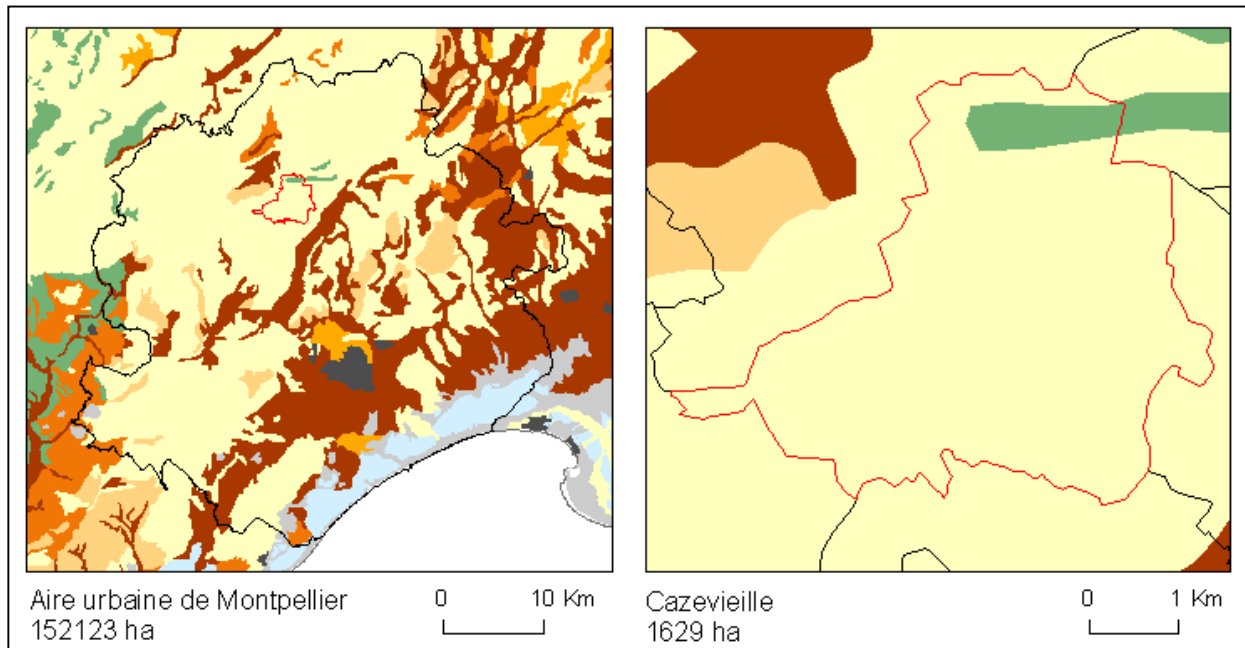
9.2.1. Des enjeux liés à l'interprétation

Le choix d'un indicateur dépend des représentations qu'un utilisateur se fait de la réalité. Tendre vers l'objectivité est en ce sens illusoire. Ce biais est accentué lorsque la démarche de construction de l'indicateur n'est pas renseignée de façon claire, fiable et précise. La **mobilisation des acteurs**, dès le stade de définition des objectifs, s'est avérée une condition indispensable pour fournir des éléments d'appui à l'interprétation. Outre l'importance d'utiliser des concepts et techniques partagés, supports à la définition d'objectifs « communs » et reconnus par tous, cela a permis d'entamer un processus de **vulgarisation de connaissances** techniques indispensables à la compréhension et à l'exploitation du système d'indicateurs.

Le cas de la construction de l'Indice de Qualité des Sols, est révélateur des enjeux liés à l'interprétation. La diffusion de cette donnée soulève de nombreuses questions méthodologiques et d'importants enjeux politiques. D'abord, la construction de l'IQS pose le problème de la mesure du qualitatif qui renforce encore le caractère subjectif des indicateurs et analyses basés sur l'exploitation de cette information. Ensuite, compte tenu de l'échelle de validité de cette donnée (1/250 000), son utilisation à une échelle fine doit impérativement être accompagnée de préconisations d'usage et d'utilisation de sources d'information complémentaires. Cela a conduit le groupe d'acteurs/chercheurs à retenir une nomenclature basée sur un gradient numérique (Cf. Carte n°23). Mais, le choix des critères pour évaluer, en termes de développement durable, les différentes options proposées constitue un enjeu politique fort. Sous couvert d'assurer la sécurité alimentaire, le modèle intensif de grandes cultures semble, de fait, privilégié par le discours des acteurs de la DRAAF LR. Or, la crise alimentaire ne peut être vue comme l'unique dimension du problème. Le potentiel agronomique des sols est un élément parmi d'autres permettant d'affiner les analyses mais qui ne doit pas être retenu comme le seul facteur contraignant. Pour objectiver l'utilisation de cette donnée, des éléments complémentaires qui permettent de défendre les enjeux socio-économiques, en termes de viabilité économique des exploitations notamment (degré d'enclavement, distance aux zones d'approvisionnement, capacités d'irrigation, etc.), doivent être pris en compte.

D'importantes superficies représentant des sols de faible valeur agronomique à un échelon territorial régional ou départemental s'avèrent être les seules présentes à l'échelon de certaines communes. La carte n°31 illustre les limites de l'utilisation de l'Indice de Qualité des Sols pour son utilisation à un échelon territorial local. Son interprétation peut conduire à ne proposer aucune préservation, dans une perspective de planification départementale ou régionale. A titre d'exemple, Cazevieille, commune du nord de l'aire urbaine montpelliéraine,

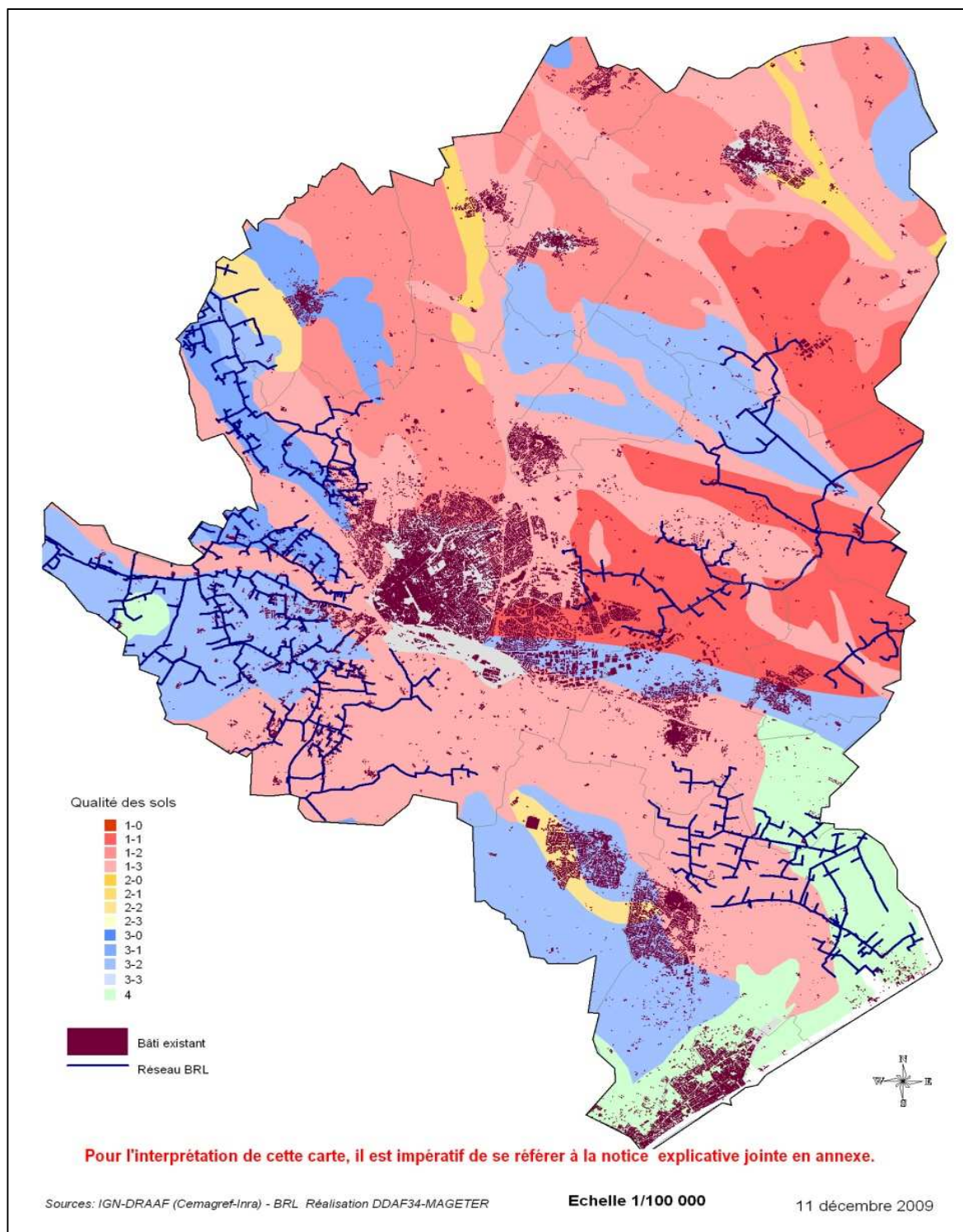
ne présente aucun sol appartenant aux premières classes, tandis que les groupes de sol 6 et 5 représentent respectivement 95 % et 5 % de la superficie communale. A l'échelle de décision communale, pour l'établissement ou la révision du PLU et la délivrance des permis de construire, cette représentation cartographique n'est pas directement opérationnelle. Elle ne doit surtout pas être interprétée pour considérer cette commune comme n'ayant pas de patrimoine agronomique intéressant et pouvant être alors largement urbanisée. Si cela est fait, cela répond alors des choix politiques forts.



Carte 31 : Restitution des groupes de qualités des sols à différents échelons territoriaux (Source : IQS UMR LISAH)

Les services de l'État doivent désormais s'attacher à ce que les options d'aménagement retenues n'affectent pas les sols de haute potentialité agronomique, tout en gardant des caractères de relativité. Lors des opérations de « porter à connaissance », les DDT(M) disposent, avec l'IQS, d'une donnée permettant d'orienter leur discours sur l'identification des terres à préserver en priorité. La carte n°32 illustre l'une des utilisations qui est faite actuellement par les services de l'État au niveau départemental. Il s'agit du croisement de l'IQS (selon la nomenclature détaillée) avec d'autres informations d'une résolution différente (réseau d'irrigation BRL¹⁶¹, zones bâties extraites du cadastre numérisé) pour accompagner le diagnostic du territoire du biterrois. Une mention, au bas de la carte, stipule l'importance de se référer aux éléments d'interprétation, certaines précautions d'usage ont donc été entendues. Cependant, la délimitation précise de la zone à préserver de l'artificialisation ne peut se limiter à l'utilisation d'une telle donnée.

¹⁶¹ Ibid note n°155



Carte 32 : Carte de potentialité agronomique des sols à l'échelle du territoire biterrois

Cette carte révèle également les risques liés à la diffusion rapide de la donnée qui peut conduire à une utilisation abusive, si elle n'est pas accompagnée de recommandations d'usage strictes. Elle permet de mettre en lumière à la fois l'urgence de proposer une connaissance nouvelle et adaptée aux besoins et le type de danger à éviter. Les éléments retenus nécessitent impérativement l'intervention complémentaire d'experts en matière de pédologie et le recueil d'analyses fines pouvant également être complétées par les connaissances des acteurs de terrain.

La figure n°94 illustre l'une des solutions proposées pour alimenter un diagnostic de territoire de la donnée IQS, notamment dans le but d'appuyer le zonage des documents d'urbanisme. Elle propose de « dégrader » l'information fournie par les taches artificialisées d'une résolution bien plus grande (présentant une échelle de validité au 1/10 000), pour envisager un croisement avec l'IQS à un échelon communal.

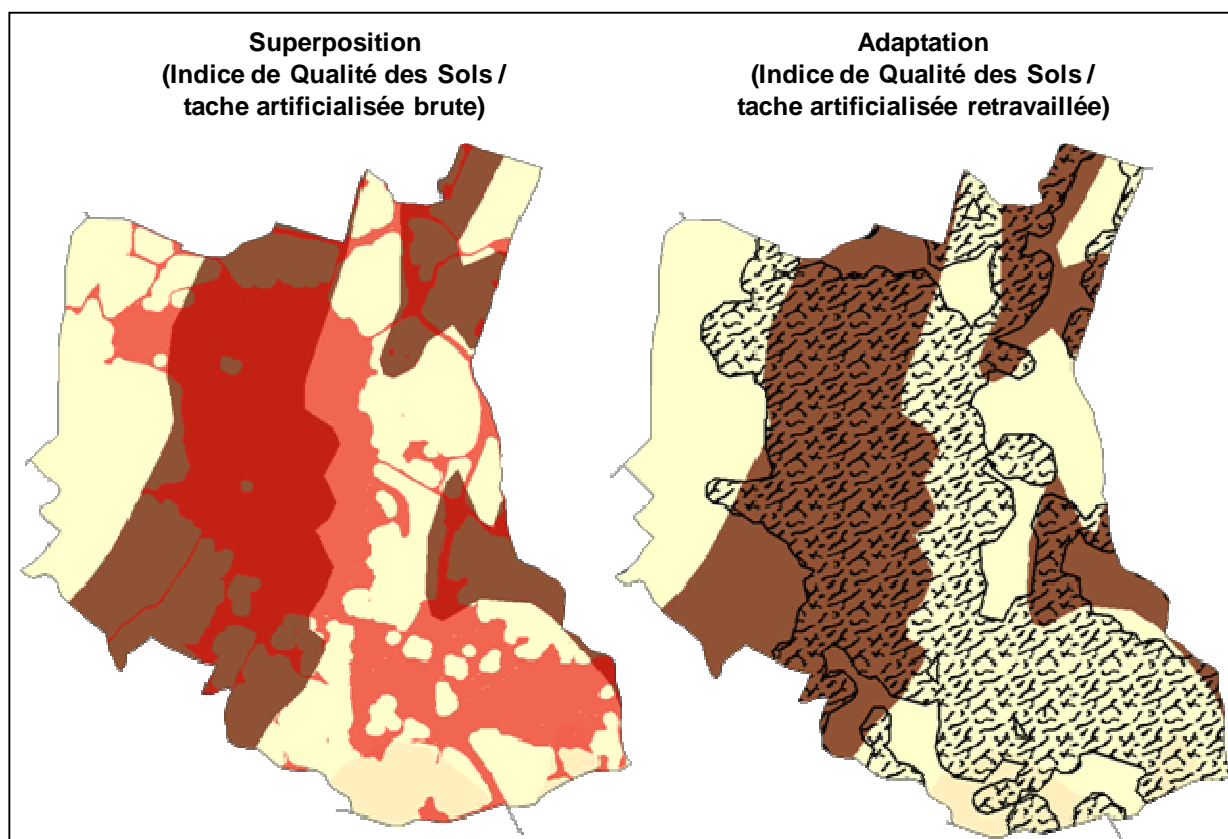


Figure 94 : Adaptation de la tache artificialisée pour une analyse de l'Indice de Qualité des Sols à une échelle communale (Commune de Saint-Gély-du-Fesc, Hérault)

La diffusion de l'IQS, basée sur des critères qualitatifs forcément subjectifs, a donc suscité de nombreux débats tout au long du processus de son élaboration. Vu les risques liés à son interprétation, il est apparu essentiel d'accompagner les acteurs amenés à l'utiliser afin de leur faire prendre conscience de l'ensemble des contraintes et enjeux liés à son utilisation. Les discussions ont mis en avant la nécessité d'assortir la diffusion de la donnée d'une documentation précise et de formations adaptées aux publics concernés (services de l'État, collectivités et bureaux d'études). Les acteurs ont soulevé le besoin d'être formés à des notions de pédologie et aux techniques d'analyse spatiale afin d'extraire une information utile et utilisable. En novembre 2010, une formation de deux jours dispensée par l'équipe de pédologues de l'INRA, adressée aux agents des DDT(M) et de la DRAAF LR a d'ores et déjà eu lieu.

9.2.2. Des enjeux liés à l'opérationnalité

Un indicateur destiné à appuyer la décision ou la communication doit être suffisamment simple pour répondre explicitement à une question posée. Une critique récurrente portée aux indicateurs est leur manque d'opérationnalité. A ce sujet, la profusion de listes d'indicateurs génériques inutilisés est révélatrice. Cela renvoie à plusieurs questions d'ordre méthodologique. Comment faire passer l'idée de l'utilité d'un modèle pour répondre à des besoins pratiques au quotidien ? Comment diffuser l'Indice de Qualité des Sols fondé sur des connaissances particulières pour que l'ensemble des acteurs puissent se l'approprier ? Comment clarifier, pour chacun, les concepts de l'analyse spatiale liés à la production d'une tâche artificialisée ? Les temps courts de l'action et les impératifs de résultats en matière d'aménagement s'opposent aux temps longs propres au travail de recherche et de conceptualisation. L'importance des **interactions** entre acteurs et chercheurs et les efforts de **pédagogie** sont apparus comme des facteurs essentiels.

Plus généralement, les premiers retours d'expérience sur l'utilisation du système d'indicateurs ont mis en évidence la nécessité de vulgariser les notions et techniques d'analyse spatiale afin d'utiliser un langage commun. Malgré la simplicité d'utilisation que requiert un « bon indicateur », il paraît pourtant indispensable aux utilisateurs, sinon de maîtriser, du moins de pouvoir appréhender, les langages et procédés qui ont conduit à son élaboration. En ce sens, le rôle du chercheur est d'apporter des **éléments de facilitation** pour favoriser l'appropriation d'indicateurs par les utilisateurs potentiels qui sont avant tout, des acteurs institutionnels ou politiques. La tâche est peu aisée car les indicateurs se fondent sur des connaissances scientifiques et des techniques parfois « complexes » à appréhender. Nous rejoignons ici les propos de Dubus et al. (2010) qui insistent sur le rôle du géographe de « *passer de savoirs géographiques : l'information géographique, par sa technicité, n'est pas toujours d'un abord facile, ce qui requiert d'aller parfois au delà de la simple information de la population, pour atteindre un certain degré de formation des citoyens comme des élus* ». La reconfiguration nécessaire des méthodes de travail liées à la généralisation des nouvelles technologies de l'information dans les institutions, et de la géomatique en particulier, soulève de nouvelles questions de recherche.

Les contraintes liées à la disponibilité des données ont constitué un frein important pour produire un système d'indicateurs répondant aux ambitions de départ. J'ai rencontré de nombreuses difficultés pour mobiliser des données à la fois fiables, homogènes et exhaustives. Un constat émerge de façon récurrente du discours porté par les acteurs ; des efforts restent à faire pour **mutualiser l'information**. Ce qui se traduit souvent par des situations paradoxales. De nombreux moyens sont mis en œuvre pour produire des données similaires et redondantes d'un service à l'autre. En outre, lorsque des données s'avèrent disponibles, il manque souvent les **éléments d'interprétation**, pourtant indispensables à leur exploitation. Pour répondre à ces enjeux d'opérationnalité, le chercheur a donc un rôle à jouer en matière de développement de méthodes destinées à la production de connaissances nouvelles.

L'ensemble de ces enjeux (opérationnalité, interprétation, légitimité, fiabilité, etc.) a soulevé de nombreuses questions méthodologiques non résolues. Mais les résultats de cette étude ont également apporté des éléments de réponse intéressants qui, de mon point de vue, encouragent à poursuivre les travaux engagés.

9.3. Perspectives de recherche

En vue d'enrichir et de consolider la démarche de co-construction mise en œuvre, j'ai voulu identifier les pistes de recherche qui mériteraient d'être approfondies et que la démarche évaluative m'a permis de mettre en évidence.

9.3.1. Enrichir le système d'indicateurs

Pour enrichir le système d'indicateurs il est envisagé, d'une part, d'affiner les méthodes de production de variables spatiales de référence appliquées à l'échelle du Languedoc-Roussillon (taches artificialisées et Indice de Qualité des Sols) et, d'autre part, de proposer des indicateurs spatialisés et spatiaux complémentaires.

9.3.1.1. Affiner les variables de référence produites pour le calcul des indicateurs

En termes de développement et d'amélioration des méthodes de production des taches artificialisées et de l'Indice de Qualité des Sol, plusieurs pistes me paraissent intéressantes à explorer.

Affiner la méthode de traitement d'images

L'application de la méthode mise en œuvre pour déterminer les espaces artificialisés a d'abord mis en évidence des voies d'amélioration des traitements de télédétection pour augmenter encore la précision et l'exhaustivité des résultats, tout en diminuant les temps de traitement. L'intégration de corrections radiométriques et le calcul d'indices de texture complémentaires permettraient notamment d'affiner la classification des zones naturelles. Ce type de technique nécessiterait alors de faire appel à l'utilisation de données thématiques supplémentaires. Il a été envisagé de mobiliser le Référentiel Grande Échelle¹⁶², constitué de nombreuses couches de données décrivant l'occupation du sol de toute la France et le Registre Parcellaire Graphique qui tend vers l'exhaustivité des parcelles relevant des exploitations agricoles, tout ou partie, subventionnées par la PAC.

Enfin, l'application de la méthode de traitement d'images dans le contexte languedocien a permis d'évaluer la pertinence de sa mise en œuvre à une échelle régionale dans un contexte méditerranéen et de l'adapter en conséquence. Il serait pertinent de la transposer à une plus petite échelle¹⁶³ et / ou dans un contexte différent. L'application de la méthode sur une ou deux régions supplémentaires permettrait de valider sa « transposabilité » effective.

Produire des taches artificialisées adaptées aux objets d'étude

Une seconde voie d'amélioration de la méthode de production de taches artificialisées consisterait à adapter le choix de distance de continuité du bâti en fonction du type d'espace étudié (urbain, périurbain, rural). Cela consisterait à faire varier la largeur de la zone tampon appliquée aux objets constitutifs des espaces artificialisés et produite par l'opération de dilatation/érosion. La nomenclature devrait alors être complétée pour permettre de différencier les espaces artificialisés constitutifs des zones rurales, périurbaines et urbaines et définir des critères de distance entre les objets bâtis correspondant. Cette dernière perspective

¹⁶² Ibid note n°133

¹⁶³ Ibid note n°147

d'amélioration de la méthode paraît particulièrement appropriée pour produire une donnée qui permette d'alimenter les études sur la forme des villes et leur déploiement dans l'espace.

Passer d'un Indice de Qualité des sols à une carte de vocation des sols

La production de l'IQS a engendré de nouvelles demandes de la part des EPCI et des collectivités pour appuyer les démarches d'élaboration de diagnostics de territoire notamment. En termes d'enrichissement de la méthode de détermination de la qualité des sols, il apparaît indispensable de passer d'un Indice de Qualité des Sols à une carte de vocation des sols, beaucoup plus complexe à réaliser, afin notamment d'assurer son opérationnalité en tant qu'outil d'aide à la décision. Pour une lecture complète des enjeux agricoles, il faut compléter cette donnée par d'autres éléments permettant d'aider à identifier les espaces à conserver en priorité. En effet, certains espaces agricoles bénéficient d'aménités en termes d'équipements, de degré d'enclavement, d'accessibilité aux zones d'écoulement des produits alimentaires, de conditions climatiques qui peuvent permettre d'évaluer l'intérêt de les préserver. En Languedoc-Roussillon, l'accès aux équipements d'irrigation est, par exemple, un élément majeur à prendre en compte. L'état du morcellement du potentiel agronomique par les espaces artificialisés renvoie à la question de la superficie des sols à conserver en fonction de leur qualité et à l'intérêt de maintenir de petites superficies de très bonne qualité enclavées au sein de zones déjà fortement urbanisées. Cela soulève également la question de la cohabitation parfois difficile entre néo-ruraux et agriculteurs. Les agriculteurs ont-ils plus intérêt à conserver de petits îlots de sols de haute valeur agronomique ou de grands blocs agricoles de valeur agronomique moyenne mais plus faciles à travailler et dont la position relative à l'urbanisation est plus éloignée ? Pour compléter ces travaux, la DRAAF LR projette d'évaluer la viabilité économique des exploitations. Les acteurs du secteur agricole reconnaissent que la disparition de terres agricoles et d'exploitations est inévitable si celles-ci ne sont plus viables. A fortiori, des terres de qualité agronomique avérée seront plus faciles à protéger si ces concessions sont faites d'un accord mutuel. Il s'agit donc, à terme, de considérer l'ensemble des éléments qui vont conditionner la viabilité économique d'un système de production et de proposer d'autres Indices de Qualité fonction de la potentialité agronomique des sols à accueillir d'autres types de cultures (vigne, maraîchage, etc.).

Enfin, la qualification du potentiel agronomique d'un territoire se heurte à l'absence ou l'imprécision des données pédologiques sur les territoires étudiés. Dans ce domaine, la production d'indicateurs pour accompagner la décision à un échelon local, nécessiterait de disposer de données spatiales fournissant la connaissance de la nature des sols à une échelle supérieure ou égale à 1/50 000. Même si les archives offrent d'importantes quantités de données au format « papier », ce type de données très précises est quasiment inexistant au format numérique. On dispose d'une information qui n'est pas valorisée faute de moyens pour engager une procédure de numérisation. L'information mériterait d'être actualisée sur la base de nouvelles campagnes de relevés et d'acquisition, néanmoins lourdes à mettre en œuvre. Là aussi, des innovations mobilisant les savoirs locaux sont à développer.

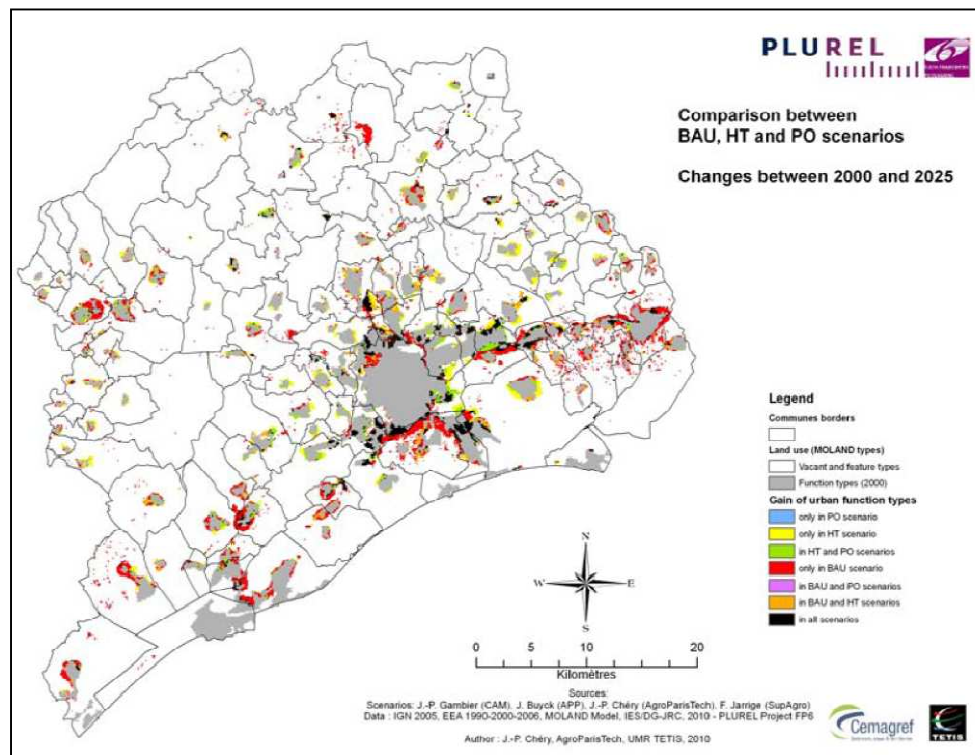
9.3.1.2. Compléter le système d'indicateurs

Proposer des indicateurs de prospective pour alimenter les scénarios des possibles

Depuis les années 1970 et l'apparition des premiers modèles de simulation (Gardner, 1970 ; Batty, 1972 ; etc.), le développement de logiciels et l'usage d'ordinateurs pour modéliser et simuler toutes sortes de systèmes s'est généralisé à la quasi totalité des

disciplines scientifiques. Certaines techniques de modélisation s'appuient sur des méthodes probabilistes (automates cellulaires, simulation multi-agent, etc.) pour simuler les changements d'occupation du sol à venir (Veldkamp et Lambin, 2001; Verburg et al., 2004 ; Podmanicky et al., 2009 ; Langlois, 2010; etc.). Les indicateurs de prospective se basent sur ce type de modèles projectifs, ils permettent d'alimenter des scénarios permettant d'anticiper les conséquences possibles, à plus ou moins long terme, liées à la mise en œuvre d'une action ou d'un projet de territoire.

Les taches artificialisées pourraient, dans une démarche prospective, alimenter un **logiciel de simulation par automate cellulaire**, permettant d'élaborer des scénarios d'évolution de l'artificialisation des sols pour les prochaines décennies, en fonction de règles et contraintes définies par l'utilisateur. A titre d'exemple, dans le cadre du projet européen PLUREL¹⁶⁴, ont été élaborés des scénarios d'évolution de l'occupation du sol par les surfaces artificialisées (2000-2025) basés sur l'exploitation du modèle MOLAND¹⁶⁵. J'ai pu suivre ce projet conduit, pour l'étude de cas française, à l'échelle de l'aire urbaine de Montpellier élargie¹⁶⁶. Les résultats de ces travaux ont permis de comparer différents scénarios d'évolution de l'occupation du sol et d'évaluer les effets liés à la mise en place du SCoT (Cf. Carte n°33).



Carte 33 : Comparaison des différents scénarios¹⁶⁷ d'évolution de l'occupation du sol à l'échelle de l'aire urbaine élargie de Montpellier (Source : Jarrige et al, 2011)

¹⁶⁴ Ibid note n°107

¹⁶⁵ Le modèle MOLAND, élaboré par le Joint Research Center, est un outil qui s'appuie sur une méthode probabiliste (automates cellulaires, définition de règles de transition) pour proposer des scénarios d'évolution de l'occupation du sol.

¹⁶⁶ Le périmètre retenu pour permettre des comparaisons entre pays, correspond aux « Rural-Urban Regions » (RUR), unités territoriales de référence européenne. Une RUR correspond à une agglomération polarisant de vastes espaces périurbains et ruraux.

¹⁶⁷ Cette carte est issue du croisement de trois scénarios établis dans le cadre du projet PLUREL sur la base de l'exploitation du modèle MOLAND : « Business-as-usual », « Hyper-Tech », « Peak Oil ».

Développer d'autres indicateurs spatiaux

Parmi les opérateurs d'analyse spatiale, certains ne considèrent pas seulement les relations entre les attributs mais également les relations entre position et attribut (opérateurs de distance, opérateurs de voisinage) (Joerin, 1998 ; Malczewski, 1999 cités par Desthieux, 2005). Des indicateurs de dilution et de fragmentation des taches artificialisées, se basant sur le **voisinage des cellules**, pourraient être croisés aux autres indicateurs d'étalement urbain déjà développés. Ce type d'indicateurs s'appuie sur l'analyse des propriétés de voisinage des pixels, qui nécessite des traitements d'analyse spatiale basés sur l'exploitation de données raster (grilles de cellules) et des traitements statistiques. Pour mettre en place ce type d'indicateurs, les travaux de l'écologie du paysage, en particulier, me paraissent particulièrement intéressants à explorer.

Chéry (2003) retient trois niveaux de construction d'indicateurs spatiaux en rapport avec les concepts de l'**écologie du paysage** : la tache d'habitat (unité de pavage de l'espace, à un instant donné), l'habitat (ensemble des taches d'un même habitat, qui est donc fragmenté en plusieurs taches) et le site naturel concerné (ensemble de plusieurs habitats). A chacun de ces niveaux correspond plus particulièrement certaines configurations morphologiques, qui peuvent être évaluées par des traitements en morphologie mathématique, sur une ou plusieurs images d'un même espace, à des dates différentes : au niveau de la tache (apparition, disparition, maintien, déplacement, complexification, simplification, déformation et orientation de la forme de la tache) ; au niveau de l'habitat (fragmentation, coalescence et orientation de l'ensemble des taches de l'habitat) ; au niveau du site (progression et régression conditionnelles d'un habitat aux dépens d'un autre, pression à distance).

Il me semble que les méthodes développées en écologie du paysage pourraient être appliquées au suivi des formes urbaines dans l'espace. Frankhauser (2005) différencie, par exemple, trois façons d'aborder l'information livrée par les taches urbaines (Cf. Figure n°69) selon la façon de considérer les objets construits :

- localisation des bâtiments sans considérer la taille ni la forme des taches urbaines (semis de points) ;
- étude basée sur l'information livrée par les taches urbaines (surface) mais qui néglige la forme des taches ;
- étude de la morphologie des taches urbaines (surface + forme).

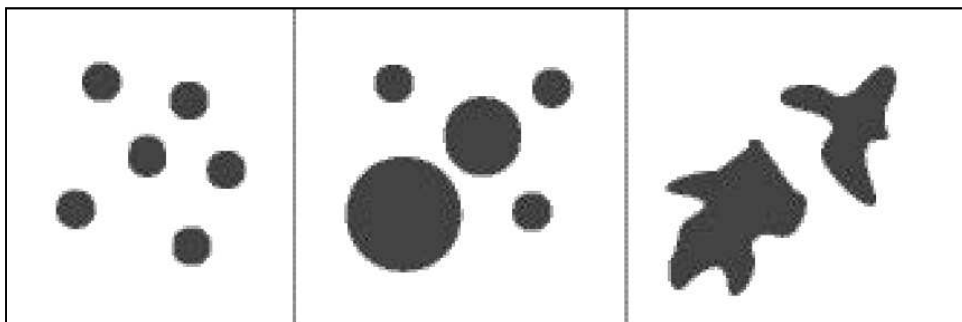


Figure 95 : Les trois façons de considérer l'information livrée par les taches urbaines, selon Frankhauser (2005)

Je me suis notamment intéressée à la mise en place d'un indice pour étudier le **degré de morcellement (fragmentation)** de la tache artificialisée, s'inspirant ainsi de méthode de construction d'indices issus de l'écologie du paysage (Jaeger, 2000 ; Frankhauser, 2005 ; Jaeger et al., 2009).

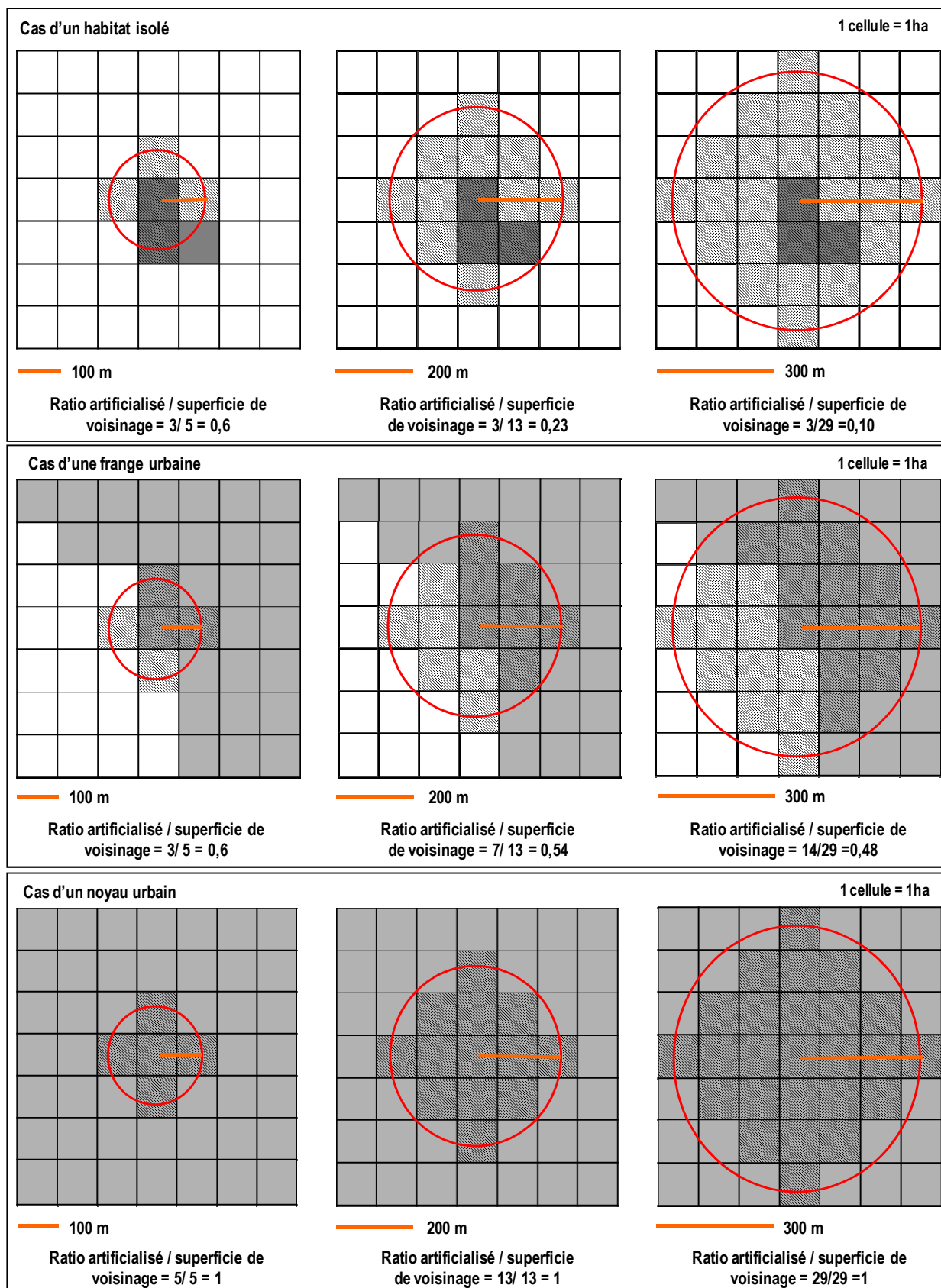


Figure 96 : Calcul itératif du nombre de cellules de voisinage en fonction de la densité de la tache artificialisée

Un procédé itératif basé sur le calcul du nombre de cellules de voisinage des pixels artificialisés est d'abord nécessaire (Cf. Figure n°96). Sur la base de traitements statistiques, il

est ensuite possible d'établir une typologie du type d'habitat (diffus, isolé, etc.) en fonction du degré de fragmentation considéré et des profils de voisinage de pixel mis en évidence (Cf. Figure n°97).

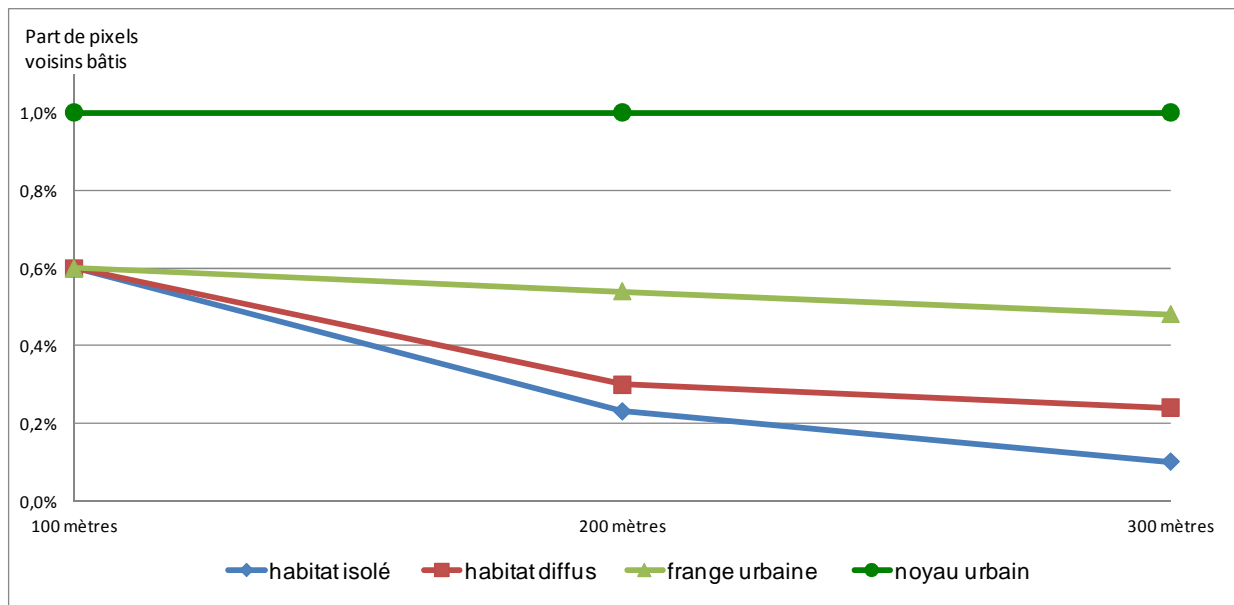


Figure 97 : Profils des pixels en fonction de la moyenne des pixels voisins bâtis à différentes distances

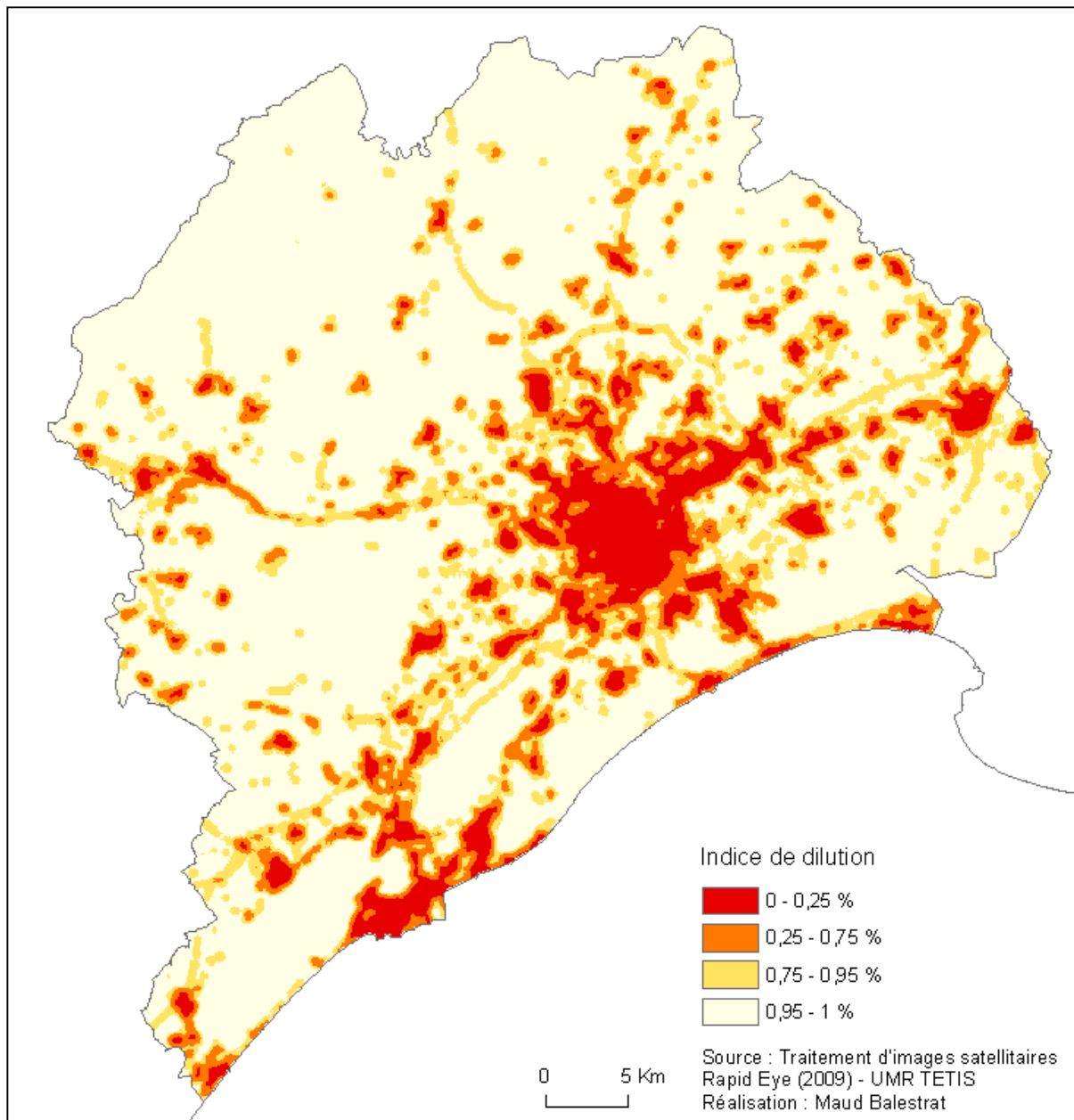
Parent et Angel (2007) ont proposé une **typologie** sur laquelle il est possible de s'appuyer pour créer ce type d'indice. Elle se base sur une cellule de voisinage de 1 km² et différencie cinq classes :

- Noyau urbain principal : plus grand groupe de pixels continus dans lequel au moins 50 % des pixels voisins est bâti ;
- Noyau urbain secondaire : groupe de pixels n'appartenant pas au cœur urbain mais dont 50 % des pixels voisins sont bâtis ;
- Frange urbaine : groupe de pixels n'appartenant pas au cœur urbain mais dont 30 à 50 % des pixels voisins sont bâtis ;
- Extension urbaine linéaire (en bordure de route) : bords semi continus de pixels de moins de 100 mètres de large et dont moins de 30 % des pixels voisins sont bâtis ;
- Habitat éparpillé ou dispersion : pixels dont moins de 30 % des pixels voisins sont bâtis et qui n'appartiennent pas à cette bordure routière de 100 mètres de large.

Ce type de typologie pourrait être appliqué aux taches artificialisées produites à l'échelle du Languedoc-Roussillon, à condition d'adapter ces critères au contexte languedocien. En la complétant avec des critères socio-économiques, par exemple, il serait possible de proposer des indicateurs novateurs sur les dynamiques d'extension des espaces artificialisés.

La carte n°34 illustre un **indice de dilution** appliqué à l'échelle de l'aire urbaine de Montpellier en 2009. Cet indice est également basé sur un calcul itératif de la valeur des pixels voisins. Il permet d'identifier le degré de dilution de la tache artificialisée, c'est-à-dire la variation du degré de surface bâtie dans l'espace. « *Toutes les villes présentent en effet, au-delà d'une zone très saturée en terrains artificialisés près de leur centre, un remarquable gradient de dilution des surfaces bâties, qui témoigne de la puissance organisatrice de la centralité urbaine, et de la prégnance du facteur d'accessibilité au centre dans la distribution*

des espaces investis par les constructions » (Guérois, 2003). Ce gradient présente des variations dans son intensité et peut ainsi permettre de dégager les effets de polarisation des centres et de discontinuité des espaces construits.



Carte 34 : Indice de dilution à l'échelle de l'aire urbaine de Montpellier élargie

Sur le plan pratique, cette mesure du gradient peut constituer une méthode relativement simple pour la délimitation des agglomérations urbaines, au moins en première approximation. Guérois (2003) a ainsi pu démontrer que « *le point d'inflexion des courbes de gradient correspond le plus souvent à l'extension spatiale des agglomérations urbaines définies par la continuité du bâti* ». En étudiant les différents profils statistiques obtenus il est possible de dégager des seuils d'emprise du bâti et d'analyser l'intensité de l'occupation par les sols artificialisés en fonction de la distance au centre.

L'étude des propriétés de voisinage des pixels pour analyser la forme des villes (morphologie urbaine) renvoie à un large champ de recherche et d'applications (Enault, 2003

; Guérois, 2003 ; Grasland, 1999 ; etc.) qu'il serait pertinent d'explorer pour proposer des indicateurs ou indices de ce type.

Enfin, avec l'aide de l'équipe du Cemagref Grenoble¹⁶⁸ (avec laquelle j'ai construit l'interface de consultation du système d'indicateurs en ligne), j'ai réfléchi à la production d'indices permettant de mesurer la **ségrégation spatiale d'une population** (formée par plusieurs classes ou groupes). Massey et Denton (1988) distinguent les formes et manifestations spatiales de la ségrégation en cinq dimensions : l'égalité, l'exposition, la concentration, le regroupement ou l'agrégation spatiale et la centralisation. Pour chaque dimension, on distingue généralement les indices intragroupes (qui mesurent la répartition d'un groupe par rapport à l'ensemble de la population), les indices intergroupes (qui comparent la répartition d'un groupe avec celle d'un autre groupe) et les indices multi groupes (qui permettent de comparer la répartition spatiale de plusieurs groupes à la fois). Dans le cadre de l'étude DRAAF LR, ces indices de ségrégation ont été développés pour analyser la répartition socio-spatiale de la population par tranche d'âge à un niveau communal (Cf. Annexe n°13). Il serait possible de proposer d'autres types d'indices basés par exemple sur la répartition de la population en fonction de la structure familiale des ménages, des catégories socio-professionnelles, etc. Pour évaluer l'apport de ce type d'indice, des études statistiques approfondies des résultats obtenus doivent être mise en œuvre.

Exploiter des données et techniques complémentaires

Certaines données, qui ne répondaient pas à l'ensemble des critères exigés (fiabilité, homogénéité spatiale, fréquence de mise à jour, etc.) ont été écartées dans le cadre de l'étude (ex : Déclarations d'Intention d'Aliéner, casier viticole, réseau d'irrigation, etc.). Il serait pertinent de les exploiter, notamment pour tester la production d'indicateurs complémentaires. D'un point de vue plus exploratoire, de nouvelles pistes de développement méthodologique sont apparues récemment. Elles permettraient d'approfondir la réflexion sur la consommation des espaces agricoles. L'utilisation complémentaire de la télédétection laser type LIDAR (Light Detecting And Ranging) constitue une voie de développement. Ces outils produisent des modèles numériques de surface en trois dimensions permettant par exemple de déterminer la forme et la hauteur du bâti. Il est alors possible d'extrapoler la nature des bâtiments (habitat individuel, etc.) et la superficie développée. En combinant ces outils avec les taches artificialisées, il devient envisageable d'évaluer et de suivre les dynamiques de densification des zones construites.

9.3.2. Consolider la démarche de production d'un système d'indicateurs

9.3.2.1. Poursuivre la démarche évaluative

La mise en place d'un outil de consultation et sa diffusion ont conduit vers d'autres problématiques qui constituent en soi de nouvelles questions de recherche. Il est envisagé notamment pour évaluer le système d'indicateurs proposé, d'apprécier l'impact de la diffusion d'une connaissance nouvelle auprès d'un public d'acteurs ciblés. La démarche consisterait alors à identifier plusieurs groupes d'acteurs représentatifs de l'ensemble des utilisateurs potentiels afin de travailler avec eux à la fois sur le contenu et la structuration de cet outil, en particulier pour optimiser la communication du système d'indicateurs, et sur les effets engendrés par la mise à disposition d'une telle interface pour appuyer les processus

¹⁶⁸ Ibid note n°159

décisionnels. Cet outil de consultation pourrait même, à plus long terme, constituer une composante d'un observatoire.

9.3.2.2. Envisager des moyens supplémentaires pour communiquer le système d'indicateurs

Le Grenelle 2 de l'environnement préconise « *une meilleure diffusion des indicateurs de développement durable* » (Bovar, 2010). Les observatoires se développent actuellement dans ce sens pour produire une information « *au service des acteurs* » (Tazi, 2002). Leurs principales fonctions sont de centraliser, collecter, traiter et analyser l'information pour ensuite la diffuser vers un public ciblé. Ils sont donc destinés à produire et diffuser des indicateurs adaptés aux besoins des acteurs. Plus généralement, les observatoires ont une fonction de coordination, de recherche et d'appui méthodologique et doivent favoriser la concertation entre acteurs (publics et privés) (Tazi, 2002).

A l'échelle d'une intercommunalité, l'Observatoire du Syndicat Mixte du Bassin de Thau assure un diagnostic permanent du territoire pour appuyer les travaux menés dans le cadre du SCoT, du SAGE et du réseau Natura 2000. L'observatoire définit et met en place des indicateurs de suivi. La mise en place de ce type d'observatoire à des niveaux territoriaux locaux pose des questions méthodologiques. Le projet COPT¹⁶⁹ s'est intéressé à ces questions. Les chercheurs ont proposé une méthode de conception d'observatoire autour de la question de la gestion agricole. Ils ont identifié que la véritable difficulté d'un observatoire consiste à rassembler les acteurs autour d'un projet commun pour « *dépasser les clivages politiques ou administratifs et les conflits d'intérêt* » (Le Moisson et al., 2008). Des chercheurs de l'UMR TETIS, s'intéressent actuellement à une démarche de « *construction collaborative d'observatoires territoriaux* » (Co-Obs), c'est-à-dire à des observatoires « *ayant pour finalité la gestion d'un territoire ou des ressources de ce territoire* ». Dans ce cadre, ils retiennent trois conditions à la mise en œuvre d'une telle démarche : « *l'identification claire et explicite d'un enjeu territorial particulier ; la présence active d'une communauté d'acteurs réunie autour de cet enjeu ; la volonté, partagée par la communauté d'acteurs, de construire un système d'information pérenne dédié au suivi de cet enjeu* » (Le Moisson et al., en cours).

L'observatoire de la consommation des espaces agricoles, instauré par la loi de l'agriculture et de la pêche du 27 juillet 2010, a pour mission d'élaborer des outils pertinents pour mesurer le changement de destination des espaces agricoles et pour homologuer des indicateurs d'évolution. La méthode générique de détermination de la tache artificialisée, transposable sur tout le territoire national et reproductible dans le temps constitue une réponse méthodologique pour mesurer ces changements d'usages. Le système d'indicateurs développé dans le cadre de mes travaux combine des informations de quantité et de qualité des terres consommées avec des informations socio-économiques permettant d'analyser les dynamiques de consommation des terres à l'œuvre. Cette originalité constitue un élément de réponse potentiel aux missions de l'observatoire des espaces agricoles.

¹⁶⁹ Le projet « Conception d'Observatoires des Pratiques Territorialisées » a mobilisé plusieurs équipes de recherche dont une équipe de l'UMR TETIS de 2004 à 2008.

Synthèse du chapitre 9

Le système d'indicateurs produit veut constituer un système d'aide à la compréhension de la complexité des dynamiques territoriales à l'œuvre pour appuyer les dispositifs de gestion des sols en zone périurbaine languedocienne. Il a été évalué au fur et à mesure du processus de co-construction conduit avec les acteurs institutionnels mobilisés.

En termes d'évaluation, la méthode de modélisation a permis de proposer une approche novatrice du cadre conceptuel DPSIR. L'approche ouvre des perspectives intéressantes pour améliorer l'usage du modèle dans les processus d'élaboration de système d'indicateurs. L'implication des acteurs, tout au long du processus de co-construction, a permis de mettre en évidence les enjeux liés à l'interprétation et à l'opérationnalité du système d'indicateurs produit. Le choix de proposer une approche modélisatrice et participative itérative implique la nécessité d'accompagner les acteurs. Cela oblige à concevoir des méthodes et outils novateurs afin d'assurer légitimité et fiabilité des indicateurs.

Dans la perspective d'enrichir le modèle, il est envisagé d'affiner les méthodes de production des variables de référence (taches artificialisées et indice de qualité des sols), d'explorer des données complémentaires potentiellement pertinentes à exploiter et d'envisager des indicateurs novateurs, notamment des indicateurs spatiaux et des indicateurs de prospective pour alimenter les scénarios des possibles. En vue de consolider la démarche, il serait nécessaire de poursuivre le processus d'évaluation du système d'indicateurs avec les acteurs mais également de tester la reproductibilité de la méthode sur d'autres territoires d'études et à d'autres échelons d'appréhension. Enfin, pour envisager des perspectives à plus long terme, il serait pertinent de faire le lien entre la démarche proposée pour produire un système d'indicateurs et les démarches d'observatoire qui se multiplient actuellement pour encadrer les processus de diffusion de l'information, ce en vue de favoriser des approches intégrées, concertées du développement des territoires et d'évaluer la performance des actions mises en œuvre. Dans le contexte actuel de généralisation des observatoires, pour répondre aux impératifs de participation et d'intégration des politiques de gouvernance territoriale, ces travaux peuvent apporter des éléments de réponses aux questions soulevées.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La montée en puissance des préoccupations environnementales, sociales et économiques a engendré des changements profonds de perception et de comportement. Mais les principes véhiculés par l'idéologie du développement durable (intégration, participation, durabilité) demeurent dans les faits difficiles à mettre en œuvre. « *L'adaptation aux spécificités des situations locales, toujours particulières, les articulations entre les échelles enchâssées de décisions (...) sont de fortes contraintes à la déclinaison opérationnelle de ce concept à la mode* » (Lardon et al., 2008).

Le développement de systèmes urbains durables soulève de nombreuses questions : quel urbanisme mettre en place pour réduire la consommation d'énergie et d'espace ? De quelle façon réguler les mécanismes de promotion immobilière qui manquent de cohérence d'ensemble ? Quels nouveaux modes d'habiter proposer ? Comment privilégier les espaces de proximité et favoriser l'accès à un logement et aux services publics pour tous ? L'ensemble de ces questions renvoient à une problématique commune, celle de la « négociation » des futures extensions urbaines et avec elle, celle de la périurbanisation. Le périurbain « *concentre les exagérations maximales des difficultés de l'action publique* » (Roux et Vanier, 2008).

Dans cette « négociation », la question du devenir des espaces agricoles devient de plus en plus centrale. Ils sont pourvoyeurs essentiels de ressources alimentaires, de matières premières industrielles et d'emplois. Mais au-delà des rôles liés à la production, l'agriculture assure désormais d'autres fonctions (récréatives, environnementales, paysagères, etc.) pour satisfaire les besoins d'une population aux modes de vie de plus en plus urbanisés.

La consommation des superficies agricoles va continuer. L'enjeu est de réussir à mettre en place des systèmes de gestion intégrée des territoires qui permettent de concilier des fonctions multiples mais aussi les temps courts (action publique) et temps longs (durabilité), et ce à des échelons d'action adéquats. Des exemples existent, plus ou moins probants, de mise en œuvre de projets urbains qui proposent une utilisation plus intégrée et cohérente des espaces périurbains et reconsidèrent, notamment, la place de l'agriculture. A Barcelone, en 1996, l'acquisition d'une superficie de 2700 ha, associant 14 communes au sud de la Métropole, a permis la mise en place d'un parc agraire qui fait vivre plus de 2500 personnes (maraîchers, arboriculteurs, éleveurs, grossistes, techniciens agricoles, etc.) (Durbiano, 2001). A Munich, 6000 ha sont aidés financièrement pour favoriser la conversion en faveur d'une agriculture plus raisonnée et contribuer ainsi à la dépollution des sols (D'Humières, 2007). En France aussi des expériences novatrices peuvent être citées. L'agglomération de Nantes métropole a mis en place un système de réglementation pour assurer la protection de 60 % des terres à vocation agricole et la Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse a acquis 300 ha dans la perspective de former une ceinture verte autour de la ville (Certu et al., 2008).

Ces expériences soulèvent la question de la notion de bien public par rapport à une logique de droit foncier privé. Il « apparaît nécessaire » d'envisager des outils réglementaires et des mesures compensatoires qui permettent de récupérer des terres n'appartenant pas à des exploitants agricoles et souvent déjà destinées à d'autres usages. Inversement, il « s'agit de guider » l'usage de terres agricoles privées en empêchant, via une réglementation adaptée, de les destiner à l'urbanisation. « Il faut trouver » les moyens de favoriser l'accession à la propriété pour les jeunes exploitants en soutenant les démarches associatives notamment. L'enjeu est également de soulager les élus de la pression « pour autoriser les constructions »,

en mutualisant les responsabilités. La SAFER¹⁷⁰ et les EPF¹⁷¹, par exemple, doivent travailler en complémentarité et disposer de plus de souplesse dans l'utilisation des droits de préemption au profit des communes.

Les SCoT constituent de nouveaux outils de négociation des futures extensions urbaines. Cependant, ceux-ci apparaissent peu efficaces et demandent de mettre en place une nouvelle gouvernance. Il « faut inventer » de nouveaux contrats associant l'ensemble des acteurs concernés (détenteurs du foncier, fonctionnaires d'État, élus politiques, professionnels agricoles, société civile). *« Les mesures règlementaires de protection ou d'ouverture à l'urbanisation doivent être accompagnées par des mesures favorisant « la gestion de projets » (développement agricole, protection environnementale, organisation de la maîtrise foncière, renouvellement urbain, etc.). Il s'agit de dépasser la logique habituelle qui s'appuie uniquement sur la réglementation pour prendre en compte également les pratiques de négociations et de contrat »* (Kaszynski et Paradadol, 2004). En résumé, pour mettre en œuvre des politiques de planification plus cohérentes, il « faut favoriser » les démarches de projets permettant de responsabiliser les citoyens et politiciens devenant ainsi de véritables acteurs de leur territoire. *« Pour réellement changer les modes de gouvernance, il semble nécessaire d'envisager des modalités de renforcement des compétences des acteurs, afin d'accroître leurs capacités à comprendre, à négocier, à agir et inter-agir, de manière individuelle mais surtout collective »* (Coudel, 2009). La liste des défis est longue et montre toute la difficulté de ces négociations, en particulier en termes d'outils à disposition pour appuyer les décisions.

C'est au regard de ces défis que les contributions de ma thèse doivent être analysées. Mes travaux avaient pour objet la production d'un système d'indicateurs spatialisés pour appuyer les dispositifs de gouvernance territoriale en matière de planification périurbaine. Mes choix méthodologiques m'ont conduit à proposer une démarche, qui concilie, dans une approche intégrée, un modèle systémique reformulé et une approche participative itérative impliquant de nombreux acteurs institutionnels en charge de l'aménagement du territoire languedocien. La figure n°98 rappelle les grandes étapes de la démarche mise en œuvre.

¹⁷⁰ Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural

¹⁷¹ Établissement Public Foncier

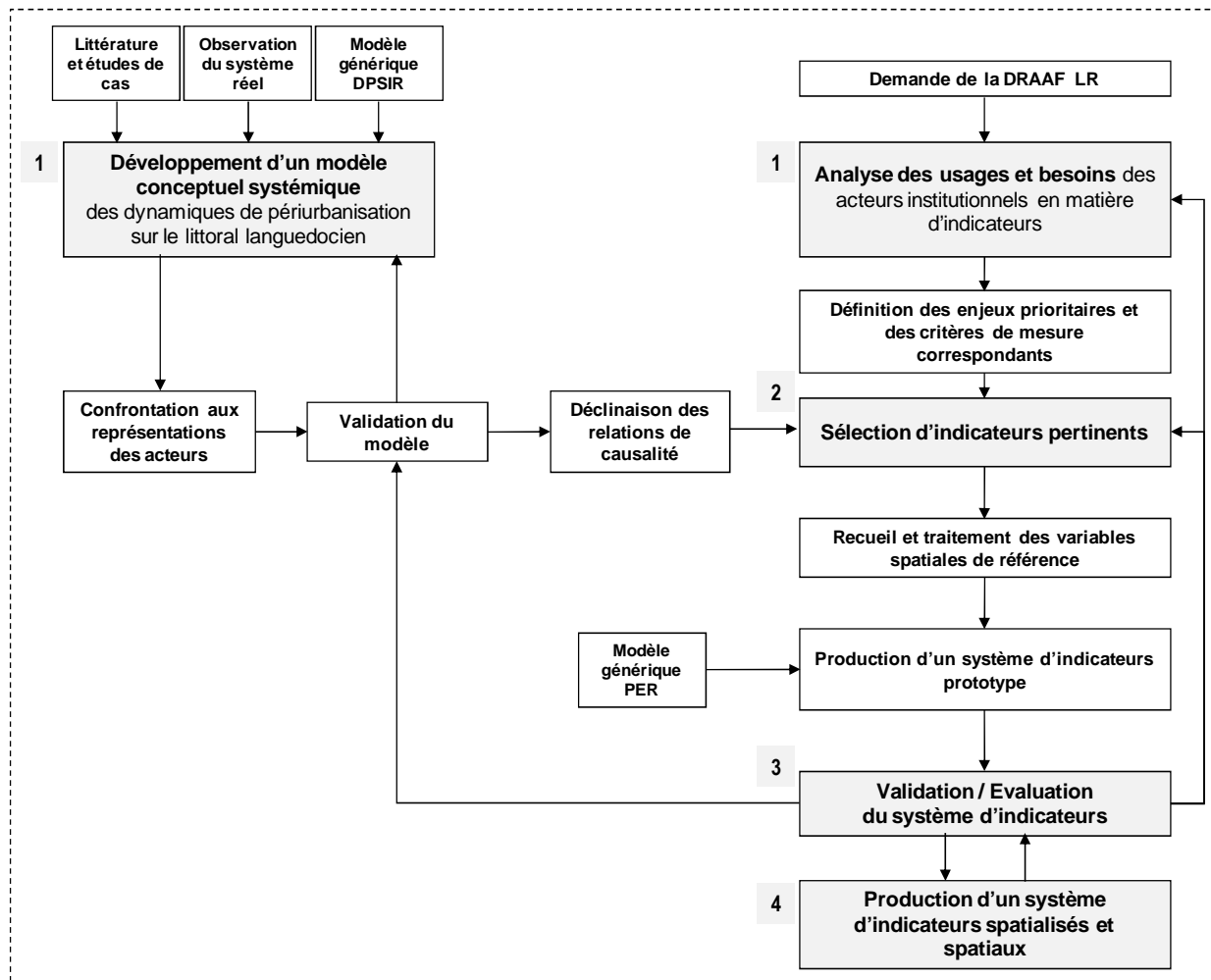


Figure 98 : Démarche participative itérative mise en œuvre pour la co-construction et la co-évaluation d'un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux

J'ai voulu à la fois produire une information spatiale sur la consommation des terres agricoles, robuste du point de vue de la méthode, tout en m'engageant dans un processus d'accompagnement d'acteurs institutionnels, nécessaire pour obtenir une légitimité d'utilisation. Ce processus a été complexe. L'identification d'une demande, souvent très opérationnelle et trop « gagée » par les impératifs de « reporting » simplificateurs et à des pas de temps trop courts, est une exigence peu compatible avec celle de la recherche. J'ai été confrontée à des difficultés pour convaincre de l'intérêt des outils de modélisation et d'analyse systémique, pourtant nécessaires à la formulation d'une représentation qui aide à la compréhension des phénomènes de périurbanisation. Enfin, j'ai dû être « opérationnelle » en répondant par des produits finis (la méthode et la tâche artificialisée) aux fortes attentes des acteurs institutionnels. Le processus a été contraint, en particulier en termes de temps : temps des rendus du projet et temps de rédaction de la thèse toujours trop courts.

La mise en place d'une démarche de concertation a d'abord conduit à la modélisation des dynamiques de périurbanisation à l'œuvre en Languedoc-Roussillon. Le modèle, basé sur une adaptation du référentiel DPSIR, a ensuite été précisé avec les acteurs institutionnels pour répondre plus précisément à la problématique posée par la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt du Languedoc-Roussillon, en matière de gestion des espaces agricoles périurbains. Ce cheminement a permis de construire une représentation intégrée et partagée du système territorial languedocien, utile pour guider le

processus de sélection des indicateurs et leur organisation dans un système d'aide à la décision.

En parallèle, les interactions entre chercheurs et acteurs ont permis de préciser les besoins en indicateurs pour suivre les dynamiques de consommation du potentiel agronomique des sols par les surfaces artificialisées. Les analyses issues des travaux de modélisation systémique et de concertation itérative, ont mis en évidence le manque de connaissances disponibles, voire de données, pour quantifier et qualifier l'évolution du capital foncier. Afin d'assurer l'opérationnalité du système d'indicateurs final, une méthode de suivi des espaces artificialisés dans le temps ainsi qu'une méthode de qualification du potentiel agronomique des sols ont été définies.

La mise en œuvre de la démarche de co-construction a abouti à la production d'un système composé de 141 indicateurs spatialisés et spatiaux mis à la disposition des acteurs par l'intermédiaire d'une interface de consultation en ligne. La demande des acteurs portait essentiellement sur des indicateurs spatialisés. J'ai cependant voulu intégrer quelques indicateurs complémentaires qui s'appuient sur l'organisation et l'agencement des objets géographiques dans l'espace comme des éléments explicatifs des dynamiques de périurbanisation en œuvre. Les quelques indicateurs spatiaux proposés utilisent des critères de distance pour analyser, par exemple, les phénomènes de polarisation des centres-urbains et de création de nouvelles centralités en périphérie des villes. Le système d'indicateurs produit permet aux acteurs des instances agricoles d'objectiver et de légitimer leur discours dans les démarches de planification périurbaine. Les résultats ont pu être discutés tout au long du processus de co-construction, afin d'évaluer les apports et limites de la démarche proposée et d'envisager des pistes de recherche dans la perspective de poursuivre ces travaux.

Les principaux enseignements de mes recherches concernent trois domaines théoriques et méthodologiques. Dans le cadre de la production de systèmes d'indicateurs, j'ai d'abord « revisité » le **modèle DPSIR** par son adaptation au concept de système territorial et son application dans un espace-temps donné. Je me suis efforcée de proposer une approche systémique indispensable à la construction d'un véritable **système d'indicateurs** qui constitue en soi un modèle d'aide à la compréhension de la complexité territoriale. Sur ce point le modèle DPSIR adapté s'est avéré un outil intéressant pour constituer un support de concertation et proposer une approche intégrée qui aide à la compréhension et à l'analyse des dynamiques de périurbanisation dans le processus global de croissance urbaine.

La démarche de production d'un système d'indicateurs envisageait de s'appuyer principalement sur l'exercice de modélisation. La confrontation du modèle aux représentations des acteurs m'a cependant conduit à réorienter mes objectifs de départ. La légitimité des indicateurs produits est conditionnée par leur capacité à répondre aux questions que se posent les acteurs. Mes travaux apportent donc également des éléments de réflexion sur la **participation des acteurs** et les modalités de leur implication dans la démarche de co-construction. Dans les processus décisionnels, la confrontation à la réalité implique des apprentissages et des besoins d'accompagnement. Pour mener à bien mes recherches je me suis efforcée d'adopter une **approche « chemin faisant »**. C'était une démarche volontaire pour laisser place aux débats et à la négociation. J'ai cependant été confrontée à deux difficultés principales. En premier lieu, il n'a pas toujours été aisé de concilier l'aspect conceptuel propre à l'exercice de modélisation avec les impératifs d'opérationnalité du système d'indicateurs. Par ailleurs, pour produire un système d'aide à la décision qui réponde spécifiquement aux besoins des acteurs, les travaux de modélisation et de concertation ont mis

en évidence la nécessité impérative de disposer de données spatialisées qui permettent de caractériser et de mesurer la progression des espaces artificialisés dans le temps. La conception d'une méthode de production de taches artificialisées était indispensable à la mise en œuvre d'indicateurs fiables scientifiquement et qui répondent aux besoins des acteurs. Elle est devenue prioritaire et m'a demandé un travail conséquent avec l'aide nécessaire de l'équipe TETIS impliquée dans le projet.

Mes travaux ont donc abouti à l'élaboration d'une **méthode de production de tache artificialisée**, généralisable et reproductible. Le souci d'exhaustivité de cette donnée a demandé un important travail de traitement d'images satellitaires. La mise à disposition d'une information nouvelle, utile pour orienter les décisions des acteurs en matière de planification périurbaine, est apparue comme un élément intéressant pour produire des indicateurs spatiaux. Sur ce point, les travaux de la thèse mériteraient d'être poursuivis.

Mes recherches ouvrent ainsi des pistes dans plusieurs domaines. Dans le cadre des démarches de production d'indicateurs, elles s'intéressent à l'emploi de la modélisation, en particulier du modèle DPSIR, comme outil de traduction des processus de périurbanisation et comme support de concertation et de négociation. Ces recherches soulèvent également des enjeux de légitimité, d'opérationnalité et d'interprétation des indicateurs qui impliquent la nécessité de proposer des méthodes d'apprentissage et d'accompagnement des acteurs. Elles questionnent enfin les modalités d'emploi des techniques d'analyse et de modélisation spatiale pour la construction d'indicateurs spatiaux novateurs. Pour répondre à des impératifs de construction de représentations territoriales partagées, de mutualisation des données et d'usage d'une information spatiale au service des besoins des acteurs les démarches d'observatoires présentent un intérêt certain.

Ces éléments de conclusion soulèvent la place de la parole scientifique, le degré d'implication de chacun, scientifiques et acteurs institutionnels. Le besoin de connaissances nouvelles sur les territoires, notamment pour mesurer les voies vers la durabilité et accompagner les dispositifs de mise en œuvre des politiques publiques, est un enjeu d'actualité. A un tournant des sciences humaines, notamment en faveur de la recherche-action, et au vu des progrès, sans cesse renouvelés, dans le domaine de la géomatique, le géographe a un rôle certain à jouer. Il doit aider à la valorisation des savoirs locaux et apporter des connaissances nouvelles sur les territoires en assurant leur robustesse scientifique et leur légitimité auprès des acteurs de terrain. Son rôle de « passeur de savoir », synonyme d'accompagnement de la prise de décision, est de fournir des outils opérationnels, pour encadrer les négociations, et de livrer une information utile pour répondre aux enjeux de gestion des territoires actuels et à venir.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRANTES P.** (2009). *Dynamiques urbaines et mutations spatiales agricoles à l'échelle de la région Languedoc-Roussillon : analyse et modélisation géographique*. Projet de recherche post-doctorale, Montpellier, INRA - Supagro - UMR Innovation - Équipe Innovations Territoriales, 50 p.
- ABRANTES P., SOULARD C., JARRIGE F., LAURENS L.** (2010). Dynamiques urbaines et mutations des espaces agricoles en Languedoc-Roussillon (France). *Cybergeo : European Journal of Geography. Espace, Société, Territoire [En ligne]*, n°485, 19 p.
- ACKERMANN G., TOURNAIRE O., MERING C.** (2004). Study of the extension of the buildup on the Senegalese coast based on Haralick textural parameters. *Revue Française de Photogrammetrie et de télédétection*, n°173-174, p.104-112
- AEE** (1995). *Europe's Environment: the Dobbris Assessment*. Copenhague, Agence Européenne de l'Environnement, 676 p.
- AEE** (2001). *Environmental Signals 2001*. Copenhague, Agence Européenne de l'Environnement, 113 p.
- AEE** (2005). *European Environmental Outlook*. Copenhague, Agence Européenne de l'Environnement, 87 p.
- AEE** (2006). *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*. Copenhague, Agence Européenne de l'Environnement, 56 p.
- AGRESTE** (2009). L'utilisation du territoire en 2008. Teruti-Lucas. *Chiffres et données - Série Agriculture*, n°208, 51 p.
- AJOUC C.** (2007). *Les Modes d'occupation des sols. Les bases de données existantes sur le bassin de vie avignonnais. Les expériences nationales*. Avignon, AURA (Agence d'Urbanisme de l'Aire Avignonnaise), 70 p.
- ALBERT P.** (2005). *Projet EURMET. Méthodologie de traitement des images Spot 5*. Toulouse, Centre Interdisciplinaire d'Etudes Urbaines, 28 p.
- ALBERT P.** (2007). *L'apport des images satellites dans l'analyse comparée des espaces périurbains des métropoles du sud-ouest européen*. Thèse Géographie et Aménagement, Toulouse, Université Toulouse Le Mirail, 418 p.
- ALBERT P., BONIN-OLIVEIRA S., LABORIE J.-P.** (2008). *Préstation d'étude sur la connaissance du phénomène d'étalement urbain et des paramètres définissant une utilisation rationnelle de l'espace*. Toulouse, LISST CIEU, 79 p.
- ALBERTI J.** (2005). L'attractivité du Languedoc-Roussillon se confirme. *Repères INSEE*, vol. Synthèse pour l'économie du Languedoc-Roussillon, n°6, 6 p.
- ALINAT S.** (2005). *Le développement territorial en périurbain : projets et modélisations paysagères. Le cas de Montpellier et de Barcelone*. Thèse Géographie, Montpellier, Université Paul Valéry Montpellier III, 405 p.
- ALLAIRE G., DUPEUBLE T.** (2004). Des concepts aux indicateurs du développement durable : multidimensionnalité et responsabilisation. *Revue Développement durable et territoire*, 10 p.
- ANCELET E.** (2009). *Elaboration d'un outil d'aide à la réalisation de diagnostics territoriaux*. Mémoire de Master 2, Toulouse, Université Toulouse Le Mirail, Cemagref Grenoble, 36 p.
- ANCELET E., TORRE A., BRAY F.** (2011). *Notice d'utilisation de l'interface « Indicateurs et dynamiques territoriales en Languedoc-Roussillon »*. Grenoble, Cemagref, UR Développement des Territoires Montagnards, 19 p.
- ANGEL S., PARENT J., CIVCO D.** (2007). *Urban sprawl metrics : an analysis of global urban expansion using GIS*. Tampa (Floride), ASPRS Annual Conference, 12 p.

- ANTONI J.-P.** (2002). Urban sprawl modelling : A methodological approach Modélisation de l'étalement urbain : une approche méthodologique. *Cybergeo : Revue européenne de géographie*, n°207, 14 p.
- ANTONI J.-P., THÉVENOT J.** (2008). *Modéliser les dynamiques d'urbanisation pour accompagner la planification territoriale*. Rimouski, XLVe colloque de l'ASRDLF, 12 p.
- ANTONI V., LE BISSONNAIS Y., THORETTE J., ZAIDI N., LAROCHE B., BARTHÈS S., DAROUSSIN J., ARROUAYS D.** (2006). Modélisation de l'aléa érosif des sols en contexte méditerranéen à l'aide d'un référentiel pédologique régional au 1/250 000 et confrontation aux enjeux locaux. *Etude et Gestion des Sols*, vol.3, n°13, p.201-222
- AQUACHAR-CHARPENTIER M.** (1997). *Le périurbain en France*. Dossier bibliographique, Toulouse, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Centre Interdisciplinaire d'Etudes Urbaines, 110 p.
- ARLAUD S., JEAN Y., ROYOUX D.** (2005). *Rural-Urbain. Nouveaux liens, nouvelles frontières*. Rennes, Presses Universitaires de Rennes, Espaces et territoires, 506 p.
- ARPE** (2001). *Diagnostic développement durable urbain Tome 1 - Le questionnaire*. Toulouse, Association Régionale Pour l'Environnement Midi-Pyrénées avec le soutien du Conseil Régional Midi-Pyrénées et du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 76 p.
- ARPE** (2001). *Diagnostic développement durable urbain Tome 2 - Les indicateurs*. Toulouse, Association Régionale Pour l'Environnement Midi-Pyrénées avec le soutien du Conseil Régional Midi-Pyrénées et du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 44 p.
- ARPE M.P.** (2003). *Indicateurs du développement durable urbain. Présentation et description des indicateurs*. Toulouse, Agence Régionale Pour l'Environnement Midi-Pyrénées, 45 p.
- ASCHER F.** (2003). Métropolisation. in: Lévy J., Lussault, M. (dir.) *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.612-615
- ASCIONE M., CAMPANELLA L., CHERUBINI F., ULGIATI S.** (2009). Environmental driving forces of urban growth and development. An emergy-based assessment of the city of Rome, Italy. *Landscape and Urban Planning*, vol.93, n°3-4, p.238-249
- ASSAFI M., FAHSI A., AZERZAQ M.** (1997). Utilisation des images HRV de SPOT pour la détection du changement périurbain à Casablanca (Maroc). *Universités francophones. Actualité scientifique*, p.275-282
- ATGER C.** (2005). Des images au service de l'action. *Diagonal*, n°169, p.34-52
- AUDOIT C.** (2008). *L'étude de la fréquentation et de ses impacts sur le littoral languedocien*. Thèse Géographie, Montpellier, Université de Montpellier III - Paul Valéry, 569 p.
- AUDOIT C., HONEGGER A., PUECH D.** (2006). *Essai de typologie des modes d'appropriation des indicateurs de durabilité par les utilisateurs. L'exemple des lagunes languedociennes*. Montpellier, Colloque international : Usages des indicateurs de développement durable - Mise en relation des pratiques et savoirs pour les ressources marines et les territoires littoraux avec les acquis d'autres domaines et espaces, Organisé par le réseau Indicateurs de développement durable et durabilité, 14 p.
- AUDRIC S.** (2009). La campagne et les villes-centres de plus en plus attractives en Languedoc-Roussillon. *INSEE Repères*, n°1, 7 p.
- AUDRIC S.** (2009). La population légale du Languedoc-Roussillon s'établit à 2 534 144 habitants. *INSEE Repères. Chiffres pour l'économie du Languedoc-Roussillon*, n°1, 3 p.

- AUGUSSEAU X., BÉGUÉ A., DEGENNE P., LAGABRIELLE E., LOIREAU M., LO SEEN D.** (2011). *Projet Descartes. Outil de simulation cartographique pour l'aide à l'évaluation agro-écologique de scénarios de l'usage des sols en milieu insulaire tropical*. Rapport scientifique, Montpellier, Agence Nationale de la Recherche, programme agrobiosphère édition 2011, 49 p.
- AYDALOT P., GARNIER A., BASSAND M.** (1985). Périurbanisation et suburbanisation: des concepts à définir. Quelques tendances récentes et futures de l'urbanisation. *DISP*, n°80-81, p.53-59
- BACCAÏNI B., SÉMÉCURBE F.** (2009). La croissance périurbaine depuis 45 ans. Extension et densification. *INSEE Première*, n°1240, p.4
- BADARIOTTI D., WEBER C.** (2002). La mobilité résidentielle en ville. Modélisation par automates cellulaires et système multi-agents à Bogota. *Espace Géographique. Analyse urbaine.*, n°2, p.97-108
- BAILLY E.** (1996). Position de recherche sur une méthode de détermination d'un contour urbain. *Cybergeog : European Journal of Geography Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, p.2-8
- BALESTRAT M.** (2008). *Synthèse bibliographique. Etat des lieux des méthodes spatiales de suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols*. Montpellier, Cemagref (UMR TETIS), 34 p.
- BALESTRAT M.** (2009). *Spatial indicators for the analysis of peri-urban dynamics in the Languedoc Mediterranean area*. Lodz (Pologne), ERSA Territorial Cohesion of Europe and Integrative planning, 20 p.
- BALESTRAT M., BARBE E., CHÉRY J.-P., TONNEAU J.-P.** (En cours de relecture). Une démarche novatrice en faveur de la reconnaissance et de la préservation d'un patrimoine agronomique des sols. Le cas de l'agriculture périurbaine en zone languedocienne. in: *Soulard C., Margetic C., Valette, E., Innovations territoriales et agriculture périurbaine*, Nantes, Norois, p.16
- BALESTRAT M., BARBE E., DUPUY S.** (2011). *Analyse du potentiel agronomique affecté par l'aménagement du territoire en Languedoc-Roussillon - Phase 2 : 2009 / 2010 - Application des méthodologies de quantification des terres sur les départements littoraux du Languedoc-Roussillon*. Rapport d'étude, Montpellier, DRAAF LR, Cemagref-CIRAD (UMR TETIS), 51 p.
- BALESTRAT M., BARBE E., DUPUY S., LAGACHERIE P., MÉNARD T.** (2008). *Analyse du potentiel des terres agricoles affectées par l'aménagement du territoire. Etude méthodologique sur une zone pilote (Département de l'Hérault 34)*. Rapport d'étude, Montpellier, DRAAF LR, Cemagref (UMR TETIS), INRA (UMR LISAH), 193 p.
- BALESTRAT M., CHÉRY J.-P., BARBE E., VALETTE E.** (2008). *Suivi des changements d'occupation et d'utilisation du sol pour la compréhension des dynamiques périurbaines. Etude méthodologique pour le suivi des terres agricoles affectées par l'artificialisation*. Rimouski (Québec), XVI^e colloque ASRDF Territoires et action publique territoriale : nouvelles ressources pour le développement régional, 19 p.
- BALESTRAT M., CHÉRY J.-P., TONNEAU J.-P.** (2010). *Construction d'indicateurs spatiaux pour l'aide à la décision : intérêt d'une démarche participative. Le cas du périurbain languedocien*. Montpellier, ISDA Innovation and sustainable development In Agriculture and Food, 13 p.
- BALESTRAT M., CHÉRY J.-P., TONNEAU J.-P.** (En cours de relecture). Construction d'un système d'indicateurs spatialisés pour l'aide à la décision : comment impliquer les acteurs ? Le cas languedocien de la consommation des terres par le périurbain. in: *Masson-Vincent M., Bley D., Dubus N., Géogouvernance : Utilité sociale de l'analyse spatiale* Paris, Editions QUAE, p.15

- BALNY P., BETH O., VERLHAC E.** (2009). Protéger les espaces agricoles et naturels face à l'étalement urbain. *AAER*, n°37, 2 p.
- BANOS V., CANDAU J.** (2006). Recomposition des liens sociaux en milieu rural. De la fréquentation d'espaces à la production de normes collectives ? *Espaces et sociétés*, vol.4, n°127, p.97-112
- BANZO M., MORGADO S.** (2006). Les espaces non construits des périphéries métropolitaines. L'Aire Métropolitaine de Lisbonne. in: *Actes du colloque Mutations des villes méditerranéennes européennes et de leurs périphéries*, Montpellier, Presses Universitaires de Montpellier, p.315-333
- BARCELO M., TRÉPANIER M.-O.** (1999). *Les indicateurs d'étalement urbain et de développement durable en milieu métropolitain*. Montréal, 51 p.
- BARONE S., BERNIÉ-BOISSARD C., CHEDIAC S., COURSIÈRE S., FABRE S., FUGIER L., NÉGRIER E., PRÉAU J., SISTEL A., VIALA L., VOLLE J.-P.** (2007). *Montpellier la ville inventée. Rapport final*. Montpellier, Laboratoire des Mutations en Europe, Centres d'Etudes Politiques de l'Europe Latine (CNRS), Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Montpellier, 162 p.
- BASSAND M.** (2004). *La métropolisation de la Suisse*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 148 p.
- BATTY M.** (1972). An Experimental Model of Urban Dynamics. *The Town Planning Review*, n°43, p.166-186
- BAUD P., BOURGEAT S., BRAS C.** (1997). *Dictionnaire de la géographie*. Paris, Hatier, 509 p.
- BAUER G., ROUX J.-M.** (1976). *La rurbanisation ou la ville éparpillée*. Paris, Le Seuil, 189 p.
- BAUER M.E., YUAN F., SAWAYA K.E.** (2003). *Multi-temporal landsat image classification and change analysis of land cover in the twin cities (Minnesota) metropolitan area*. London (Royaume-Uni), World Scientific Publishing, 368-375 p.
- BAULER T., ZACCAÏ E.** (2004). Les indicateurs de développement durable. in: *Le dictionnaire du développement durable*, Ottignie, Institut pour un Développement Durable - Centrum voor Duurzaame Ontwikkeling (RUG-SSTC), 8 p.
- BEAUGENDRE E.** (2000). Eléments méthodologiques pour le suivi de la consommation de l'espace agricole et naturel. *IAURIF Notes rapide Mode d'Occupation du Sol*, n°2, 4 p.
- BÉHAR D., PHILIPPE E.** (2007). Aménagement du territoire. Une mise en perspective. in: *L'état de la France. Edition 2007-2008. Société - Culture - Economie - Politique - Territoires Union européenne*, Paris, La découverte, Coopérative Acadie, p.286-295
- BELFIORE S., BALGOS M., MCLEAN B., GALOFRE J., BLAYDES M., TESCH D.** (2003). *A Reference Guide on the Use of Indicators for Integrated Coastal Management*. Paris, UNESCO, ICAM, Dossier n°1, 127 p.
- BELMEKKI M., BELLAMY S.** (2008). Profil du SCOT du Bassin de Vie d'Avignon dans le contexte de l'espace méditerranéen. Partie 1 et 2. *L'éclairage du Système Partenarial d'Observation Transversale des Territoires. Une publication de l'Agence d'Urbanisme de l'aire Avignonnaise*, n°7, 10 p.
- BENINI L., BANDINI V., MARAZZA D., CONTIN A.** (2009). Assessment of land use changes through an indicator-based approach. A case study from the Lamone river basin in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 11 p.
- BENOIT M., GRENIER M., LABRECQUE S., DEMERS A.M.** (2006). *Inventaire canadien des terres humides, région du Québec : Outil de validation des résultats*. Montréal, 12ème conférence des utilisateurs des produits ESRI.
- BERARDOZZI M., MESSEGER L., PAVILLET D., PIERREVELCIN M., RIVIÈRE J.** (2005). *Projet d'ingénieur. Les espaces non urbanisés sur le littoral du Languedoc-Roussillon : quels usages pour quels devenirs ?* Montpellier, Ecole Nationale Supérieure

- Agronomique de Montpellier, Mission Interministérielle d'aménagement du littoral Languedoc-Roussillon, 48 p.
- BERGER M.** (2004). *Les périurbains de Paris. De la ville à la métropole éclatée ?* Paris, CNRS éditions, 317 p.
- BERGER M., FRUIT J.-P., PLET F., ROBIC M.-C.** (1980). A propos d'un type d'espace : l'espace "rurbain", réflexion critique sur l'ouvrage de Bauer et Roux. *L'Espace Géographique. Rurbanisation et analyse des espaces ruraux péri-urbains*, vol.IX, n°4, p.303-313
- BERNARD C., DUFOUR A.** (2008). *Dialogue territorial et multifonctionnalité de l'agriculture dans les espaces périurbains : les commissions agricoles communales dans l'Ouest Lyonnais*. Rimouski (Québec), XVI^e colloque ASRDF Territoires et action publique territoriale : nouvelles ressources pour le développement régional, 16 p.
- BERTRAND N.** (2006). Diversité des espaces ruraux et place de l'agriculture. *Ingénieries*, p.53-61
- BERTRAND N., FAURE A.** (2005). *Dynamiques territoriales périurbaines et nouvelles fonctionnalités de l'agriculture*. Grenoble, Cemagref, Institut d'urbanisme de Grenoble, 112 p.
- BERTRAND N., MOQUAY P.** (2004). La gouvernance locale, un retour à la proximité. *Économie rurale*, n°280, p.77-95
- BERTRAND N., SOUCHARD N., ROUSIER N., MARTIN S., MICHEELS M.-C.** (2006). Quelle contribution de l'agriculture périurbaine à la construction de nouveaux territoires : consensus ou tension ? *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°3, p.329-353
- BETHEMONT J.** (2003). *Géographie de la Méditerranée*. Paris, Armand Colin, 313 p.
- BILLARD G., BRENNETOT A.** (2009). Le périurbain a-t-il mauvaise presse ? Analyse géoéthique du discours médiatique à propos de l'espace périurbain en France. *Articulo. Journal of Urban Research [Online]*, n°5
- BLANCHARD C.** (2007). *Morphologie floue et transformée en ondelettes sur des images de Codes à bulles*. Rapport de stage de formation, Caen, ENSICAEN, 22 p.
- BLASSENAC C., DI SALVO M.** (2006). *Comité de suivi tache urbaine. Analyse des résultats du questionnaire aux DDE, DRE et CETE*. Paris, DGUHC, Certu, 22 p.
- BLASSENAC C., DI SALVO M.** (2006). *Questionnaire sur les besoins de connaissance des espaces urbanisés. Définition d'une information géographique*. Paris, DGUHC, Certu, 11 p.
- BOCHET B., DA CUNHA A.** (2003). Métropolisation, forme urbaine et développement durable. in: *Développement durable et aménagement du territoire*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p.83-101
- BOCKSTALLER C.** (2008). *Les indicateurs de durabilité, du choix au tableau de bord*. Lyon, Colloque de restitution du projet OTPA, INRA, INPL, 18 p.
- BOCKSTALLER C., GIRARDIN P.** (2003). How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*, n°76, p.639-653
- BONARD Y., LORD S., MATTHEY L., ZANGHI F.** (2009). Splendeur et misère du périurbain. *Articulo. Journal of Urban Research [Online]*, n°5
- BONAVENT J.** (2005). L'ouest Audois, un territoire sous influence méditerranéenne et toulousaine. *Les Cahiers Transport Aménagement en Languedoc-Roussillon*, 8 p.
- BONNEFONT E., LANGUEPIN M., PETI-HUGON P.** (1993). Les multiples facettes du système d'informations spatialisées du département de l'Hérault. *Mappemonde*, n°4, p.32-33
- BONNEFOY S., VERDIER P., CHAUCESSÉ J.-N., VARGAS L., MARLY J., JULLIEN B.** (2008). *Prendre en compte l'agriculture et ses espaces dans les SCoT*. Paris, Certu, Terres en Villes, l'Auran, Dossiers 199, 143 p.

- BORNAND M., LEGROS J.P., ROUZET C.** (1994). Les banques régionales de données-sols. Exemple du Languedoc-Roussillon. *Etude et Gestion des Sols*, n°1, p.67-82
- BORNAND M., ROBBEZ-MASSON J.-M.** (1998). Cartographie des sols et informatique : pour une thématique au service des utilisateurs. *Mappemonde*, vol.1, n°49, p.36-39
- BOULANGER P.-M.** (2004). *Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique*. Bruxelles (Belgique), Séminaire Développement durable et économie de l'environnement, Organisé par l'Iddri et la Chaire Développement durable de l'Ecole polytechnique-EDF, 24 p.
- BOULEAU I.** (2007). *La gestion française des rivières et ses indicateurs à l'épreuve de la directive cadre*. Thèse Sciences de l'environnement, Montpellier, AgroParisTech, 452 p.
- BOUTAUD A.** (2005). *Le développement durable : penser le changement ou changer le pansement ? Bilan et analyse des outils d'évaluation des politiques publiques locales en matière de développement durable en France : de l'émergence d'un changement dans les modes de faire au défi d'un changement dans les modes de penser*. Thèse Science et Génie de l'Environnement, Saint-Etienne, Thèse Ecole des Mines de Saint-Etienne, 414 p.
- BOUTAUD A.** (2006). Chapitre 1. L'évaluation du développement durable, du global au local : penser le changement ou changer le pansement ? in: *Lazzeri Y. (Dir.), Les indicateurs territoriaux de développement durable. Questionnements et expériences.*, Aix en Provence, L'Harmattan, p.29-44
- BOUZOUINA L.** (2008). *Ségrégation spatiale et dynamiques métropolitaines*. Thèse Sciences économiques, Lyon, Faculté de sciences économiques et de gestion, 325 p.
- BOVAR O., DEMOTES-MAINARD M., DORMOY C., GASNIER L., MARCUS V., PANIER I., TREGOUËT B.** (2008). *Les indicateurs de développement durable*. Paris, INSEE, 51-70 p.
- BOVAR O., NIRASCOU F.** (2010). Des indicateurs du développement durable pour les territoires. *La Revue*, p.43-54
- BRAU F.** (2002). Les chorèmes comme outil d'analyse des besoins exprimés par des gestionnaires du territoires. *Mappemonde*, vol.68, n°4, p.7-10
- BRUNDTLAND G.H.** (1987). *Notre avenir à tous, rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement*. Genève, Nations Unies, 458 p.
- BRUNET R.** (1991). La population du Languedoc-Roussillon en 1990 et la croissance récente. *Mappemonde*, n°1, p.34-36
- BRUNET R.** (1994). Le Languedoc-Roussillon en modèle. *Mappemonde*, vol. 3, 4 p.
- BRUNET R., FERRAS R., THÉRY H.** (1994). *Les mots de la géographie : Dictionnaire critique*. Montpellier, RECLUS La Documentation Française, 518 p.
- BUYCK J., CHÉRY J.-P., JARRIGE F.** (2008). *Analysis of regional spatial planning and decision making strategies and their impact on land use in the urban fringe*. Montpellier, PLUREL Peri-Urban Land Use Relationships - Strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages, Report No D332, 106 p.
- BUYCK J., CHÉRY J.-P., JARRIGE F.** (2010). *Assessment report of strategies*. Montpellier, PLUREL Peri-Urban Land Use Relationships - Strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages, Report No D339, 64 p.
- CABRAL P.** (2006). *Etude de la croissance urbaine par télédétection, SIG et modélisation. Le cas des Concehlos de Sintra et Cascais (Portugal)*. Thèse Géographie, Lisbonne, Universidade Nova de Lisboa, 227 p.
- CADÈNE P.** (2003). Développement. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.245-249

- CADORET A.** (2006). *Conflits d'usage liés à l'environnement et réseaux sociaux : Enjeux d'une gestion intégrée ? Le cas du littoral du Languedoc-Roussillon*. Thèse Géographie, Montpellier, Montpellier III - Paul Valéry, 585 p.
- CAILLY L.** (2003). Périurbain. in: Lévy J., Lussault M. (dir.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.706-708
- CAM** (2006). *SCoT Le document d'orientations générales 3*. Montpellier, Communauté d'Agglomération de Montpellier, 83 p.
- CAM** (2006). *SCoT Le projet d'aménagement et de développement durable 2*. Montpellier, Communauté d'Agglomération de Montpellier, 65 p.
- CAM** (2006). *SCoT Le rapport de présentation 1*. Montpellier, Communauté d'Agglomération de Montpellier, 61 p.
- CAM** (2008). *Propositions de mise en oeuvre d'indicateurs de suivi du SCoT. Projet*. Document de travail, Montpellier, Montpellier Agglomération, Direction du Foncier et de l'Aménagement Opérationnel, Service SIG-Observatoire, 32 p.
- CAMBAU R., SEYER N.** (2007). *Le livre blanc du foncier. Pour une gestion équilibrée de la croissance urbaine. Le Snal s'engage*. Paris, Syndicat National des Aménageurs Lotisseurs, 51 p.
- CAMBIEN A.** (2007). *Une introduction à l'approche systémique. Appréhender la complexité*. Paris, Certu, Les rapports d'étude
- CAMBIEN A.** (2009). *Observation urbaine. Synthèse d'un projet Européen sur l'étalement urbain : SCATTER Sprawling Cities And Transport : from Evaluation to Recommendations*. Paris, Certu Observation Urbaine, Fiche n°3, 4 p.
- CAMPO P.C., BOUSQUET F., VILLANUEVA T.R.** (2010). Modelling with stakeholders within a development project. *Environmental Modelling & Software*, n°25, p.1302-1321
- CASANOVA L.** (2007). *Proposition pour une approche renouvelée de l'évaluation territoriale*. Besançon, Huitièmes Rencontres de Théo Quant, 9 p.
- CASTELLA J.-C., PHENG KAM S., DINH QUANG D., VERBURG P.H., THAI HOANH C.** (2007). Combining top-down and bottom-up modelling approaches of land use/cover change to support public policies: Application to sustainable management of natural resources in northern Vietnam. *Land Use Policy*, n°24, p.531-545
- CATALAN B., SAURI D., SERRA P.** (2008). Urban sprawl in the Mediterranean? Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993-2000. *Landscape and Urban Planning*, vol.85, n°3-4, p.174-184
- CE** (2003). *European Common Indicators. Towards a local Sustainability Profile*. Milan, Commission Européenne, Ambiente Italia, 211 p.
- CEMAGREF** (2008). *SCoT du territoire de THAU. Réalisation d'une base de données géographique des dynamiques du bâti sur le territoire entre 1944 et 2005*. Rapport final, Montpellier, Cemagref, Syndicat Mixte du Bassin de Thau, 50 p.
- CERTU** (2006). *Economie urbaine. Rassemblement de la connaissance. Chapitre 1 : synthèses*. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, SESP Service Economique, Statistiques et Prospective, 56 p.
- CERTU** (2006). *Economie urbaine. Rassemblement de la connaissance. Chapitre 2 : Etudes*. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, SESP Service Economique, Statistiques et Prospective, 101 p.
- CERTU** (2006). *Economie urbaine. Rassemblement de la connaissance. Chapitre 3 : Outils et méthodes*. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, SESP Service Economique, Statistiques et Prospective, 89 p.
- CERTU** (2006). *Economie urbaine. Rassemblement de la connaissance. Diagnostics territoriaux*. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, SESP Service Economique, Statistiques et Prospective, 54 p.

- CERTU** (2006). *Economie urbaine. Rassemblement de la connaissance. Introduction*. Paris, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, SESP Service Economique, Statistiques et Prospective, 9 p.
- CERTU, CETE-MÉDITERRANÉE** (2007). *Les évolutions des territoires littoraux 1986 2006*. Montpellier, DGUHC, Cete Méditerranée, Cete Sud Ouest, Cete Ouest, Cete Nord-Picardie, Cete Normandie-Centre, 79 p.
- CERTU, CETE-MÉDITERRANÉE** (2007). *SCoT et développement durable. Méthode pour évaluer les Schémas de Cohérence Territoriale au regard des principes du développement durable et définir les indicateurs environnementaux à mettre en place - Application au cas de l'Agglomération de Montpellier*. Collections du Certu, Lyon, Certu, Dossiers 189, 92 p.
- CERTU, CETE, ETD** (2008). *L'agriculture dans les SCoT témoins*. Paris, Certu, 17 p.
- CETE-OUEST** (2007). *La progression des surfaces artificialisées dans les communes littorales maritimes (fiche n°7)*. Fiches indicateurs du développement urbain, CETE-Ouest, DRE-Pays-de-la-Loire, 8 p.
- CG34** (2007). *Création des contours des zones urbanisées sur le département de l'Hérault à partir de la BDTopo V3 (datée de 2001)*. Montpellier, CG34 Service Information Géographique et Cartographie, 6 p.
- CG34** (2007). *L'habitat individuel autrement. Pour une maîtrise du développement urbain dans l'Hérault*. Carnet 1. Habiter sans s'étaler, Montpellier, CAUE, 32 p.
- CHALAS Y.** (2000). *L'invention de la ville*. Paris, Economica-Anthropos, 199 p.
- CHAMARET A., O'CONNOR M., RECOCHE G.** (2006). *Approche top-down / bottom-up pour l'élaboration d'indicateurs de développement durable applicables au secteur minier. L'exemple des mines d'uranium du Niger*. Montpellier, Colloque international : Usages des indicateurs de développement durable - Mise en relation des pratiques et savoirs pour les ressources marines et les territoires littoraux avec les acquis d'autres domaines et espaces, Organisé par le réseau Indicateurs de développement durable et durabilité, 15 p.
- CHARLOT-VALDIEU C., OUTREQUIN P.** (2006). *Développement durable et renouvellement urbain. Des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie dans nos quartiers*. Paris, L'Harmattan, Villes et Entreprises, 296 p.
- CHARMES E.** (2010). *L'explosion périurbaine*. Version 2 révisée en mai 2010. Version 1 publiée dans le n°138 d'*Etudes foncières* en 2009, 30 p.
- CHÉRY J.-P.** (1998). *Modélisation d'un système spatial en zone transfrontalière franco-suisse. Adéquation de la dynamique de système aux problèmes de la différenciation spatiale*. Thèse Géographie, Grenoble, Université Joseph Fourier Grenoble 1, 315 p.
- CHÉRY J.-P.** (2000). *Pour contribuer à l'explication de la complexité spatiale ; l'étude des boucles de rétroaction dans la modélisation systémique*. Avignon, Actes du colloque Géopoint 2000, L'explication en Géographie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 291-296 p.
- CHÉRY J.-P.** (2003). *Réflexion sur une expérience de construction d'indicateurs spatiaux pour l'environnement*. Paris, Séminaire européen Géoévénement, 10 p.
- CHÉRY J.-P.** (2006). *Analyse et modélisation spatiale pour l'environnement : Introduction aux indicateurs appliqués à l'écologie du paysage*. Support de cours inédit (diaporama), Montpellier, Module "Analyse et Modélisation spatiales pour l'environnement", Master Eau et Environnement, Engref, 41 p.
- CHÉRY J.-P.** (2010). Les espaces périurbains en Europe : un grand écart entre description et prospective. *Territoires 2040 - La revue en ligne, La prospective d'un tiers espace, le périurbain*, n°2, p.61-76

- CHÉRY J.-P., SMEKTALA G.** (2004). D'un modèle chorématique à un modèle de simulation : gestion des ressources ligneuses en zone soudano-sahélienne. *Cahiers Agricultures*, vol.13, n°6, p.528-538
- CHEVALIER D.** (2008). *Montpellier-Agglomération : entre développement métropolitain et métropole multipolaire*. Bordeaux, Les périphéries urbaines entre normes et innovations ; les villes du sud de l'Europe, ADES, Société Environnement Territoire, CNRS, 26 p.
- CHEVERRY C., GASCUEL C.** (2009). *Sous les pavés, la terre*. Montreuil, Omniscience, Collection : Ecrin, 485 p.
- CHEYLAN J.-P.** (2002). Dynamique des paysages, rénovation viticole et politiques publiques en garrigues de Languedoc. *Montagnes Méditerranéennes*, vol. Spécial "Politiques publiques paysagères et Parc Naturels Régionaux ; pour une évaluation", n°16, p.39-50
- CHEYLAN J.-P., GUMUCHIAN H.** (2002). L'évaluation des impacts des politiques publiques paysagères au sein des Parcs Naturels Régionaux en montagnes méditerranéennes : quelles méthodes ? Quels outils ? *Montagnes Méditerranéennes*, vol. Spécial "Politiques publiques paysagères et Parc Naturels Régionaux ; pour une évaluation", n°16, p.13-24
- CHOLVY G., (DIR.)** (2001). *Histoire de Montpellier*. Toulouse, Editions Privat, 434 p.
- CLARK W.** (2005). Intervening in the residential mobility process : Neighborhood outcomes for low-income populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*, vol.102, n°43, p.15307-15312
- CLERC D., CHALON C., MAGNIN G., VOUILLOT H.** (2008). *Pour un nouvel urbanisme. La ville au coeur du développement durable*. Paris, Editions Yves Michelin, 157 p.
- COMBY J.** (1997). Retour sur la loi d'orientation foncière de 1967 et ses déconvenues. *Etudes foncières de l'ADEF*, n°136, 3 p.
- COMBY J.** (2004). *Penser l'entropie territoriale et ne pas se tromper de cible*. Pau, Cycle de conférences-débats sur la cohérence territoriale, PQA-CPAU. Séance 3 : Marché foncier, marché immobilier, étalement urbain, 32 p.
- COMBY J.** (2008). *Les extensions urbaines, de la stratégie foncières aux outils fonciers*. Poitiers, Les premières Rencontres du foncier en Poitou-Charentes.
- COMMODO** (2005). La modélisation comme outil d'accompagnement. *Natures Sciences Sociétés*, n°13, p.165-168
- CONGALTON R.** (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, vol.37, p.35-46
- CONSALÈS J.-N.** (2005). La charte agricole d'Aubagne. Modèle ou utopie ? *Rives nord-méditerranéennes, Nature et urbanisation. Un enjeu pour les aires métropolitaines méditerranéennes*, 7 p.
- CONSTANTY V., VALLÉE S.** (2010). *Les démarches Inter-SCoT en France état des lieux en 2009 et perspectives*. Paris, IAURIF - Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France, 116 p.
- COSKUN H.G., ALGANCI U., USTA G.** (2008). Analysis of Land Use Change and Urbanization in the Kucukcekmece Water Basin (Istanbul, Turkey) with Temporal Satellite Data using Remote Sensing and GIS sensors, n°8, p.7213-7223
- COTIS J.-P.** (2008). *Populations légales en vigueur à compter du 1er janvier 2009. Recensement de la population*. Paris, INSEE, 20 p.
- COUDEL E.** (2009). *Formation et apprentissages pour le développement territorial : regards croisés entre économie de la connaissance et sciences de gestion. Réflexion à partir d'une expérience d'Université Paysanne au Brésil*. Thèse Agroéconomie, Montpellier,

- Montpellier Supagro Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques, 384 p.
- COURTOT R., PERRIN C.** (2006). Morphologie et gestion de l'étalement urbain des aires métropolitaines méditerranéennes. *OTM Observatoire des Territoires et de la Métropolisation dans l'espace méditerranéen*, n°13, 4 p.
- CR-LR** (2008). *Le Pacte Régional. Les politiques publiques de la Région au service de ses habitants*. Montpellier, Région Languedoc-Roussillon, 478 p.
- CR-LR, ACADIE** (2008). *Atlas Régional. Livret 2. Projet du SRADDT / Conseil Régional du 19 décembre 2008*. Montpellier, La région Languedoc-Roussillon, 79 p.
- CR-LR, ACADIE** (2008). *Controverses et Prospective. Livret 3. Projet du SRADDT / Conseil Régional du 19 décembre 2008*. Montpellier, La région Languedoc-Roussillon, 81 p.
- CR-LR, ACADIE** (2008). *La vision régionale. Livret 4. Projet du SRADDT / Conseil Régional du 19 décembre 2008*. Montpellier, La région Languedoc-Roussillon, Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire. Ensemble, construisons le nouveau Languedoc-Roussillon, 64 p.
- CR-LR, ACADIE** (2008). *Une démarche de coélaboration. Livret 1. Projet du SRADDT / Conseil Régional du 19 décembre 2008*. Montpellier, La région Languedoc-Roussillon, 63 p.
- CRÉAU M., PERREAU J.** (2005). *Synthèse. Densification et étalement urbain à la Réunion*. Sainte-Clotilde, AGORAH AGence pour l'Observation de la Réunion l'Aménagement et l'Habitat, 6 p.
- CROZAT D.** (2004). *Une ou des villes méditerranéennes européennes ? Mutation et diversité*. Montpellier, Mutations des villes méditerranéennes et de leurs périphéries, CNRS, Université Montpellier III, 13-23 p.
- CROZAT D.** (2008). *La cabanisation en Languedoc-Roussillon : négociation et production de la norme à travers l'habitat illégal*. Bordeaux, Les périphéries urbaines entre normes et innovations ; les villes du sud de l'Europe, ADES, Société Environnement Territoire, CNRS, 23 p.
- CROZAT D., VOLLE J.-P., VIALA L., (DIR.)** (2004). *Villes méditerranéennes d'Europe et leurs périphéries. Mutations sociales, innovations sociales*. Montpellier, Mutations des villes méditerranéennes et de leurs périphéries, CNRS, Montpellier III, 357 p.
- CUNIBERTI E., FRANDON C., GIRAUD E.** (2005). *Les bases de données géographiques d'occupation du sol : volet tache urbaine. Descriptif et comparatif de 6 bases de données*. Lyon, CETE de Lyon, Certu, 53 p.
- D'HUMIÈRES B.** (2007). *Les obstacles d'ordre juridiques et économiques à l'exploitation en agriculture biologique*. Mémoire de fin d'étude, Paris, Institut des hautes études de droit rural et d'économie agricole - IHEDREA.
- D'ORAZIO A.** (2006). *Le développement durable : les potentialités de ses ambiguïtés. Les ambiguïtés des politiques de développement durable*. Master 2 Urbanisme et Territoire, Paris, Parcours Environnement, Paysage et Territoire Institut d'Urbanisme de Paris - Université Paris XII. Atelier Développement durable 2005-2006, 10 p.
- DA CUNHA A.** (1988). Système et territoire : valeurs, concepts et indicateurs pour un autre développement. *L'espace Géographique*, n°3, p.181-198
- DA CUNHA A.** (2005). *Les métamorphoses de la Ville. Régimes d'urbanisation, étalement et projet urbain*. Lausanne, URBIA, Les cahiers du développement urbain durable, Observatoire Universitaire de la Ville et du Développement durable, Université de Lausanne, numéro 1, 123 p.
- DA CUNHA A., BOTH J.-F.** (2004). *Métropolisation, villes et agglomérations, structures et dynamiques socio-démographiques des espaces urbains*. Neuchâtel, OFS, 103 p.

- DANTAS M., POINT P.** (2009). *La dynamique des systèmes comme outil d'aide à la gestion du sol urbain*. Bordeaux, 41èmes Journées de Statistique, SFdS, 6 p.
- DANTAS M., POINT P.** (2009). *Modèle de simulation de la dynamique du système de gestion du sol urbain : le cas de la production de logements dans les communes du SCoT du bassin d'Arcachon et du Val de l'Eyre*. Clermont Ferrand, Entre projets locaux de développement et globalisation de l'économie : quels équilibres pour les espaces régionaux ?, 19 p.
- DASSONVILLE A.** (2003). *Les espaces périurbains et ruraux du SDRIF*. Paris, Direction Régionale de l'Équipement d'Ile de France, 53 p.
- DAUDÉ G.** (1971). Essai de définition d'une géographie régionale dynamique. *Revue de géographie de Lyon*, vol.46, n°4, p.411-448
- DAUPHINÉ A.** (2003). *Les théories de la complexité chez les géographes*. Paris, Anthropos, 248 p.
- DAVID M., PAPPALARDO M.** (2010). *La Revue du CGDD. Service de l'observation et des statistiques. Les indicateurs de développement durable*. Paris, Commissariat Général au Développement Durable, 104 p.
- DAVIE M.F., DROUOT J.-L.** (2000). La périphérie urbaine et les extensions de la ville de Beyrouth (Liban) : étude par traitement d'une image SPOT. *Cybergeo : European Journal of Geography, Dossiers, Actes des Journées de Télédétection en Sciences humaines*, n°157.
- DAVODEAU H.** (2005). Les paysages, une nouvelle préoccupation dans la gestion des espaces périurbains. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°77, p.66-84
- DDAF34** (2005). *Parcours à la construction agricole Hérault*. Montpellier, Groupe de travail urbanisme et agriculture
- DE ROSNAY J.** (1975). *Le Macroscopie. Vers une vision globale*. Paris, Editions du Seuil, 346 p.
- DEBARBIEUX B.** (2003). Territoire. in: Lévy J., Lussault M. (dir.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.910-912
- DEBARBIEUX B., VANIER M.** (2002). *Ces territorialités qui se dessinent*. La Tour d'Aigues, Datar / L'aube, 268 p.
- DECROLY J., GRASLAND C.** (1996). Organisation spatiale et organisation territoriale des comportements démographiques : une approche subjective. in: *Bocquet, Jean Pierre (Ed.) Analyse spatiale des données biodémographiques : approches récentes*, Paris, John Libbey/INED, p.131-156
- DEGRON R.** (2008). La finalité des indicateurs de développement durable. in: *Les indicateurs de développement durable*, Paris, La revue du Commissariat général au DD n°2. Service de l'observation et des statistiques, p.5-13
- DELANOË O., ROUBAULT E.** (2003). *Indicateurs de suivi de la loi Littoral. Etude de faisabilité*. Document final, Sommières, Observatoire Littoral et Montagne, IFEN, INEA, 200 p.
- DELAY C.** (2008). *Le maintien de l'agriculture dans les franges urbaines : enjeux et outils pour Montpellier Agglomération*. Rapport de stage, Montpellier, UMR Innovation / Cemagref (Projet PLUREL), 41 p.
- DELFANTE C.** (1979). A propos de Demain l'Espace. *Métropolis*, n°41-42, p.9-11
- DENOUAL G., CÔTÉ A.** (2007). *Analyse comparative de systèmes d'indicateurs de développement durable*. Montréal (Québec), Bureau de coordination du Développement durable de l'Environnement et des Parcs, 42 p.
- DEPREZ S., BOURCIER A.** (2004). *Vers des indicateurs de développement durable pour connaître, informer et décider : réflexion méthodologique appliquée à l'étude des*

- effets environnementaux du transport de marchandises en ville.* Ouagadougou, Colloque développement durable. Leçons et perspectives, 13-22 p.
- DESTHIEUX G.** (2004). *Utilisation d'indicateurs spatiaux dans un processus participatif de diagnostic de quartier à Saint-Jean.* Diaporama, Genève, Université de Genève, Citycoop, EPFL, 28 diapo.
- DESTHIEUX G.** (2005). *Approche systémique et participative du diagnostic urbain. Processus de représentation cognitive du système urbain en vue de l'élaboration d'indicateurs géographiques.* Thèse Ingénierie de l'environnement, Lausanne, Faculté environnement naturel, architectural et construit, 182 p.
- DEVERRE C.** (2005). Chapitre 14. Les dispositifs règlementaires et institutionnels pour la gestion des usages agricoles du territoire. in: *Catherine L., Thinon P. (dir.), Agricultures et territoires*, Paris, Hermès science publications, collection Information géographique et aménagement du territoire, p.269-281
- DEVISME L.** (2003). Planification. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.720-721
- DI MÉO G.** (1998). *Géographie sociale et territoires.* Paris, Nathan, 320 p.
- DI SALVO M.** (2004). *L'évolution de l'urbanisation dans le SCoT Bourg-Bresse-Revermont.* Fiche n°2, DGUHC, Certu, DDE de l'Ain, 4 p.
- DI SALVO M.** (2004). *La mesure de la tache urbaine en Basse-Normandie.* Paris, DGUHC, Certu, DRE Basse-Normandie, CETE Normandie-Centre, Fiche n°3, 4 p.
- DI SALVO M., GADAIS M., ROCHE-WOILLEZ G.** (2005). *Y a-t-il des phénomènes de densification ou de dédensification ?* Lyon, Certu, 85 p.
- DIRY J.-P.** (1999). *Les espaces ruraux.* Paris, SEDES, 191 p.
- DJELLOULI Y., EMELIANOFF C., BENNASR A., CHEVALIER J.** (2010). *L'étalement urbain. Un processus incontrôlable ?* Sfax, Les villes au défi du développement durable : quelle maîtrise de l'étalement urbain et des ségrégations associées ?, 257 p.
- DONADIEU P., FLEURY A.** (1997). De l'agriculture périurbaine à l'agriculture urbaine. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°31, p.45-61
- DONNADIEU G., DURAND D., NEEL D., NUNEZ E., SAINT-PAUL L.** (2003). *L'Approche systémique : de quoi s'agit-il ?* Synthèse des travaux du Groupe AFSCET " Diffusion de la pensée systémique", Paris, Association Française de Science des Systèmes Cybernétiques, Cognitifs et Techniques
- DONNADIEU G., KARSKY M.** (2002). *La systémique: penser et agir dans la complexité.* Paris, Liaisons, 270 p.
- DONZEL A., FRANÇOIS D., NAPOLÉONE C., GENIAUX G.** (2007). *Les déterminants socio-économiques des marchés fonciers.* Aix-En-Provence, Laboratoire Méditerranéen de Sociologie, 42 p.
- DORIER-APPRILL E., GERVAIS-LAMBONY P., MORICONI-EBRARD F., NAVEZ-BOUCHANINE F.** (2001). *Vocabulaire de la ville. Notions et références.* Nantes, Editions du temps, 191 p.
- DOUILLET A.-C., FAURE A.** (2010). Périurbanité et dynamiques intercommunales : l'agriculture entre sillons et dépendance et nouvelles priorités d'action publique. in: *Bertrand N. (dir.), L'agriculture dans la ville éclatée*, Montréal, Cemagref, Université de Montréal, p.123-138
- DOYGUN H.** (2008). Effects of urban sprawl on agricultural land: a case study of Kahramanmaras, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol.158, n°1-4, p.471-478
- DRAF-PACA** (2006). *Le problème foncier en zone périurbaine.* Marseille, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 55 p.

- DUBOIS-PAILLARD E., GUERMOND Y., LANGLOIS P.** (2003). Analyse de l'évolution urbaine par automate cellulaire : le modèle Spacelle. *L'Espace Géographique*, vol.32, p.357-378
- DUBOIS-TAINE G.** (2002). *La ville émergente. Résultats de recherches*. Paris, Certu-PUCA, 232 p.
- DUBOIS-TAINE G., CHALAS Y.** (1997). *La ville émergente*. La Tour d'Aigues, Certu-PUCA, 285 p.
- DUBOIS J.-M.M., DONNAY J.-P., OZER A., BOIVIN F., LAVOIE A.** (1997). *Téledétection des milieux urbains et périurbain*. Liège, Actes des Journées scientifiques de Liège.
- DUBOIS S.** (2010). *Le défi alimentaire. Etude géopolitique et géoéconomique des agricultures mondiales*. Paris, Presses Universitaires de France, 568 p.
- DUBUS N., HELLE C., MASSON-VINCENT M.** (2010). De la gouvernance à la géogouvernance : De nouveaux outils pour une démocratie LOCALE renouvelée. *L'Espace Politique*, vol. 1, n°10, 23 p.
- DUMONT M., BOSSÉ A.** (2006). L'au-delà des villes contre l'entre-deux des villes. Un espace suburbain français occulté. *EspacesTemps.net [En ligne]*, 6 p.
- DURAN P.** (2001). Action publique, action politique. in: *Leresche J.P. (dir.), Gouvernance locale, coopération et légitimité*, Paris, Pédone, p.369-389
- DURAND D.** (1979). *La systémique*. Paris, PUF "Que sais-je?", n°1795, 128 p.
- DURBIANO C.** (2001). De la huerta au parc agraire : la basse vallée du Llobregat. *Rives méditerranéennes. Nature et urbanisation. Un enjeu pour les aires métropolitaines méditerranéennes. [En ligne]*, n°8, p.65-78
- DURIEUX L., LAGABRIELLE E., NELSON A.** (2008). Method for monitoring building construction in urban sprawl areas using object-based analysis of Spot 5 images and existing GIS data. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, n°63, p.399-408
- DUVERNOY I.** (2002). Espace agricole périurbain et politiques communales d'aménagement : l'exemple de l'agglomération albigeoise. *Cybergéo European Journal of Geography [En ligne]*, *Aménagement, Urbanisme*, n°208, 14 p.
- DUVERNOY I., BACCONNIER S.** (2005). Les espaces agricoles périurbains : des espaces-frontières entre ville et campagne ? in: *Arlaud S., Jean Y., Royoux D. (dir.), Rural-Urbain. Nouveaux liens, nouvelles frontières*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p.203-212
- DUVERNOY I., JARRIGE F., MOUSTIER P., SERRANO J.** (2005). Une agriculture multifonctionnelle dans le projet urbain : quelle reconnaissance, quelle gouvernance ? *Les Cahiers de la multifonctionnalité*, n°8, p.18
- ECKERT D.** (1996). *Evaluation et prospective des territoires*. Paris, GIP RECLUS, La Documentation Française, collection dynamique du territoire, 251 p.
- ELLERKAMP P.** (2001). *Simulation de dynamiques spatiales. Exemple de la densification de la population autour d'Avignon*. Vèmes rencontres de Théo Quant, 9 p.
- ELLOUMI M., JOUVE A.-M.** (2003). Introduction générale. in: *Elloumi M., Jouve A.-M. (dir.), Bouversements fonciers en Méditerranée. Des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*, Paris, p.11-35
- EMELIANOFF C., KNAFOU R., STOCK M.** (2003). Développement durable. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.249-251
- ENAULT C.** (2005). *La déformation de "l'espace temps" : un essai de "mécanique" associant la vitesse à la population*. Dijon, XLI^e colloque de l'ASRDLF. Villes et territoires face au défi de la mondialisation, 19 p.

- ENAULT C.** (Non daté). Les spécificités morphologiques des villes de l'île de la Réunion. 13 p.
- ESTÈBE P.** (2004). Quel avenir pour les périphéries urbaines. *Revue Esprit. La ville à trois vitesses : gentrification, relégation, périurbanisation.*, n°303, p.82-91
- ESTÈBE P.** (2008). *Des ménages qui aménagent le territoire...en déménageant.* Caen, Colloque Cerisy Aménagement du territoire changement de temps, changement d'espace, Presses Universitaires de Caen, 181-195 p.
- ETD** (2004). *La prise en compte du développement durable dans les projets de territoire.* Paris, Les notes de l'Observatoire. Entreprises Territoires et Développement, 18 p.
- EUROSTAT** (2005). *Mesure des progrès accomplis sur la voie d'une Europe plus durable. Les indicateurs de développement durable de l'Union Européenne. Données 1990-2005.* Bruxelles, Commission Européenne Eurostat. Panorama de l'Union Européenne, 266 p.
- FAO** (1986). *Agro-Ecological Zoning System. Methodology and software use several databases, models and decision support tools for better planning, management and monitoring of land resources. Ordering details.* Rome (Italie), Sales and marketing group FAO.
- FERANEC J., HAZEU G., CHRISTENSEN S., JAFFRAIN G.** (2007). Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy*, vol.24, n°1, p.234-247
- FERANEC J., STOIMENOV A., OTAHEL J., VATSEVA R., KOPECKA M., BETAK J., HUSAR K.** (2006). *Changes of the rural Landscape in Slovakia and Bulgaria in 1990-2000 in 1990-2000 identified by application of the Corine Land Cover data (case studies – Trnava and Plovdiv Regions).* Bonn (Allemagne), Center for Remote Sensing of Land Surfaces, Proceedings of the 2nd Workshop of the EARSeL SIG on Land Use and Land Cover, 441-454 p.
- FERNANDEZ S., BOULEAU G., TREYER S.** (A paraître). Prospective sur l'eau en Europe : comment sortir de la cage de fer du DPSIR ? *Norois*, 25 p.
- FERRAS R.** (1993). *Les modèles graphiques en géographie.* Paris, ECONOMICA / RECLUS, 112 p.
- FLEURY A.** (2004). L'agriculture périurbaine : une agriculture de projet urbain. *Cahiers du Conseil Général du GREF*, n°66, p.31-40
- FONTA A.** (2005). *Disponibilité des données d'occupation du sol pour leur utilisation dans des modèles hydrologiques, territoriaux et environnementaux.* Rapport de stage, Master Environnements méditerranéens et développement durable, Perpignan, Université de Perpignan, Cemagref, 47 p.
- FOUCAULT M.** (1975). *Surveiller et punir. Naissance de la prison.* Paris, Gallimard, 315 p.
- FRANKHAUSER P.** (2005). La morphologie des tissus urbains et périurbains à travers une lecture fractale. *Revue Géographique de l'Est*, vol.3-4, n°45, p.145-160
- FREBAULT J.** (2004). L'étalement urbain, les politiques urbaines et l'aménagement du territoire. *Cahiers du Conseil Général du GREF*, n°66, p.9-13
- FROIDURE C.** (2009). Péri-urbanisation ou désurbanisation ? *Cafés géographiques [Online]*, n°1656
- FÜZESSÉRY S., ROSEAU N.** (2010). Les apories de la ville durable. *La Vie des idées [Online]*.
- GARDNER M.** (1970). The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game "life". *Scientific American*, n°223, p.20-123
- GARRABÉ M.** (1994). *Ingénierie de l'évaluation économique.* Paris, Ellipses, Enseignement supérieur tertiaire, 255 p.
- GAUTIER G.** (2008). Au 1er Juillet 2008, six SCoT opposables et treize en chantier. *Les Cahiers Transport Aménagement en Languedoc-Roussillon*, n°46, 4 p.

- GAUVRIT L., MORA O.** (2009). Les (nouvelles) ruralités en débat : une étude prospective de l'INRA et quelques controverses. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°57, p.5-22
- GAY J.-C.** (2003). Différenciation spatiale. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.259-260
- GENIAUX G., NAPOLÉONE C.** (2005). Rente foncière et anticipations dans le périurbain. *Economie & prévision [En ligne]*, n°2, p.77-95
- GEYMEN A., BAZ I.** (2008). Monitoring urban growth and detecting land-cover changes on the Istanbul metropolitan area. *Environmental Monitoring and Assessment*, n°136, p.449-459
- GILBERT Y., MEISTERSHEIM J.** (1981). *Habitat individuel péri-urbain et modification des rapports sociaux aux territoires*. Comité Méditerranéen d'Etude et de Recherche sur l'Environnement : Durban-Corbières. Synthèse de l'étude Mutations de l'espace rural, urbanisation et production de l'habitat individuel, Paris, STU, 55 p.
- GIRARD M.-C., GIRARD C.-M.** (2004). *Traitement des données de télédétection*. Paris, Dunod, 530 p.
- GIRAULT M.** (2001). Circulation automobile et péri-urbanisation. *Notes de synthèse du SES*, n°135, p.7-12
- GIRAUT F., VANIER M.** (1999). Plaidoyer pour la complexité territoriale. in: *Gerbaux F. (dir.), Utopie pour le territoire : cohérence ou complexité ?*, La Tour d'Aigues, p.143-172
- GIUPPONI C.** (2002). *From the DPSIR reporting framework to a system for a dynamic and integrated decision making process*. Venise, MULINO Conference on "European policy and tools for sustainable water management".
- GONDEAUX P., ROBIN F.-X.** (2009). *Mesure de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers*. Rapport intermédiaire, Paris, Certu, Cete Normandie-Centre
- GOXE A., HOLEC N., ROUSSEAU S.** (2006). Editorial dossier 8 : Méthodologies et pratiques territoriales de l'évaluation en matière de développement durable. *Développement durable et territoires [En ligne]*.
- GOYON M., ORTAR N.** (2009). Désir de maison à l'aune du parcours résidentiel. Quelle promotion sociale dans le périurbain ? *Articulo. Journal of Urban Research [Online]*, n°5
- GRACQ J.** (1985). *La forme d'une ville*. Paris, José Corti, 213 p.
- GRASLAND C.** (1999). Lissage cartographique et animation spatio-temporelle : quelques réflexions théoriques et méthodologiques. *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, n°101-104, p.83-104
- GRASLAND C., HAMEZ G.** (2005). Vers la construction d'un indicateur de cohésion territoriale européen ? *L'espace Géographique*, vol.2, p.97-116
- GROENEMANS R., VAN RANST E., KERRE E.** (1997). Fuzzy relational calculus in Land Evaluation. *Geoderma*, vol.3, n°77, p.283-298
- GUÉRIN J.-P.** (1983). L'exode urbain : nouvelles valeurs, nouvelles élites. *Revue de Géographie Alpine*, vol.LXXI, n°3, p.267-277
- GUÉRIN J.-P., GUMUCHIAN H.** (1979). Réflexions sur les fondements de la ruralité aujourd'hui. *Revue de géographie alpine*, vol.67, n°1, p.89-104
- GUÉROIS M.** (2003). *Les formes des villes européennes vues du ciel. Une contribution de l'image CORINE à la comparaison morphologique des grandes villes d'Europe occidentale*. Thèse Géographie, Paris, Paris 1 Pantheon-Sorbonne, 306 p.
- GUIGOU J.-L.** (2000). *Aménager la France de 2020. Mettre les territoires en mouvement*. Paris, Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale, La Documentation Française, 87 p.

- GUIGOU J.-L., PARTHENAY D., GÉRARD-VARET L.-A., MOUGEOT M., LIPIETZ A.** (2001). *Aménagement du territoire*. Paris, La Documentation française, 249 p.
- HALIMI S., BULARD M., RIMBERT P., BONELLI L., CHOLLET M., GRESH A., LAMBERT R., PIEILLER E., REKACEWICZ P., RIVIÈRE P., ROBERT A.-C.** (2010). L'urbanisation du monde. *Le Monde diplomatique. Manière de voir.*, n°114, 98 p.
- HANSON S.** (2005). Perspectives on the geographic stability and mobility of people in cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*, vol.102, n°43, p.15301-15306
- HASSE J.E., LATHROP R.G.** (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, vol.23, n°2-3, p.159-175
- HEROLD M., GOLDSTEIN N.C., CLARKE K.C.** (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, vol.86, n°3, p.286-302
- HOFFHINE WILSON E., HURD J.D., CIVCO D.L., PRISLOE M.P., ARNOLD C.** (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote Sensing of Environment*, n°86, p.275-285
- HOLTEN-ANDERSEN J., PAALBY H., CHRISTENSEN N., WIER M., ANDERSEN M.** (1995). *Recommendations on strategies for integrated assessment of broad environmental problems*. Copenhagen, Report submitted to the European Environment Agency (EEA) by the National Environmental Research Institute (NERI), 77 p.
- HUBERT-MOY L.** (2004). Transformations actuelles des surfaces terrestres : Contribution française au programme Lucc. *INSU Prospective "Sociétés et Environnements"*, 54 p.
- HUBERT B., AUBERT F., DEVOS P., DONNARS C.** (2008). L'agriculture dans les scénarios de Nouvelles ruralités. in: *Mora O. (dir.), Prospective. Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030*, Paris, INRA, p.56-61
- IAURIF** (2005). Evaluation des politiques publiques et indicateurs du développement durable : une relation étroite. *Note Rapide sur le développement durable*, n°385, 6 p.
- IAURIF** (2006). *30 ans de mode d'occupation des sols*. Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France, 13 p.
- IFEN** (1997). *Indicateurs de développement durable - Bilan des travaux étrangers et éléments de réflexion*. Orléans, IFEN, 72 p.
- IFEN** (2003). L'étalement urbain. 45 indicateurs de développement durable : une contribution de l'Ifen. *Etudes et travaux*, n°41, p.78-79
- IFEN** (2005). *L'utilisation de Corine land cover 2000*. Orléans, Institut Français de l'Environnement, 15 p.
- INRA** (2005). *Référentiel Régional Pédologique. Cahier des clauses techniques générales. De la réalisation à la labellisation des bases de données sols au 1/250 000*. Orléans, Unité Infosol, 22 p.
- IRWIN E.G., BOCKSTAEEL N.E.** (2007). The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.104, n°52, p.20672-20677
- ISLA A.** (2000). From Procedural to Complex Rationality, Relations Observed System and Observing System. *European Journal of Economic and Social Systems*, vol.4, n°14
- JACQUIN A., MISAKOVA L., GAY M.** (2008). A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment. *Landscape and Urban Planning*, n°84, p.152-165
- JAEGER J.A.G.** (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, n°15, p.115-130

- JAEGER J.A.G., BERTILLER R., SCHWICK C., CAVENS D., KIENAST F.** (2009). Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. *Ecological Indicators*, 15 p.
- JAILLET M.-C.** (1999). Peut-on parler de sécession urbaine à propos des villes européennes ? *Esprit. La ville à trois vitesses : gentrification, relégation, périurbanisation.*, p.145-167
- JAILLET M.-C.** (2004). L'espace périurbain : un univers pour les classes moyennes. *Esprit*, n°303, p.40-64
- JAILLET M.-C., ROUGÉ L.** (2007). *L'espace périurbain dans la ville « à trois vitesses »*. Paris, Certu, DGUHC, Groupe Études sur les espaces sous influence urbaine (ESIU), 7 p.
- JARRIGE F.** (2004). Les mutations d'une agriculture méditerranéenne face à la croissance urbaine : dynamiques et enjeux autour de Montpellier. *Agricultures*, vol.3, n°1, p.64-74
- JARRIGE F., CHERY J.-P., BUYCK J., GAMBIER J.-P.** (2011). *Plurel Book. Chapter 8. Montpellier case study. Montpellier Agglomeration. New approaches for territorial coordination in the peri-urban*. Montpellier, PLUREL Peri-Urban Land Use Relationships - Strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages, 28 p.
- JARRIGE F., DELAY C., MONTFRAIX P., GAMBIER J.-P., BUYCK J., CHÉRY J.P.** (2009). *Mutation du foncier agricole en frange urbaine. Elaboration et mise à l'épreuve d'une politique de régulation territoriale*. Clermont-Ferrand, XLVI^e colloque de l'ASRDLF Entre projets locaux de développement et globalisation de l'économie : quels équilibres pour les espaces régionaux ?, 21 p.
- JARRIGE F., JOUVE A.M., NAPOLEONE C.** (2003). Et si le capitalisme patrimonial foncier changeait nos paysages quotidiens ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°49, p.13-28
- JARRIGE F., THINON P., NOUGAREDES B.** (2006). La prise en compte de l'agriculture dans les nouveaux projets de territoires urbains : Exemple d'une recherche en partenariat avec la Communauté d'Agglomération de Montpellier. *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°3, p.393-414
- JATA M.K., GARGA P.K., KHAREB D.** (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, n°10, p.26-43
- JOERIN F.** (2008). *Information and Territorial Decision Support*. Besançon, International conference of Territorial Intelligence "Tools and methods of Territorial Intelligence", 21 p.
- JOERIN F., LEBRETON M., DESTHIEUX G.** (2005). *Des systèmes d'indicateurs pour aider les acteurs à manipuler les complexité territoriale*. Lausanne Développement durable, gestion des ressources et gouvernance, 9 p.
- JOERIN F., RONDIER P.** (2007). Chapitre 1. Les indicateurs et la décision territoriale. Pourquoi ? Quand ? Comment ? in: *Sénécal G. (dir.) Les indicateurs socioterritoriaux. Perspectives et renouvellement.*, Laval, PUL (Les Presses de l'Université de Laval), p.9-36
- JULIEN P.** (2002). Onze fonctions pour qualifier les grandes villes. *INSEE Première*, n°840, 4 p.
- JULIEN P.** (2006). *L'aire urbaine est-elle pertinente pour étudier l'étalement urbain ?* Diaporama, Paris, Certu Groupe Etudes Périurbain, 36 diapo.

- JULIEN P.** (2007). *Analyse critique de la pertinence de l'aire urbaine pour étudier l'étalement urbain. Quelques éléments de prospective. Espaces sous influence urbaine.* Marseille, Certu, Initiatives-Développement-Conseils, 42 p.
- KASZYNSKI M., PARADOL D.** (2004). La maîtrise foncière publique. *Cahiers du Conseil Général du GREF*, n°66, p.15-30
- KAUFMANN V.** (2002). La périurbanisation n'est pas fatale. *Urbanisme*, n°324, p.56-61
- KAYSER B.** (1973). Le nouveau système des relations ville-campagne. *Espaces et Sociétés*, n°8, p.3-15
- KAYSER B., CAVAILHÈS J., BRUN A., LACOMBE P.** (1994). *Pour une ruralité choisie.* La Tour d'Aigues, Datar / L'aube, 141 p.
- KAYSER B., SCHEKTMAN-LABRY G.** (1982). La troisième couronne périurbaine ; une tentative d'identification. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol.53, n°1, p.27-34
- KEMPF H.** (2008). Environnement - Ces villes qui étouffent la campagne. *Le Monde [online]*, 1 p.
- KJELL NILSSON D., (COORD.)** (2006). *Stage 2 - complete proposal Area V.1.1 Strategies for sustainable urban, peri-urban and rural land use relationships.* Danemark, PLUREL Peri-Urban Land Use Relationships - Strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages, 118 p.
- KLINGEBIEL A.A.** (1958). Soil Survey Interpretation. Capability grouping. *Soil Science Society of America Journal*, vol.22, n°2, p.160-163
- KOOIMAN J.** (1993). *Modern Governance : New Government Society interactions.* Londres, Sage, 261 p.
- LACOUR C.** (2006). Les territoires du développement régional : quelques leçons de PSDR. *Economie Régionale et Urbaine, Numéro spécial : Les territoires du développement régional*, vol.3, p.315-327
- LAFFLY D.** (1993). L'évolution des paysages et de l'occupation du sol observée par satellites. *Mappemonde*, n°3, p.22-28
- LAJOIE G., TESSIER P.** (2008). *Où construire la ville de demain à La Réunion ? » Vers une modélisation de la densification du logement.* Montpellier, Sageo, 15 p.
- LANGLOIS P.** (2010). *Simulation des systèmes complexes en géographie, fondements théoriques et applications.* Paris, Hermès-Sciences Lavoisier, Collection IGAT, 335 p.
- LAPOINTE J.** (1993). L'approche systémique et la technologie de l'éducation. *Les fondements de la technologie éducative, Educatechnologiques. Université Laval*, n°1, p.54-87
- LARCHER G.** (1999). *L'avenir des espaces périurbains.* Rapport d'information. Actes du colloque organisé au Sénat, Paris, Commission des affaires économiques, Document n°292, 71 p.
- LARDON S.** (2003). Usage des chorèmes, graphes et jeux dans le diagnostic de territoire. in: *Debarbieux B., Lardon S. (dir.), Les figures du projet territorial*, Paris, DATAR/Editions de l'Aube, p.109-119
- LARDON S., MAUREL P., PIVETEAU V.** (2001). *Représentations spatiales et développement territorial.* Paris, Hermès, 437 p.
- LARDON S., PIVETEAU V., LELLI L.** (2005). Le diagnostic des territoires. *Géocarrefour*, vol. 80, n°2, 7 p.
- LARDON S., TONNEAU J.-P., RAYMOND R., CHIA E., CARON P.** (2008). Dispositifs de gouvernance territoriale durable en agriculture. Analyse de trois situations en France et au Brésil. *Norois*, vol.4, n°209, p.17-36
- LAROCHE B., THORETTE J., LACASSIN J.-C.** (2006). L'artificialisation des sols : pressions urbaines et inventaire des sols. *Etude et Gestion des Sols*, vol.13, n°3, p.223-235

- LAVALLE C., ROCHA GOMES C., MUBAREKA S., ESCOBAR F.** (2009). *Procedures and protocols to upscale results from highresolution spatially-explicit development scenarios that can be found in the PLUREL case-studies or in MOLAND – simulations to a generic level of the three units of ruralurban regions: rural - periurban - urban.* Leipzig, PLUREL Peri-Urban Land Use Relationships - Strategies and sustainability assessment tools for urban-rural linkages, 33 p.
- LAVOUX T.** (2006). *L'offre et la demande d'indicateurs : les leçons des expériences internationales, nationales et locales.* Montpellier, Colloque international : Usages des indicateurs de développement durable - Mise en relation des pratiques et savoirs pour les ressources marines et les territoires littoraux avec les acquis d'autres domaines et espaces, Organisé par le réseau Indicateurs de développement durable et durabilité
- LAZZAROTTI O.** (2003). Patrimoine. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.692-693
- LAZZERI Y.** (2006). Introduction générale. in: *Lazzeri, Yvette (Dir.) Les indicateurs territoriaux de développement durable. Questionnements et expériences.*, Aix en Provence, L'Harmattan, p.21-26
- LAZZERI Y., MOUSTIER E.** (2006). Chapitre 4. Les expériences territoriales d'élaboration d'indicateurs de développement durable : un tour d'horizon. in: *Lazzeri, Yvette (Dir.) Les indicateurs territoriaux de développement durable. Questionnements et expériences.*, Aix en Provence, L'Harmattan, p.77-103
- LE BERRE M.** (1992). Le territoire. in: *Bailly A., Ferras R., Pumain D. (dir.), Encyclopédie de la Géographie*, Paris, Economica
- LE BRETON E.** (2006). Homo Mobilis. in: *Bonnet M., Aubertel P. (dir.), La ville aux limites de la mobilité*, Paris, Presses Universitaires de France, Collection Sciences sociales et sociétés, p.23-31
- LE CORBUSIER** (1943). *La Charte d'Athènes.* Paris, Editions du Seuil, p.
- LE CORRE S., GUILLAUME R., GALAUP M., DE BOISSEZON H.** (2000). *Intérêts et limites de l'utilisation des images satellites en vue de la constitution d'un SIG pour la région urbaine d'Istanbul.* Istanbul, Colloque « Représenter Istanbul hier et aujourd'hui », CIEU-SCoT, 3-23 p.
- LE GALÈS P.** (2003). Gouvernance. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.418-422
- LE GOUÉE P., MAXIME M.** (2010). *DEMETER : une démarche originale pour maîtriser la consommation du foncier agricole lié à l'étalement urbain.* Montpellier, Outils Pour Décider Ensemble (OPDE), Aide à la décision et gouvernance, 11-24 p.
- LE GOUHINEC T., AUZÉBY F., PALLEZ D.** (2004). Atlas des populations immigrées. Languedoc-Roussillon. *INSEE Repères Synthèse pour l'économie du Languedoc-Roussillon, FASILD*, n°8, 44 p.
- LE HELLAYE F., MILLE M.N., NOËL C., ROCHE G.** (2001). *Méthode d'analyse transversale pour l'observation des mutations urbaines. Problématiques, questions et principes de sélection des indicateurs.* Lyon, Certu, CETE du Nord et de l'Ouest, CETE Lyon, 109 p.
- LE JEANNIC T.** (1997). Trente ans de périurbanisation : extension et dilution des villes. *Economie et statistique*, n°307, p.21-41
- LE MOIGNE J.-L.** (1995). *La modélisation des systèmes complexes.* Paris, Dunod, 170 p.
- LE MOIGNE J.-L.** (2006). *La théorie du système général. Théorie de la modélisation.* Paris, Presses Universitaires de France, Collection Les Classiques du réseau intelligence de la complexité, 338 p.
- LEFEBVRE B.** (2008). Modéliser les dynamiques spatiales d'un tissu urbain dans la longue durée (en plan et en volume). *In Situ*, n°9, 13 p.

- LEFEBVRE H.** (1970). *La Révolution urbaine*. Paris, Gallimard, 255 p.
- LELOUP F., MOYART L., PECQUEUR B.** (2005). La gouvernance territoriale comme nouveau mode de coordination territoriale ? *Géographie, Économie, Société*. Lavoisier. Paris, n°7, p.321–331
- LEMOISSON P., MAUREL P., TONNEAU J.-P.** (en cours). *Co-Obs - construction collaborative d'observatoires territoriaux*. Montpellier, UMR TETIS, Cemagref, CIRAD.
- LEMOISSON P., PASSOUANT M., MARTINAND P., COUDEL E., TONNEAU J.-P., BONNAL V., MIRALLÈS A.** (2008). *Méthode de Conception d'Observatoires*. Montpellier, CIRAD, Cemagref, AgroParisTech (UMR TETIS), 93 p.
- LEMONIER M.** (2005). Le géomaticien, le cartographe et l'urbaniste. *Diagonal*, n°169, p.46-49
- LEMONIER M.** (2005). Spatialiser sans localiser ? *Diagonal*, n°169, p.56-57
- LEVARLET F.** (1999). *Les indicateurs de développement durable. Méthodes et perspectives*. Orléans, IFEN, Collection Etudes et Travaux, n°24, 130 p.
- LÉVÊQUE C.** (2009). Recherche et Développement Durable : l'utopie d'une approche systémique ? in: *Appropriation du développement durable. Emergences, diffusions, traductions.*, Villeneuve d'Ascq, Villalba B. (éd.), Presses Universitaires du Septentrion, p.123-144
- LEVESQUE** (2008). Préserver aussi les espaces agricoles. *Etudes foncières*, n°136
- LEVREL H., FOSSAT J., PELLETIER D.** (2010). Les indicateurs de biodiversité marine et côtière : état des lieux institutionnel. *Vertigo*, n°2, 22 p.
- LÉVY J.** (1999). *Le tournant géographique*. Paris, Belin, 399 p.
- LÉVY J.** (2003). Capital spatial. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.124-126
- LOIBL W., KÖSTL M., STEINNOCHER K., TÖTZER T., HOFFMANN C., PETRINI F.** (2005). *Settlement growth and densification within a peri-urban poly-centric region - driving forces analysis, model development and preliminary simulation results*. Vrije Universiteit (Amsterdam), 45th Congress of the European Regional Science Association - Land Use and Water Management in a Sustainable Network Society, 18 p.
- LORiot P., Di SALVO M.** (2008). *Détermination d'un MOS et calcul d'une tache urbaine à partir de la BD TOPO® de l'IGN. Etude expérimentale*. Paris, GUHC, Certu, CETE du Sud-Ouest, 66 p.
- LOUDIYI S.** (2008). Le SCoT, instrument de gouvernance territoriale ? La conduite locale de la concertation dans le Pays du Grand Clermont. *Noroi*, vol.4, n°209, p.37-56
- LUSSAULT M.** (2003). Foncier. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.369-370
- LUSSAULT M.** (2003). Indicateur. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.494
- LUSSAULT M.** (2010). L'urbain métropolisé en voie de généralisation. *Constructifs [Online]*, n°26
- LUSSAULT M., THIBAUT S.** (2003). Aménagement. in: *Lévy J., Lussault M. (dir.), Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.61-64
- MABY J.** (2003). Approche conceptuelle et pratique des indicateurs en géographie. in: *Maby J. (dir.), Objets et indicateurs géographiques*, Avignon, A. Barthélémy, UMR Espace Université d'Avignon CNRS, Collection Actes d'Avignon n°5, p.16-41
- MAGRI FERREIRA C.** (2010). *Overcoming technical despotism in the upland rice production chain*. Montpellier, ISDA Innovation and Sustainable Development In Agriculture and Food, 9 p.

- MAGRI S.** (2008). Le pavillon stigmatisé. Grands ensembles et maisons individuelles dans la sociologie des années 1950 à 1970. *L'année sociologique, la ville, catégorie de l'action*, vol.58, n°1, p.171-202
- MALJEAN-DUBOIS S.** (2009). L'émergence du développement durable comme paradigme et sa traduction juridique sur la scène internationale. in: *Appropriations du développement durable. Emergences, diffusions, traductions*, Villeneuve d'Ascq, Villalba B. (ed.), Presses universitaires du Septentrion. Espaces politiques, p.67-105
- MALKINA-PYKH I.** (2002). Intergrated assessment models and response function models: pros and cons for sustainable development indices design. *Ecological Indicators*, n°2, p.93-108
- MAP** (2009). *Objectif Terres 2020. Pour un nouveau modèle agricole français*. Paris, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 45 p.
- MARTÍ X., LESCRAUWAET A.-K., BORG M., VALLS M.** (2007). *Indicators Guidelines. To adopt an indicators-based approach to evaluate coastal sustainable development*. Barcelone, Department of the Environment and Housing, DEDUCE DEveloppement DURable des zones Côtières Européennes, UE, INTERREG III, 97 p.
- MARTIGNAC C., CHEYLAN J.-P., METZGER P., THINON P., LAGABRIELLE E.** (in press). Le modèle MUTE (Modèle d'Urbanisation du Territoire). Paris, Hermès.
- MARTIGNAC C., METZGER P., THINON P., CHEYLAN J.-P.** (2007). *Croissance Urbaine et fracture spatiale : l'apport de la géomatique et de la modélisation pour la compréhension des mécanismes de périurbanisation à la Réunion*. Québec, Canada, GéoCongrès, 15 p.
- MARTIN V., YALAMAS P., PORNON H.** (2008). *Les fichiers fonciers standards délivrés par la DGI (appelés communément fichiers MAJIC II). Guide méthodologique pour leur utilisation*. Mâcon, DGUHC, Certu Les rapports d'étude, IETI, 60 p.
- MARUANI T., AMIT-COHEN I.** (2009). Patterns of development and conservation in agricultural lands. The case of the Tel Aviv metropolitan region 1990–2000. *Land Use Policy*, p.9
- MASSEY D., DENTON N.** (1988). Suburbanization and Segregation in U.S. Metropolitan Areas. *The American Journal of Sociology*, vol.94, n°3, p.592-626
- MASSEY D.S., DENTON N.A.** (1988). The Dimensions of Residential Segregation. *Social Forces*, vol.2, n°67, p.281-315
- MATHIEU N., GUERMOND Y.** (2005). Introduction. La ville durable : un enjeu scientifique. in: *La ville durable, du politique au scientifique*, Paris, Editions Quæ, Indisciplines, p.11-29
- MAUCHA G., TARACSAK G., BUTTNER G.** (2004). Methodological questions of Corine Land Cover change mapping. in: *Smits P.-C., Bruzzone L., Analysis of multi-temporal remote sensing images: Multitemp 2003. Vol.3*, Londres (Royaume-Uni), World Scientific Publishing, p.302-313
- MAUREL P.** (2001). Les représentations spatiales : concepts de base et éléments de typologie. in: *Lardon S., Maurel P., Piveteau V. (dir.), Représentations spatiales et développement territorial*, Paris, Hermès Science, p.75-108
- MAUREL P.** (2009). *Les apports de la géomatique aux diagnostics de territoire basés sur la participation des acteurs*. Support de cours, formation continue "diagnostic de territoire", Montpellier, Cemagref, CIRAD, AgroParisTech (UMR TETIS), 71 diapo.
- MAUREL P.** (2011). *Quels outils pour quels objectifs ?* Diaporama, Montpellier, 21 diapo.
- MAUREL P., ROUSSILLON J.P.** (2007). *Usages de l'Information Géographique pour l'élaboration du SCoT de Thau : premiers retours d'expérience*. Paris, Salon le GéoEvènement, 14 p.

- MAYOUX J.** (1979). *Demain l'espace. Rapport de la mission d'étude sur l'habitat périurbain*. Paris, La Documentation Française, 154 p.
- MEADOWS D.** (1998). *Indicators and Information Systems for Sustainable Development*. A report to the Balaton Group, Hartland, The Sustainability Institute, 78 p.
- MEYRONIN B.** (2009). *Le marketing territorial. Enjeux et pratiques*. Paris, Vuibert, 259 p.
- MICHELAT G.** (1975). Sur l'utilisation de l'entretien non directif en sociologie. *Revue française de sociologie*, vol.16, n°2, p.229-247
- MILLE M.-N.** (2005). *Des sources pour suivre le foncier*. Paris, Certu Observation Urbaine, Fiche n°1, 4 p.
- MOINE A.** (2007). *Le territoire : comment observer un système complexe*. Paris, L'Harmattan, 176 p.
- MOLLARD A., PECQUEUR B.** (2007). Le développement régional :enjeux de recherche et d'acteurs. in: *Mollard A. et al. (eds.), Territoires et enjeux du développement régional*, Versailles, Éditions Quae, p.15-35
- MONGIN O.** (2005). *La condition urbaine. La ville à l'heure de la mondialisation*. Paris, Editions du Seuil, Collection Points, Série Essai, 325 p.
- MONTFRAIX P.** (2008). *Evaluation du devenir de l'agriculture dans les franges périurbaines de la communauté d'Agglomération de Montpellier. Application au cas de Castries*. Rapport de stage, Montpellier, UMR Innovation SupAgro / Cemagref / Projet PLUREL, 104 p.
- MORA O., AUBERT F., FRÉMONT A., GAUVRIT L., HEURGON E., HUBERT B., RIBA G., TORRE A., DEVOS P., DONNARS C., LÉPICIER D., LOINGER G., PIRON O.** (2008). *Prospective. Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030*. Rapport du groupe de travail Nouvelles ruralités, Paris, INRA, n°57, 84 p.
- MORICONI-EBRARD F.** (2007). *Identification et dynamiques des espaces périurbains. Etude rétrospective et comparative sur le peuplement des communes françaises. Espaces sous influence urbaine*. Les rapports d'étude, Paris, Certu, SEDET, CNRS/HDR, 74 p.
- MOUSTIER P.** (1996). *Organization in the Brazzaville vegetable market*. Thèse Economie, Londres, CIRAD, Wye College, University of London
- MURGANTE B., LAS CASAS G., DANESE M.** (2009). *Urban versus Rural: the decrease of agricultural areas and the development of urban zones analyzed with spatial statistics*. Toulouse, Congrès Inforsid Atelier "Système d'Information et de Décision pour l'Environnement", 58-73 p.
- NAIZOT F.** (2005). Les changements d'occupation des sols de 1990 à 2000 : plus d'artificiel, moins de prairies et de bocages. *IFEN, Les données de l'environnement*, n°101, p.4
- NETTO F.** (2006). La mise en place des indicateurs territoriaux de développement durable : quels enjeux pour la diversité des écosystèmes régionaux brésiliens ? in: *Lazzeri Y. (dir.), Les indicateurs territoriaux de développement durable. Questionnements et expériences*, Paris, L'Harmattan, p.105-124
- NEWMAN P., KENWORTHY J.** (1989). *Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook* Gower. Aldershot (Royaume-Uni), Gower, 388 p.
- NGUYEN E.** (2009). *Des indicateurs de durabilité au tableau de bord, les étapes d'agrégation pour rendre ces indicateurs plus lisibles et utilisables par les acteurs du développement agricole et rural*. Amiens, Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie, 11 p.
- NIEMEIJER D., DE GROOT R.** (2008). Framing environmental indicators: moving from causal chains to causal networks. *Environment, Development and Sustainability*, n°10, p.89–106

- OCDE** (1993). *Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour les examens des performances environnementales*. Rapport de synthèse du Groupe sur l'État de l'Environnement. Monographie sur l'environnement n°83, Paris, OCDE, 41 p.
- OCDE** (1997). *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 1 : Concepts et cadre d'analyse*. Paris, OCDE, 50 p.
- OCDE** (1998). *Vers un développement durable : indicateurs environnementaux*. Paris, OCDE, 155 p.
- OCDE** (2000). *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture Méthodes et résultats. Volume 2 : Enjeux et conception*. Paris, OCDE, 59 p.
- OCDE** (2001). *Indicateurs environnementaux de l'OCDE : vers un développement durable*. Paris, OCDE, 156 p.
- OCDE** (2001). *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 3 : méthodes et résultats*. Paris, OCDE, 53 p.
- OCDE** (2003). *Indicateurs environnementaux de l'OCDE : Développement, mesure et usage*. Paris, OCDE, 37 p.
- OCDE** (2004). *Indicateurs clés d'environnement de l'OCDE*. Paris, Direction de l'Environnement de l'OCDE, 36 p.
- OCDE, CEDEAO, CSAO** (2007). Les dynamiques démographiques. *Atlas de l'Intégration Régionale en Afrique de l'Ouest. Série population*, 16 p.
- OFFREDI C.** (2005). Introduction générale. in: *La dynamique de l'évaluation face au développement durable*, Paris, L'Harmattan, Société Française d'évaluation, p.11-20
- OLSON K.R., OLSON G.W.** (1986). Use of multiple regression analysis to estimate average corn yields using selected soil and climate data. *Agric. Syst*, n°20, p.105-120
- ORFEUIL J.-P., SOLEYRET D.** (2002). Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance? *Recherche Transports Sécurité*, vol.76, p.208-221
- OVERMARS K.P., VERBURG P., VELDKAMP T.** (2005). Comparaison of a deductive and an inductive approach to specify land suitability in a spatially explicit land use model *Land Use Policy, ScienceDirect*, p.16
- OVERTON J.** (2010). The consumption of space: Land, capital and place in the New Zealand wine industry. *Geoforum*, 11 p.
- PAGET M.** (2009). *Statuts et usages du foncier non bâti sur la commune des Matelles (Hérault). Cas d'une commune rurale en situation périurbaine en région méditerranéenne*. Rapport de stage, Montpellier, Mairie des Matelles, Université Montpellier III, 88 p.
- PARMENTIER C.** (2009). L'approche systémique de Palo Alto. Théories et perspectives pour la prévention des risques professionnels. *INRS Note scientifique et technique*, n°278, 39 p.
- PASQUIER R., SIMOULIN V., WEISBEIN J.** (2007). *La gouvernance territoriale : Pratiques, discours et théories*. Paris, LGDJ, Collection "Droit & Société", Vol.44, 240 p.
- PAULET J.-P.** (2004). *Les banlieues françaises*. Paris, Ellipses, 192 p.
- PAULET J.P.** (2005). *Géographie Urbaine*. Paris, Armand Colin, 342 p.
- PAVE A., PUMAIN D., SCHIMDT-LAINE C.** (2003). *Etudes sur l'environnement - De l'échelle du territoire à celle du continent*. Rapport sur la science et la technologie de l'Académie des Sciences, Chap. 2. « Dynamique des territoires : les changements de couverture et d'utilisation des terres », Paris, Lavoisier, Tec & Doc, n°15, 307 p.
- PECQUEUR B.** (2002). Gouvernance et régulation, un retour sur la notion de territoire. *Géographie, Économie et Société*, vol.4, n°2
- PÉRIBOIS C.** (2008). *Usages de l'information géographique dans la gestion participative du territoire. Regards croisés en France, en Belgique et au Québec*. Thèse Géographie, Angers, Université d'Angers, 374 p.

- PERRIER-CORNET P.** (2002). *Repenser les campagnes*. La Tour d'Aigues, Datar / L'aube, 279 p.
- PINÇON M., PINÇON-CHARLOT M.** (2004). *Sociologie de Paris*. Paris, La découverte, p.
- PINGAULT N., PRÉAULT B.** (2007). Indicateurs de développement durable : un outil de diagnostic et d'aide à la décision. *Notes et études économiques*, n°28, 43 p.
- PIVETEAU V., LARDON S.** (2002). Chorèmes et diagnostics de territoire : une expérience de formation. *Mappemonde*, vol. 68, n°4, 6 p.
- PNUE** (2003). *Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens. Etude bibliographique*. Sophia Antipolis, PNUE Plan Bleu Centre d'activités régionales, 80 p.
- PNUE, PAM** (2005). *Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable. Un cadre pour une durabilité environnementale et une prospérité partagée*. Rome, United Nations Environment Programme, 68 p.
- PNUE, PAM, BLEU P.** (2009). *Suivi de la stratégie Méditerranéenne de Développement Durable : Principaux indicateurs, Actualisation 2009* Plan Bleu Centre d'activités régionales, 33 p.
- PODMANICKY L., BALÁZS K., BELÉNYESI M., CENTERI C., KRISTÓF D., KOHLHEB N.** (2009). Modelling soil quality changes in Europe. An impact assessment of land use change on soil quality in Europe. *Ecological indicators*, 12 p.
- POINTEREAU P., COULON F.** (2009). Abandon et artificialisation des terres agricoles. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°57, p.109-120
- PONTIUS R.G., SCHNEIDER L.C.** (2001). Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and environment*, n°85, p.239-248
- POREBSKI A., VANDENBROUCKE N., MACAIRE L.** (2007). *Sélection automatique d'attributs pour la classification de textures couleur. Automatic selection of features for color texture classification*. Obernai, Onzième congrès francophone des jeunes chercheurs en vision par ordinateur (ORASIS'07), 8 p.
- POTIER F.** (2007). *Le périurbain Quelle connaissance ? Quelles approches ?* Joinville, Certu, Les rapports d'étude, 70 p.
- POTSCHIN M.** (2009). Land use and the state of the natural environment. *Land Use Policy*, n°26, p.170-177
- POUPARD G.É., BEAUDEMOULIN W.C.** (2006). *Tache urbaine et espaces agricoles à la Réunion*. Note de travail, Groupe de travail Etalement urbain Sainte-Clotilde, AGORAH Agence pour l'Observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat, 13 p.
- PPLR, CNRS** (2007). *Futures possibles, impacts sur les territoires. Prospectives des territoires en Languedoc-Roussillon*. Montpellier, Pôle Prospective Languedoc-Roussillon, Laboratoire de géographie "Mutations des territoires", PUCA, 64 p.
- PUISSANT A.** (2003). *Information géographique et image à très haute résolution. Utilité et applications en milieu urbain*. Thèse Géographie, Strasbourg, Université Louis Pasteur, 343 p.
- PUISSANT A., WEBER C.** (2001). *Utilité des images haute résolution pour évaluer la place de la végétation dans l'aménagement urbain. Quelle résolution pour quels besoins?* , Vèmes rencontres de Théo Quant, 10 p.
- PUMAIN D.** (2003). Une approche de la complexité en géographie. *Géocarrefour*, vol.78, n°1, p.25-31
- PUMAIN D., BRETAGNOLLE A., DEGORGÉ-LAVAGNE M.** (1999). La ville et la croissance urbaine dans l'espace-temps. *Mappemonde*, vol.55, n°3, p.38-42
- PUMAIN D., SAINT-JULIEN T.** (1995). *L'espace des villes*. Montpellier, Reclus - La Documentation Française, Atlas de France, Volume 12, 128 p.

- RACINE J.-B.** (1967). Exurbanisation et métamorphisme périurbain, introduction à la croissance du grand Montréal. *Revue de Géographie de Montréal*, n°2, p.313-341
- RAMETSTEINER E., PULZL H., ALKAN-OLSSON J., FREDERIKSEN P.** (2009). Sustainability indicator development—Science or political negotiation? *Ecological Indicators*, 10 p.
- RÉMY J.C.** (2005). Chap.31. Méthodologie pour l'évaluation des terres: contraintes pédologiques et facteurs limitant d'utilisation des sols. in: *Girard M.C, Walter C., Berthelin J., Remy J.C., Morel J.L., Sols et Environnement. Cours et Etudes de cas*, Paris, Dunod. Coll. Sciences
- RÉRAT P.** (2005). *Etalement urbain et mutations démographiques ou le paradoxe de la densification et de la déprise d'une ville-centre*. Université de Lausanne, Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance, 9 p.
- RÉRAT P.** (2006). Mutations urbaines, mutations démographiques. Contribution à l'explication de la déprise démographique des villes-centres. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n°5, p.725-750
- REY-VALETTE H., CHIA E.** (2007). *Modes et conditions d'appropriation du concept de développement durable*. Montpellier, Education à l'environnement pour un développement durable. Informer, former ou éduquer ?, 10 p.
- REY-VALETTE H., CLÉMENT O., AUBIN J., MATHÉ S., CHIA E., BLANCHETON J.-P., SLEMBROUCK J., BARUTHIO A., RENÉ F., LEVANG P., MORISSENS P., LAZARD J.** (2008). *Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture*. Montpellier, CIRAD, Ifremer, INRA, IRD, UM1 - projet de recherche EVAD, 144 p.
- REY-VALETTE H., CLÉMENT O., LAZARD J.** (2008). Les usages des indicateurs de développement durable. Compte rendu de colloque (Montpellier, 3-4 avril 2006). *Natures Sciences Sociétés*, vol.16, n°1, p.73-75
- REY-VALETTE H., DAMART S., RODRIGUEZ T., ROUSSILLON J.-P.** (2007). *Hiérarchisation des indicateurs de développement durable en vue de contribuer à la constitution d'un observatoire du Territoire de Thau*. Rapport final, Montpellier, PNEC Chantiers Lagunes Méditerranéennes, SYSCOLAG Systèmes Côtiers et Lagunaires, Atelier 4 - Sciences Sociales, 61 p.
- REY-VALETTE H., DAMART S., ROUSSEL S., ROUSSILLON J.-P., TAILLADE J.-J., RODRIGUEZ T.** (2008). A multicriteria participation based methodology for selecting sustainable development indicators : an incentive tool for concerted decision making beyond the diagnosis framework. *International Journal of Sustainable Development*, vol.10, n°1/2, p.122-138
- REY-VALETTE H., LALOË F., LE FUR J.** (2007). Introduction to the key issue concerning the use of sustainable development indicators. *Sustainable Development*, vol.10, n°1/2, p.73-92
- REY-VALETTE H., LALOË F., LE FUR J., ROUSSEL S.** (2006). *Usages des Indicateurs de Développement Durable : entre Offre et Demande d'indicateurs*. St-Quentin-en-Yvelines, GECOREV: Gestion concertée des ressources naturelles et de l'environnement, du local au mondial, 15 p.
- REY-VALETTE H., ROUSSEL S.** (2006). L'évaluation des dimensions territoriale et institutionnelle du développement durable : le cas des politiques de Gestion Intégrée des Zones Côtières. Dossier 8 : Méthodologies et pratiques territoriales de l'évaluation en matière de développement durable. *Développement durable et territoires [En ligne]*, 19 p.
- RIBA G.** (2008). De nouvelles ruralités : enjeux et questions pour la recherche. in: *Mora O. (dir.), Prospective. Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030*, Paris, INRA, INRA, p.63-64

- RINDFUSS R., WALSH S., TURNER II B.L., FOX J., VINOD M.** (2004). Developing a science of land change : Challenges and methodological issues. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*, vol.101, n°39, p.13976-13981
- ROBIN F.-X., GONDEAUX P., VIGNÉ P., DEMEULES V.** (2007). *Méthodes pour réaliser un suivi de l'évolution du bâti. Utilisation de cartes anciennes, du cadastre et de photographies aériennes*. Paris, Certu, CETE Normandie-Centre, 95 p.
- RONDIER P.** (2007). *Un système d'indicateurs d'étalement urbain : des enjeux d'utilité et de complexité*. Laval (Québec), 3è colloque des étudiants de l'IHQEDS. Différentes perspectives pour un même but : un meilleur environnement, 45-49 p.
- RONSE C.** (2009). *Opérations morphologiques de base : dilatation, érosion, ouverture et fermeture binaires [En ligne]*. Strasbourg, Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection (LSIIT), UMR 7005 CNRS-UdS, Département d'Informatique de l'Université de Strasbourg.
- ROSENAU J., CZEMPIEL E.-O.** (1992). *Governance without Government*. Cambridge, Cambridge University Press, 311 p.
- ROTH I.** (2002). Mesurer le développement durable. *Bulletin SVU ASEP ASAP*, vol. 8, 8 p.
- ROUGÉ L.** (2005). *L'accession à la propriété et modes de vie en maison individuelle des familles modestes installées dans le périurbain lointain toulousain. Les « captifs » du périurbain ?* Thèse Géographie et Aménagement, Toulouse, Université Toulouse-le Mirail, Cirus-Cieu, 381 p.
- ROUGÉ L.** (2007). Inégale mobilité et urbanité par défaut des périurbains modestes toulousains. Entre contraintes, tactiques et captivité. *EspacesTemps.net [En ligne]*.
- ROUGÉ L., BONNIN S.** (2008). *Les "captifs" du périurbain 10 ans après. Retour sur enquête. Espaces sous influence urbaine*. Toulouse, Certu, Cieu (LISST), 84 p.
- ROUGET N.** (2008). *Les dynamiques agricoles dans les espaces urbains et périurbains. Diversification et stratégies d'adaptation des agricultures. Les cas des périphéries Sud-Est de Lille et Nord de Lens*. Thèse Géographie, Paris, Université Paris Ouest - Nanterre La Défense, 401 p.
- ROUSSEL S.** (2007). *Efficacité d'une Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC)*. Thèse Economie, Montpellier, Université de Montpellier 1, 264 p.
- ROUX E., VANIER M.** (2008). *La périurbanisation : problématiques et perspectives*. Paris, DIACT, La Documentation française, Collection Travaux, n°8, 88 p.
- ROUXEL F., RIST D.** (2000). *Le développement durable, Approche méthodologique dans les diagnostics territoriaux*. Paris, Certu, 15 p.
- SABATIER B., SOULARD C., JARRIGE F., LAURENS L., NOUGADÈS B.** (2007). *L'agriculture périurbaine aujourd'hui : un champ de recherche multidimensionnel*. Nanterre, Colloque international Les agriculture périurbaines, un enjeu pour la ville. Vers des projets de territoire, 9 p.
- SANSOT P.** (2004). *Poétique de la ville*. Paris, Editions Payot et Rivages, Petite bibliothèque Payot, 625 p.
- SCATTER** (2002). *Deliverable 1, Review of urban sprawl impacts and measurement techniques / Deliverable 2, System analysis of urban sprawl by experts / Deliverable 3, Statistical analysis in the case cities, European Commission*. Bruxelles, Commission Européenne, Direction Générale de la recherche.
- SCHMITT V.** (2009). *Le Document de Gestion de l'Espace Agricole et Forestier de l'Hérault, outil d'aide à la décision pour la gestion des territoires ruraux*. Rapport de stage, Montpellier, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de l'Hérault, Université Montpellier III, 92 p.
- SCHUBARTH C.** (2008). Côté urbain : l'urbain de tous les côtés ? in: *Monteventi Weber L., Deschenaux C., Tranda-Pittion M. (dir.), Campagne-ville. Le pas de deux. Enjeux et*

- opportunités des recompositions territoriales*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, p.9-18
- SECCHI B.** (2004). La ville européenne contemporaine et son projet. in: *Chalas Y. (dir.), L'imaginaire aménageur en mutation*, Paris, L'Harmattan, p.121-153
- SEGESA** (1994). *Entre ville et campagne, les espaces de périurbanisation : identification et problèmes, propositions pour l'action publique*. Paris, CIFAR Centre d'information et de formation sur l'aménagement rural, 99 p.
- SÉNÉCAL G.** (2007). L'esprit de la mesure et l'incertitude métropolitaine. in: *Sénécal G. (dir.) Les indicateurs socioterritoriaux. Perspectives et renouvellement.*, Laval, PUL (Les Presses de l'Université de Laval), p.1-6
- SENIUK A., STROHL J.** (1997). *Dynamiques spatiales du vignoble du Languedoc-Roussillon. 10 ans d'arrachage et de restructuration primés*. Montpellier, Programme INRA-DADP Languedoc-Roussillon.
- SERGHINI M.** (2003). *Analyse diachronique de l'occupation du sol en Martinique : approche méthodologique*. Rapport de stage, Toulouse, Cemagref, DHET, ENSAT, 62 p.
- SERRA J.** (2000). *Cours de Morphologie mathématique [En ligne]*. Paris, Ecole des Mines de Paris.
- SERRANO J.** (2008). Démarche pour un équilibre entre urbanisation et dynamiques agricoles : le cas d'une agglomération moyenne. in: *Monteventi Weber L., Deschenaux C., Tranda-Pittion M. (dir.), Campagne-ville. Le pas de deux. Enjeux et opportunités des recompositions territoriales*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, p.265-276
- SIGLR** (2008). *Occupation du sol Languedoc-Roussillon 1999 et 2006. Guide technique V0. SIG LR*. Montpellier, SIG LR, 61 p.
- SIMON H.A.** (1965). *Administrative behaviour: a study of decision-making process in administrative organization*. New York, The Free Press, 364 p.
- SLAK M.-F.** (2000). Vers une modélisation du mitage. Périurbanisation et agriculture. *Etudes foncières*, n°85, p.33-38
- SLAK M.-F.** (2001). L'évolution des structures d'occupation du sol vue par Teruti. *Agreste Cahiers. Territoire*, n°1, p.13-25
- SOLON J.** (2009). Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland. *Landscape and Urban Planning*, 12 p.
- STEINBERG J.** (1991). Les formes de péri-urbanisation et leur dynamique. . in: *La péri-urbanisation en France*, SEDES, p.59-85
- STEPHAN J.-M.** (2001). La consommation des espaces agricoles et naturels en Île-de-France : plusieurs approches pour un suivi de précision. *Agreste Cahiers. Territoire*, n°1, p.13-25
- STIGLITZ J.E., SEN A., FITOUSSI J.-P.** (2008). *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*. Paris, Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, 324 p.
- SVARSTAD H., PETERSEN L.K., ROTHMANC D., SIEPELD H., WÄTZOLDE F.** (2007). Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. *Land Use Policy*, 10 p.
- TAFANI C.** (2010). *Agriculture, territoire et développement durable. Analyse systémique d'une agriculture littorale sous pression touristique : L'exemple de la Balagne en Corse*. Thèse Géographie, Corte, Université de Corse Pascal Paoli, 525 p.
- TALLON H., VALETTE E.** (2008). *Comment accompagner les projets pluriactifs en milieu rural ? Une expérimentation par la formation menée dans le Nord-ouest héraultais*

- (France). Rimouski (Québec), XVI^e colloque ASRDF Territoires et action publique territoriale : nouvelles ressources pour le développement régional., 17 p.
- TANGUAY G.A., RAJAONSON J., LEFEBVRE J.-F.O., LANOIE P.** (2009). Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators*, 12 p.
- TAZI S.** (2002). *Observatoires : de nouveaux enjeux pour la recherche face à l'évolution du concept*. Diaporama, Montpellier, Regards sur les observatoires - CIRAD, 28 diapo.
- TENEDORIO J.A.** (2001). Remote sensing and geographical information systems: Monitoring the urban fringe expansion on the Lisbon metropolitan area. *Bulletin d'Association de Géographes Français*, vol.78, n°1, p.66-77
- THEYS J., EMELIANOFF C.** (2001). Les contradictions de la ville durable : L'écologie au-delà de l'utopie. *Le Débat*, n°113, p.122-135
- THIBAUT S.** (2003). Système. in: Lévy J., Lussault M. (dir.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p.884-886
- THIÉBAUT L.** (1995). *Les fonctions environnementales de l'agriculture périurbaine : des externalités vers les services ?* Rambouillet, Atelier de recherches de Rambouillet. L'agriculture dans l'espace périurbain : des anciennes aux nouvelles fonctions, INRA - ENSP, 107 p.
- THIEBAUT O.** (2005). TIC- L'infobésité, mal de notre société de l'information. *Culture et tic [Online]*.
- THINON P., MARTIGNAC C., METZGER P., CHEYLAN J.-P.** (2007). Analyse géographique et modélisation des dynamiques d'urbanisation à La Réunion. *Cybergeo : Revue européenne de géographie*, n°389, 16 p.
- THOMSIN L.** (2001). Un concept pour le décrire : l'espace rural rurbanisé. *Ruralia*, n°9, 14 p.
- TOLRON J.-J.** (2002). L'agriculture périurbaine... un espace pour des aménités rurales ? *Ingénieries*, p.81-90
- TOLRON J.-J.** (2005). La place de l'agriculture dans le projet urbain des grandes métropoles françaises. Etat des lieux dans les documents d'aménagement avant la mise en place des SCoT. *Les Cahiers de la multifonctionnalité*, n°8, p.75-85
- TOLRON J.-J., GIRAUD G.** (2001). *La ville émergente. L'agriculture, actrice de la ville émergente. Prise en compte des espaces agricoles et aménagement des grandes métropoles françaises*. Aix en Provence, Cemagref, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement, 142 p.
- TONNEAU J.-P.** (2003). *De la communauté au territoire. Un itinéraire de recherche pour le développement*. HDR, Paris, Université de Paris X Nanterre, 207 p.
- TONNEAU J.-P., PERRET S., LOYAT J.** (2009). *Indicateurs de performance*. Document de travail, Montpellier, CIRAD, 8 p.
- TONNEAU J.-P., PIRAUX M., COUDEL E., GUILHERME DE AZEVEDO S.** (2009). Evaluation du développement territorial comme processus d'innovation et d'institutionnalisation : le cas du Territoire du Alto Sertão do Piauí e Pernambuco au Nordeste du Brésil. *Vertigo, La revue en sciences de l'environnement*, vol.9, n°3, p.14
- TRÉGOUËT B.** (2011). Le point sur L'artificialisation des sols s'opère aux dépens des terres agricoles. *Commissariat Général au Développement Durable, Observation et statistiques, Environnement*, n°75, 4 p.
- TREITZ P., ROGAN J.** (2004). Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change an introduction. *Progress in Planning*, vol.61, n°4, p.269-279
- TRIBOUT X.** (2006). Les exploitation agricoles se concentrent et se professionnalisent. *Agreste Languedoc-Roussillon*, 4 p.
- TROISPOUX G., ALLOUCHE B., CALVINO A., CHAMARD-BOIS C., DI SALVO M., KHOBZI J., LANGLOIS J.-G.** (2002). *Evaluation de la BD TOPO®*. DGUHC, Certu, 97 p.

- UNEP** (2002). *Global Environmental Outlook 3*. Londres, United Nations Environment Program, Earthscan, 426 p.
- VACHON B.** (2008). *L'économie résidentielle : définition d'un concept utile pour penser le développement des territoires ruraux*. Sainte Camille, Salon régional d'animation de diversification agricole. Diversification agricole et ouverture à la cohabitation des fonctions en milieu rural, 7 p.
- VALETTE A., ENAULT C.** (2005). *L'analyse de l'étalement urbain. Application du modèle à Dijon et à deux villes chinoises, Suzhou et Wuxi, afin de valider cette méthode pour l'analyse des villes*. Besançon, 7èmes Rencontres de Théo Quant
- VALETTE E.** (2003). *Pour une analyse géographique de l'innovation sociale. L'exemple des territoires ruraux périurbains de la garrigue nord-montpelliéraine*. Thèse Géographie, Paris, Université Paris VII - Denis Diderot, 356 p.
- VALETTE E., BANZO M.** (2007). Les imaginaires environnementaux en périphérie urbaine à l'épreuve du projet territorial. L'exemple du Parc Intercommunal des Jalles (Bordeaux). in: *Viala L., Villepontoux S., Imaginaire, territoires, sociétés. Contribution à un déploiement transdisciplinaire de la géographie sociale*, Montpellier, Mutations des Territoires en Europe CNRS, Université Paul Valéry Montpellier III, p.423-436
- VAN DIEPEN C.A., VAN KEULEN H., WOLF J., BERKHOUT J.A.A.** (1991). Land evaluation. From intuition to quantification. *Advances in Soil Sciences*, n°15, p.139-204
- VANIER M.** (2000). Qu'est-ce que le tiers espace : territorialités complexes et construction politique. *Revue de Géographie Alpine*, vol.88, n°1, p.105-113
- VANIER M.** (2003). Le périurbain à l'heure du crapaud buffle: tiers espace de la nature, nature du tiers espace. *Revue de Géographie Alpine*, vol.4, n°91, p.79-89
- VANIER M.** (2003). *Métropolisation et tiers espace, quelle innovation territoriale ?* Grenoble, Recompositions territoriales, confronter et innover. Rencontres scientifiques franco-sud africaines de l'innovation territoriale, 4 p.
- VANIER M.** (2005). La relation ville / campagne excédée par la périurbanisation. *Cahiers Français*, n°328, p.13-17
- VANIER M.** (2005). *Rural-urbain : qu'est-ce qu'on ne sait pas ?* Poitiers, Rural-Urbain Nouveaux liens, nouvelles frontières, Presses Universitaires de Rennes, 25-32 p.
- VANIER M., LAJARGE R.** (2008). *Rapport final du groupe de prospective sur les Futurs périurbains de la France en Europe*. Grenoble, DIACT, PACTE, 25 p.
- VANIER M., LOUARGANT S.** (2008). *Futurs périurbains*. Grenoble, DIACT, PACTE, 6 p.
- VAUDOIS J.** (1995). *Les dynamiques agricoles dans les zones périurbaines : formes et éléments d'interprétation*. Rambouillet, L'agriculture dans l'espace périurbain : des anciennes aux nouvelles fonctions, Actes de l'atelier de recherches, 20-29 p.
- VELDKAMP A., LAMBIN E.F.** (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°851-856
- VERBURG P.** (2008). *Perspectives on multi-scale modelling of European Land Use*. Toulouse, Symposium "Spatial landscape modelling: from dynamic approaches to functional evaluations"
- VERBURG P., SCHOT P.P., DIJST M.J., VEDKAMP A.** (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*, n°61, p.309-324
- VERBURG P., VELDAMP A., FRESCO L.O.** (1999). Simulation of changes in the spatial distribution of land use in China. *Applied Geography*, n°19, p.211-233
- VERBURG P.H., SCHULP C.J.E., WITTE N., VELDAMP A.** (2006). Downscaling of land use change scenarios to assess the dynamics of European landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°114, p.39-56

- VIANEY G.** (2006). *Les représentations du marché foncier agricole et leur traduction dans les documents d'aménagement*. Montpellier, Les frontières de la question foncière, 17 p.
- VILLALBA B.** (2009). Introduction. Stratégies asymétriques d'appropriation du développement durable. in: *Appropriations du développement durable. Emergences, diffusions, traductions*, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion. Espaces politiques, p.13-33
- VOIRON-CANICIO C.** (1993). Espaces structures et dynamiques régionales, l'arc méditerranéen. *Revue d'Analyse spatiale quantitative et appliquée*, 306 p.
- VOIRON-CANICIO C.** (2006). *L'espace dans la modélisation des interactions nature-société*. La Baule, Colloque Interactions Nature-Société, analyse et modèles, 6 p.
- VOIRON-CANICIO C.** (2008). A Spatio-morphological Modelling for Spread Predicting. *Lecture Notes In Computer Science*, vol.5072, p.210-220
- VOIRON-CANICIO C., CHÉRY J.-P.** (2005). *Espace géographique, spatialisation et modélisation en Dynamique des Systèmes*. Paris, 6ème Congrès Européen de Science des Systèmes, 10 p.
- VOLLE J.-P.** (1996). *Ville et région. Approches de la question urbaine en Bas-Languedoc*. Thèse Géographie, Toulouse, Université de Toulouse-le-Mirail
- VOLLE J.-P.** (2004). *L'urbanisation du littoral du Languedoc-Roussillon. Ou comment le processus de mise en tourisme rencontre celui de périurbanisation des villes-centres*. Montpellier, Mutations des villes méditerranéennes et de leurs périphéries, CNRS, Montpellier III, 185-198 p.
- VOLLE J.-P.** (2006). *Les enjeux de l'organisation des transports pour un développement économique régionale durable. Le Languedoc-Roussillon territoire en mouvement*. Diaporama, Montpellier, CNDP, 18 diapo
- VON MEYER H.** (1998). Les enseignements des indicateurs territoriaux. *L'Observateur de l'OCDE*, n°210, p.5-16
- WALZ U.** (2008). Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany) - Methods and indicators. *Ecological indicators*, n°8, p.807-817
- WEBER C.** (1995). *Images satellitaires et milieu urbain*. Paris, Hermes Sciences, Collection Géomatique, 187 p.
- WEBER C., HIRSCH J.** (2000 modifié le 11 mai 2007). Processus de croissance et limites urbaines. *Cybergeo [En ligne]. European Journal of Geography, Actes des Journées de Télédétection en Sciences humaines*, n°158.
- WEBER C., PUISSANT A.** (2003). Urbanization pressure and modeling of urban growth: example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment*, n°86, p.341-352
- WEBER J.-L., HALL M.** (2001). *Towards spatial and territorial indicators using land cover data*. Copenhagen, Agence Européenne de l'Environnement, 49 p.
- WENG Q.** (2001). Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management*, vol.64, n°3, p.273-284
- WIEL M.** (1999). *La Transition urbaine ou le passage de la ville-pédestre à la ville-motorisée*. Sprimont (Belgique), Mardaga, Architecture + Recherches, 149 p.
- YANG X., LO C.P.** (2002). Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, p.1775-1798
- ZHAO P.** (2010). Managing urban growth in a transforming China: Evidence from Beijing. *Land Use Policy*, 14 p.

ZUJNTEN N. (2004). *Indicateurs pour un développement durable : aspects méthodologiques et développements en cours*. Document de travail, Bruxelles, Bureau Fédéral du Plan, 90 p.

Sites Internet consultés

AEE – Agence Européenne pour l’Environnement

<http://www.eea.europa.eu/fr>

Agreste – La statistique, l’évaluation et la prospective agricole - MAAPRAT

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>

ARPE – Agence Régionale Pour l’Environnement – Moteur d’Actions durables en Midi-Pyrénées

<http://www.arpe-mip.com/html/index.php>

BRL – L’eau, l’environnement et le développement durable - Compagnie Nationale d’Aménagement de la Région du Bas Rhône et du Languedoc

<http://www.brl.fr/>

CAUE Hérault - Le Conseil d’Architecture, d’Urbanisme et d’Environnement en Languedoc-Roussillon

<http://herault.caue-lr.org/>

CCT - Centre Canadien de Télédétection

http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/index_f.php

Cete-Méditerranée – Bureau public d’études et d’Ingénierie - Centre d’Études Techniques du Ministère de l’Équipement

<http://www.cete-mediterranee.fr/>

Certu - Centre d’études sur les réseaux, les transports, l’urbanisme et les constructions publiques - MEEDDM

<http://www.certu.fr/>

CLUE – The CLUE model – The Conversion of Land Use and its Effects

<http://www.cluemodel.nl/>

INSEE - Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

<http://www.insee.fr/fr/default.asp>

DATAR – Portail de l’Aménagement du Territoire - Délégation interministérielle à l’Aménagement du Territoire et à l’Attractivité Régionale - MAAPRAT

<http://territoires.gouv.fr/la-datar>

Dictionnaire Encyclopédie Universalis

http://www.universalis.fr/test_lexique.php?mots=indicateur

Vie publique au cœur du débat public – Site de la Direction de l’Information légale et administrative -

<http://www.vie-publique.fr/>

Journal Officiel - Site de la Direction de l’Information légale et administrative –

<http://www.journal-officiel.gouv.fr/>

Larousse – Dictionnaires de la langue française et encyclopédie collaborative

<http://www.larousse.fr/>

Ministère de l’alimentation, de l’Agriculture, de la Pêche, de la Ruralité et de l’Aménagement du Territoire

<http://agriculture.gouv.fr/>

Moland - Monitoring Land Use / Cover Dynamics - Towards Sustainable Urban and Regional Development – European Commission Joint Research Unit - Institute for Environment and Sustainability

<http://moland.jrc.ec.europa.eu/>

Eururalis - Discussing the future of rural Europe

<http://www.eururalis.eu/>

Observation et Statistiques de l'Environnement, site du MEEDTL

<http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/>

Observatoire des territoires de la DATAR

http://www.territoires.gouv.fr/indicateurs/portail_fr/index_fr.php

Observatoire du littoral de l'IFEN

<http://www.littoral.ifen.fr/>

Observatoire du bassin de Thau (SMBT)

http://smbt.teledetection.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=180

Observatoire régional de la biodiversité

<http://orblr.fr/wakka.php?wiki=Accueil>

OCDE – Des politiques meilleures pour une vie meilleure - Organisation de Coopération et de Développement Economiques

http://www.oecd.org/home/0,3675,fr_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html

ONU – Nous peuples des Nations Unies. une ONU pour un monde meilleur - Organisation des Nations Unies

<http://www.un.org/fr/>

Eurostat – Commission Européenne – Eurostat votre clé d'accès à la Statistique européenne

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

FAOSTAT - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

<http://faostat.fao.org/>

PLUREL - Peri-urban Land Use RELationships

<http://www.plurel.net/>

UMR LISAH - Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème - Hydrosystème

<http://www.umr-lisah.fr/>

UMR TETIS - Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale – Unité Mixte de Recherche Cémagref – CIRAD - AgroParisTech

<http://tetis.teledetection.fr/>

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tables des figures

Figure 1 : La part des populations urbaines et rurales dans le monde, entre 1800 et 2030.....	13
Figure 2 : Le développement durable, une vision transversale (Pingault et Préault, 2007).....	17
Figure 3 : Schéma synoptique de la problématique de thèse	21
Figure 4 : Les quatre formes de la complexité inspirées de Dauphiné (2005), appliquées aux espaces périurbains.....	23
Figure 5 : Grandes phases méthodologiques des travaux de recherche	27
Figure 6 : Évolution des populations urbaines et rurales en France métropolitaine entre 1936 et 2006.....	35
Figure 7 : Évolution de la population par catégorie d'espace (urbain, périurbain, rural) du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE, entre 1962 et 2006 en France métropolitaine.....	36
Figure 8 : Les mécanismes du nouveau régime d'urbanisation selon Rérat (2006)	43
Figure 9 : Le modèle radioconcentrique d'organisation des villes dans l'espace	44
Figure 10 : Le déploiement des formes périurbaines dans l'espace.....	45
Figure 11 : Lotissements pavillonnaires par photographies aériennes (département de l'Hérault)	47
Figure 12 : Habitats isolés par photographies aériennes (département de l'Hérault)	47
Figure 13 : Illustrations des scénarios prospectifs de l'évolution des espaces périurbains en France (Source : Vanier et Louargant, 2008).....	58
Figure 14 : Évolution annuelle des surfaces selon les principaux usages du sol, entre 1992 et 2003, en France	66
Figure 15 : Illustration de Million sur les relations néo-ruraux/activité agricole (Source : Gauvrit et Mora, 2009).....	68
Figure 16 : Le SCoT de Montpellier « <i>Inverser le regard pour révéler l'armature des espaces naturels et agricoles</i> »	73
Figure 17 : L'indicateur, une fonction indicatrice.....	80
Figure 18 : Triangle d'agrégation (Source : Bauler et Zaccai, 2004)	81
Figure 19 : Adaptation du modèle décisionnel proposé par Simon (1960) selon Joerin (2008)	86
Figure 20 : La spirale de la démocratie selon Maurel (2011)	87
Figure 21 : Les étapes de l'élaboration d'un indicateur à travers la question de la « pertinence » selon Pingault et Préault (2007).....	89
Figure 22 : Représentation du modèle PER (OCDE, 2001).....	92
Figure 23 : Représentation du modèle DPSIR (Source : Zaccai et Bauler, 2004)	93
Figure 24 : Grandes étapes méthodologiques conduites pour construire un modèle conceptuel systémique.....	104
Figure 25 : Les problématiques de la périurbanisation, en France.....	105
Figure 26 : Le modèle DPSIR appliqué à la problématique de l'urbanisation des sols.....	106
Figure 27 : Rapport des disciplines scientifiques à l'environnement (Source : Levêque, 2009)	107
Figure 28 : Représentation théorique du fonctionnement du système territorial à un niveau global.....	109
Figure 29 : Représentation théorique du fonctionnement du système territorial inspirée des travaux de Da Cunha (1988) et de Moine (2007).....	112
Figure 30 : Adaptation du cadre théorique DPSIR	114
Figure 31 : Modèle DPSIR adapté, appliqué aux processus de périurbanisation en France..	116

Figure 32 : Cadre de concertation pour construire une représentation partagée du système étudié.....	117
Figure 33 : Schématisation classique d'une boucle de rétroaction	118
Figure 34 : Processus de sélection des indicateurs sur la base du modèle DPSIR adapté	120
Figure 35 : Grandes phases conduites pour favoriser l'implication des acteurs tout au long du projet.....	121
Figure 36 : Processus de sélection des indicateurs composant le système d'indicateurs final	125
Figure 37 : Modèle d'organisation territoriale du Languedoc-Roussillon (Source : Volle, 2006).....	134
Figure 38 : Évolution de la population par catégorie d'espace du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE, entre 1062 et 2006 en Languedoc-Roussillon	136
Figure 39 : Évolution des exportations mondiales de vins en milliers d'hectolitres (Source : OIV)	138
Figure 40 : Évolution de la consommation individuelle annuelle de vin (Source : OIV).....	138
Figure 41 : Station balnéaire de la Grande Motte	145
Figure 42 : Assemblage de photographies aériennes de la ville de Montpellier, datant de 1963 et de 1964	146
Figure 43 : Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1950 à 1970.....	147
Figure 44 : Photographie aérienne de la ville de Montpellier (Source : BD ORTHO® IGN, 2007).....	152
Figure 45 : Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1970 à 1990.....	153
Figure 46 : Arrachage de vigne au nord de Montpellier (Commune de Montferriez-sur-Lez)	158
Figure 47 : Évolution de la superficie cultivée en vigne en milliers d'hectares (Source : Agreste).....	158
Figure 48 : Trois niveaux de densification pour les futures extensions urbaines (Source : CAM, 2008)	163
Figure 49 : Les limites définies par le SCoT pour « maîtriser » l'extension urbaine (Source : CAM, 2008)	163
Figure 50 : Construction de lotissements aux abords des parcelles de vignes au nord-est de Montpellier (Commune de Jacou).....	164
Figure 51 : Construction de lotissement au nord-est de Montpellier (Commune de Le Crès et de Vendargues) (Source : BD ORTHO® IGN, 2007)	164
Figure 52 : Modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien, de 1990 à 2010.....	165
Figure 53 : Modèle des dynamiques de périurbanisation du capital foncier languedocien, dans les années 2000.....	169
Figure 54 : Table ronde organisée dans le cadre de l'étude DRAAF LR, le 17 février 2011 à Montpellier.....	180
Figure 55 : Emprise des espaces artificialisés de bases de données d'occupation du sol (Commune de Montpellier).....	192
Figure 56 : Opérations de dilatation et d'érosion par un élément structurant de forme circulaire.....	194
Figure 57 ; Étapes de création d'une tache urbaine à partir des données cadastrales de 2007 (Commune de Vailhauques, Hérault).....	195
Figure 58 : Comparaison de la précision des taches artificialisées en fonction du type de donnée utilisée (vecteur, raster)	196

Figure 59 : Comparaison de la représentativité des taches artificialisées en fonction de la distance de continuité du bâti retenue	197
Figure 60 : Exemple de catégories écartées du thème « surfaces d'activités » de la BD TOPO®	199
Figure 61 : Étapes de création de la tache artificialisée à partir d'un extrait de la BD TOPO® (Communes de St Georges d'Orques et de Juvignac, Hérault).....	200
Figure 62 : Espaces artificialisés issus du traitement des images satellitaires	203
Figure 63 : Étapes successives de création d'une tache artificialisée à partir d'images satellitaires.....	203
Figure 64 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en 2000 (Zoom sur la commune de St Gély du Fesc, Hérault).....	205
Figure 65 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en 2000 (Zoom sur la commune de Juvignac, Hérault).....	206
Figure 66 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2005 (Zoom sur la commune de Juvignac, Hérault)	206
Figure 67 : Tableau d'assemblage des images RapidEye et tableau d'assemblage des images IRS.....	209
Figure 68 : Création de polygones représentatifs de l'emprise au sol du réseau routier.....	211
Figure 69 : Zone artificialisée extraite des images satellitaires, sans et avec le réseau routier de la BD CARTO®	212
Figure 70 : Exemple de textures obtenues avec une image RapidEye 2009	213
Figure 71 : Approche descendante de classification orientée objet	213
Figure 72 : Exemples de résultats obtenus pour chaque niveau de segmentation (Communes de Saint-Clément-de-Rivière et de Montferrier-sur-Lez, Hérault).....	214
Figure 73 : Étapes de création de la tache artificialisée à partir des objets de zone artificialisée issue d'images satellitaires	218
Figure 74 : Suivi de l'évolution de l'artificialisation par superposition des taches artificialisées	219
Figure 75 : Synthèse de la méthode générale de production de taches artificialisées à partir d'images satellitaires	220
Figure 76 : Arbre de décision de détermination du score « de la qualité des sols »	222
Figure 77 : Schéma relationnel de causalité, simplifié.....	226
Figure 78 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Forces Motrices, Pressions et variations de l'État du capital foncier	227
Figure 79 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre variations de l'État du capital foncier et Impacts	228
Figure 80 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre les Impacts induits par les variations de l'État du capital foncier et les Réponses apportées	229
Figure 81 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Réponses apportées et variations de l'État du capital foncier	230
Figure 82 : Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre Pressions, variations de l'État du capital productif et Impacts	231
Figure 83 : Trois types de tache artificialisée produites en fonction du niveau d'intégration du réseau routier	232
Figure 84 : Importance des changements générés en fonction du type de tache artificialisée considérée.....	233
Figure 85 : Part initiale des classes de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie régionale	238
Figure 86 : Distribution initiale des classes de potentiel agronomique des sols par département (en %)	239

Figure 87 : Espaces artificialisés sans continuité avec l'existant, de 1997 à 2009 (zooms sur les communes de Grabels et de Lansargues).....	250
Figure 88 : Anneaux concentriques de 1 km d'intervalle sur 30 km de distance	251
Figure 89 : Part des espaces artificialisés en fonction de la distance aux pôles urbains, en 2009	251
Figure 90 : Évolution des espaces artificialisés en fonction de la distance aux pôles urbains, de 1997 à 2009	252
Figure 91 : Part (%) des classes de potentiel agronomique des sols artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie totale artificialisée, entre 1997 et 2009	253
Figure 92 : Part (%) des classes de potentiel agronomique des sols artificialisés (toutes routes) en 1997 et 2009 par rapport à la superficie initiale des CPAS.....	253
Figure 93 : Extrait de l'outil de consultation en ligne.....	256
Figure 94 : Adaptation de la tache artificialisée pour une analyse de l'Indice de Qualité des Sols à une échelle communale (Commune de Saint-Gély-du-Fesc, Hérault)	265
Figure 95 : Les trois façons de considérer l'information livrée par les taches urbaines, selon Frankhauser (2005)	270
Figure 96 : Calcul itératif du nombre de cellules de voisinage en fonction de la densité de la tache artificialisée.....	271
Figure 97 : Profils des pixels en fonction de la moyenne des pixels voisins bâtis à différentes distances	272
Figure 98 : Démarche participative itérative mise en œuvre pour la co-construction et la co-évaluation d'un système d'indicateurs spatialisés et spatiaux	279

Table des tableaux

Tableau 1 : Évolution de la population comprise dans une unité urbaine de 1968 à 2006 (Source : INSEE, recensements de population)	35
Tableau 2 : Taux de variation annuelle de la population par catégorie d'espace du Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE de 1982 à 2006 en France métropolitaine (Source : INSEE, recensements de population)	37
Tableau 3 : Exemple des 12 indicateurs phares de la SNDD mis en correspondance avec les indicateurs européens (Source : Pingault et Préau., 2007)	83
Tableau 4 : Extrait de la liste des indicateurs retenus dans le cadre du projet ITDD (Source : SOeS-Datar-Cemagref, 2009 in Bovar et Nirascou, 2010)	84
Tableau 5 : Comparaison des approches analytiques et systémiques (Source : De Rosnay, 1975).....	94
Tableau 6 : Variation annuelle de population en Languedoc-Roussillon de 1999 à 2006 (Source : INSEE).....	135
Tableau 7 : La place du périurbain en Languedoc-Roussillon en 1990 et 2009 (Source : INSEE, RP 1990 et 1999)	155
Tableau 8 : La place du périurbain en France métropolitaine (Source : INSEE, RP 1999)...	156
Tableau 9 : Analyse historique comparée du modèle DPSIR, adapté, appliqué au système territorial languedocien	167
Tableau 10 : Acteurs privés en lien avec la gestion des espaces agricoles	174
Tableau 11 : Organisations à but non lucratif en lien avec la gestion des espaces agricoles.	175
Tableau 12 : Acteurs publics en lien avec la gestion des espaces agricoles	176
Tableau 13 : Classement des enjeux prioritaires selon l'importance des préoccupations des différents groupes d'acteurs	181
Tableau 14 : Structuration des critères de mesure pour répondre aux enjeux prioritaires	182
Tableau 15 : Extrait des indicateurs retenus et classés par critères.....	183
Tableau 16 : Principales caractéristiques des images acquises pour composer une série temporelle.....	201
Tableau 17 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée.....	205
Tableau 18 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2000 (Commune de Juvignac, Hérault).....	206
Tableau 19 : Comparaison de l'emprise des taches artificialisées en fonction de la donnée source utilisée en 2005 (Commune de Juvignac, Hérault).....	207
Tableau 20 : Synthèse comparative des méthodes de production de taches artificialisées basées sur l'exploitation de la BD TOPO® ou le traitement d'images satellitaires	207
Tableau 21 : Nomenclature initiale (classes d'occupation du sol).....	210
Tableau 22 : Nomenclature retenue (classes d'occupation du sol)	210
Tableau 23 : Matrice de confusion détaillée exprimée en pourcentage	217
Tableau 24 : Matrice de confusion simplifiée exprimée en pourcentage.....	218
Tableau 25 : Comparaison des superficies artificialisées de 1997 à 2009 en fonction du type de tache artificialisée considéré.....	233
Tableau 26 : Composition des classes de potentiel agronomique	238
Tableau 27 : Distribution initiale (en ha) des classes de potentiel agronomique des sols par département	239
Tableau 28 : Extrait des indicateurs composant le système d'indicateurs final.....	241
Tableau 29 : Évolution de la tache artificialisée toutes routes de 1997 à 2009 pour chacun des départements littoraux (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard)	246

Tableau 30 : Potentiel agronomique des sols consommés par l'artificialisation de 1997 à 2009 (Canton des Matelles, Hérault).....	254
---	-----

Table des cartes

Carte 1 : Évolution de la population et des espaces urbanisés de l'agglomération de Montpellier (Source : CAM).....	76
Carte 2 : Localisation du Languedoc-Roussillon dans le bassin méditerranéen.....	130
Carte 3 : Topographie et principaux cours d'eau du Languedoc-Roussillon.....	131
Carte 4 : Occupation du sol du Languedoc-Roussillon et principaux axes de communication.....	133
Carte 5 : Variation annuelle de la population à l'échelle des régions de France métropolitaine (Source : INSEE).....	135
Carte 6 : Évolution des densités de population en Languedoc-Roussillon.....	137
Carte 7 : Les logements individuels en Languedoc-Roussillon.....	140
Carte 8 : Les propriétaires en résidence principale en Languedoc-Roussillon.....	141
Carte 9 : Emprise de la ville de Montpellier au début du XXème siècle (Source : CAM ; Réalisation : carte établie par Kruger, alors architecte de Montpellier).....	143
Carte 10 : Localisation des communes de l'Aire Urbaine (1999) et de la Communauté d'Agglomération (2006) de Montpellier.....	144
Carte 11 : Les trois couronnes de l'agglomération de Montpellier (inspirée de Alinat, 2005).....	150
Carte 12 : Le Languedoc-Roussillon en tête des régions les plus attractives (Source : Alberti, 2005).....	154
Carte 13 : Les espaces périurbains, à l'échelle du Languedoc-Roussillon, selon le Zonage en Aires Urbaines de l'INSEE de 1999.....	155
Carte 14 : Densités brutes de population des communes du Languedoc-Roussillon, en 2006.....	157
Carte 15 : État d'avancement des SCoT en juillet 2008 en Languedoc-Roussillon.....	161
Carte 16 : Les secteurs cibles de la stratégie foncière du SCoT de Montpellier (Source : CAM, 2008).....	162
Carte 17 : Périmètres des territoires de gestion des EPCI mobilisés.....	179
Carte 18 : Zone test retenue pour comparer les méthodes de production de taches artificialisées.....	198
Carte 19 : Classification détaillée de l'image Spot 5 du 25 avril 2005.....	202
Carte 20 : Classification d'occupation du sol de 2009 centrée sur la métropole montpelliéraine.....	215
Carte 21 : Taches artificialisées intégrant toutes les routes 1997 et 2009.....	234
Carte 22 : Évolution des espaces artificialisés, de 1997 à 2009 à l'échelle des aires urbaines.....	235
Carte 23 : Exemple de classification en classes de potentiel agronomique des sols selon un gradient de réserve utile dans les unités cartographiques des sols (par ordre décroissant)....	237
Carte 24 : Le rôle des naissances et migrations dans l'évolution de la population.....	243
Carte 25 : Variation de la densité de logements et du nombre de logements individuels.....	244
Carte 26 : Évolution des espaces artificialisés et de la population, de 1999 à 2007.....	246
Carte 27 : Évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé de 1997 à 2009.....	247
Carte 28 : Importance des taches artificialisées (grandes routes) en fonction de leur emprise au sol.....	249
Carte 29 : Degré de dispersion des espaces artificialisés.....	249
Carte 30 : Potentiel agronomique des sols et superposition des taches artificialisées toutes routes (canton des Matelles, Hérault).....	254
Carte 31 : Restitution des groupes de qualités des sols à différents échelons territoriaux (Source : IQS UMR LISAH).....	263

Carte 32 : Carte de potentialité agronomique des sols à l'échelle du territoire biterrois	264
Carte 33 : Comparaison des différents scenarios d'évolution de l'occupation du sol à l'échelle de l'aire urbaine élargie de Montpellier (Source : Jarrige et al, 2011).....	269
Carte 34 : Indice de dilution à l'échelle de l'aire urbaine de Montpellier élargie.....	273

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AEE	Agence Européenne pour l'Environnement
AMAP	Association pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
ARPE	Agence Régionale pour l'Environnement
BDOS	Base de Données D'Occupation du Sol
BRL	Compagnie nationale d'aménagement de la région du Bas-Rhône-Languedoc
CABT	Communauté d'Agglomération du Bassin de Thau
CAHM	Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée
CAM	Communauté d'Agglomération de Montpellier
CAUE	Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement
CCNBT	Communauté de Communes Nord du Bassin de Thau
Certu	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CETE	Centre d'Études Techniques de l'Équipement
CG	Conseil Général
CIDD	Commission Interdépartementale du Développement Durable
CLC	Corine Land Cover
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COPT	Conception d'Observatoires des Pratiques Territorialisées
COS	Coefficient d'Occupation du Sol
CPAS	Classe de Potentiel Agronomique des Sols
CRIGE-PACA	Centre Régional de l'Information Géographique Provence-Alpes-Côte-D'azur
CTE	Contrat Territorial d'Exploitation
DATAR	Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale
DATAR	Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (1963-2004)
DDAF	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
DDEA	Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DFAO	Direction du Foncier et de l'Aménagement Opérationnel
DGEAF	Document de Gestion de l'Espace Agricole et Forestier
DGUHC	Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction
DIA	Déclaration d'Intention d'Aliéner
DIACT	Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires
DOG	Document d'Orientations Générales
DPSIR	Driving Forces, Pressures, States, Impacts, Responses
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ENSAM	École Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPF	Établissement Public Foncier
ESIU	Espaces Sous Influence Urbaine
ETD	Entreprises Territoires et Développement
EURMET	Expansion URbaine des METropoles du sud-ouest européen
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FPEIR	Forces motrices, Pressions, États, Impacts, Réponses
HLM	Habitation à Loyer Modéré
IAURIF	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Ile-de-France
IDD	Indicateur de Développement Durable
IDH	Indice de Développement Humain
IFEN	Institut Français de l'Environnement
IGN	Institut Géographique National

INEA	Ingénieurs-conseil, Nature, Environnement, Aménagements
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IQS	Indice de Qualité des Sols
IRS	Indian Remote sensing Satellite
JRC	Joint Research Unit
LIDAR	Light Detecting And Ranging
LISAH	Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème - Hydrosystème
LMA	Loi de Modernisation Agricole
LOA	Loi d'Orientation Agricole
LOADDT	Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire
LOADT	Loi d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement du Territoire
LUCC	Land Use and Cover Changes
MAAPRAT	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
MEEDDAT	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
MOLAND	Monitoring LAND use / cover dynamics
MOS	Mode d'Occupation du Sol
NTIC	Nouvelle Technologie de l'Information et de la Communication
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OIV	Organisation Internationale de la Vigne et du vin
ONU	Organisation des Nations Unies
PAC	Politique Agricole Commune
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PAEN	Périmètres de protection et de mise en valeur des Espaces Agricoles et Naturels périurbains
PER	Pression Etat Réponse
PIB	Produit Intérieur Brut
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUREL	Peri-urban Land Use RELationships
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POS	Plan d'Occupation du Sol
PUCA	Plan Urbanisme Construction Architecture
RGA	Recensement Général de l'Agriculture
RGE	Référentiel à Grande Échelle
RGP	Recensement Général de Population
RPG	Référentiel Parcelaire Graphique
RUR	Rural Urban Region
SAFER	Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural
SAU	Surface Agricole Utile
SCATTER	Sprawling Cities And Transport: from Evaluation to Recommendations
SCoT	Schéma de Cohérence Territorial
SDAU	Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
SDRIF	Schéma Directeur de la Région Ile-de-France
SEDD	Stratégie Européenne de Développement Durable
SESAME	Système d'Etudes du Schéma d'AMénagement de la France
SIDDT	Système d'Information DéDié aux Territoires
SIVOM	Syndicat Intercommunal à VOcations Multiples
SIVU	Syndicat Intercommunal à Vocation Unique
SMBT	Syndicat Mixte du Bassin de Thau
SMTU	Société Montpelliéraine de Transport Urbain
SNAL	Syndicat National des Aménageurs Lotisseurs

SNDD	Stratégie Nationale de Développement Durable
SRADDT	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire
SRADT	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire
SRU	Solidarité et Renouvellement Urbain
TER	Trains Express Régionaux
TETIS	Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale
UCS	Unité Cartographique des Sols
UE	Union Européenne
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZAD	Zone d'Aménagement Différé
ZAP	Zone Agricole Protégée
ZAUER	Zonage en Aires Urbaines et en aires d'emploi de l'Espace Rural
ZPIU	Zone de Peuplement Industriel et Urbain

TABLES DES MATIÈRES

Remerciements	5
Résumé	6
Abstract.....	7
Sommaire	9
Introduction générale	13
PARTIE I – Périurbanisation et agriculture : une nouvelle gouvernance	31
CHAPITRE 1. Périurbanisation et développement durable : des injonctions paradoxales ?	33
1.1. L’espace périurbain : produit de la croissance urbaine	34
1.1.1. De la banlieue à la formation de l’espace périurbain	34
1.1.2. Une évolution des modes de vie et des rapports aux territoires	37
1.1.2.1. La possibilité de devenir propriétaire	37
1.1.2.2. Une évolution des structures familiales et des trajectoires de vie	39
1.1.2.3. La démocratisation de l’automobile : cause ou moyen de la périurbanisation ?	39
1.1.2.4. L’accroissement des mobilités et la multi-appartenance territoriale	40
1.2. Une évolution et une diversité des approches qui témoignent de la complexité du phénomène périurbain	41
1.2.1. Une pléthore de concepts pour qualifier un phénomène naissant	41
1.2.2. Discontinuité croissante du tissu urbain et redistribution des densités de population	43
1.3. L’étalement urbain ou le « malaise » périurbain	46
1.3.1. Une critique culturelle et symbolique	46
1.3.2. Des modes de vie inconciliables avec un développement urbain durable ?	48
1.3.3. La « ville durable » : un concept politique porteur de contradictions	50
1.3.4. Les enjeux de gouvernance des espaces périurbains	51
1.3.4.1. Vers une reconnaissance officielle du phénomène par l’État et les aménageurs	51
1.3.4.2. Les tentatives manquées de maîtrise de la croissance urbaine	52
1.4. La nécessité de renouveler les approches pour proposer de nouveaux regards sur la périurbanisation	54
1.4.1. L’obsolescence du couple ville/campagne ?	54
1.4.2. Des scénarios prospectifs d’évolution des relations villes/campagnes	56
1.4.3. L’activité agricole périurbaine comme condition au maintien de « systèmes urbains durables »	60
Synthèse du chapitre 1	61
CHAPITRE 2. La reconsidération des enjeux agricoles dans les politiques de planification urbaine.....	63
2.1. Des espaces agricoles soumis à la pression urbaine	65
2.1.1. L’agriculture périurbaine : essai de définition	65
2.1.2. Une activité agricole fragile qui résiste mal à la pression urbaine	65
2.1.3. La confrontation entre activités agricoles et pratiques périurbaines : une source de conflits d’usages nombreux	67
2.2. L’émergence de la problématique agricole dans la planification territoriale ...	68
2.2.1. Des pratiques foncières mal contrôlées par les pouvoirs publics	69
2.2.2. Un bien commun au service des populations urbaines et périurbaines	70
2.2.3. La place de l’agriculture dans les SCoT	71

2.3. Des besoins en méthodes et outils pour quantifier, spatialiser et qualifier la perte d'un « patrimoine agronomique »	74
2.3.1. L'évolution récente des textes de lois en faveur d'une utilisation rationnelle de l'espace.....	74
2.3.2. Des impératifs de préservation d'un « patrimoine agronomique »	74
2.3.3. La commande de la DRAAF Languedoc-Roussillon.....	76
Synthèse du chapitre 2	78
CHAPITRE 3. Un contexte de renouvellement des indicateurs pour accompagner les dispositifs de gouvernance territoriale	79
3.1. Éléments de définition.....	80
3.1.1. Une synthèse chiffrée à valeur informative.....	80
3.1.2. Indicateurs, variables et indices : des acceptions qui diffèrent	80
3.2. Généralisation des Indicateurs de Développement Durable	82
3.2.1. Des démarches de production de listes d'indicateurs génériques... ..	82
3.2.2. ...aux démarches concertées de production d'indicateurs spécifiques aux enjeux de territoires locaux	85
3.2.2.1. La gouvernance territoriale comme ancrage du développement durable sur l'espace.....	85
3.2.2.2. Les différents temps du processus décisionnel	86
3.2.2.3. Les indicateurs : des outils plurifonctionnels d'aide à la décision.....	87
3.3. Les enjeux des démarches de production d'indicateurs.....	89
3.3.1. Des tensions entre fiabilité scientifique et représentations des acteurs.....	89
3.3.2. L'emploi de modèles génériques pour la production de systèmes d'indicateurs : intérêts et limites	91
3.3.2.1. Les modèles génériques classiques : PER et DPSIR.....	91
3.3.2.2. Des enjeux liés à l'exercice de modélisation.....	93
3.3.3. Des enjeux liés à l'usage de l'information spatiale dans les politiques publiques	96
3.3.3.1. Des indicateurs de changements d'utilisation et d'occupation du sol pour évaluer la durabilité du développement spatial des villes	96
3.3.3.2. Un emploi de l'information géographique restreint à sa dimension territoriale ?	98
Synthèse du chapitre 3	100
PARTIE II – Une démarche modélisatrice et participative.....	101
CHAPITRE 4. La démarche de co-construction du système d'indicateurs.....	103
4.1. Élaborer un modèle conceptuel du système territorial.....	104
4.1.1. Poser la problématique	104
4.1.2. Analyser et modéliser le système territorial.....	105
4.1.2.1. Le choix d'adapter le cadre théorique DPSIR.....	105
4.1.2.2. Considérer l'état et les variations d'un système territorial.....	107
4.1.2.3. Considérer l'état et les variations d'un système ouvert.....	109
4.1.2.4. Identifier les principales composantes du système territorial	110
4.1.2.5. Prendre en compte la dimension spatio-temporelle	113
4.1.2.6. Fonctionnement général du modèle DPSIR adapté.....	113
4.1.2.7. Modélisation des dynamiques de périurbanisation	114
4.1.2.8. Valider le modèle conceptuel systémique et construire une représentation partagée	117
4.1.3. Définir les interactions qui intègrent les indicateurs en un tout organisé	118
4.2. Définir les objectifs et sous-objectifs à atteindre avec les acteurs.....	121
4.2.1. Contexte et organisation.....	121

4.2.2. Analyser précisément les besoins des acteurs	122
4.2.3. Identifier les indicateurs adaptés aux besoins des acteurs.....	123
4.3. Passer d'un modèle causal à un système d'aide à la décision.....	124
4.3.1. Confronter les résultats de l'analyse des besoins et de la modélisation pour préciser le choix des indicateurs.....	124
4.3.2. Accompagner la communication et l'évaluation du système d'indicateurs	126
Synthèse du chapitre 4	127
CHAPITRE 5. Modélisation des dynamiques de périurbanisation caractérisant le territoire languedocien	129
5.1. Les forces motrices de la périurbanisation en zone languedocienne.....	130
5.1.1. Le différentiel d'attractivité du territoire	130
5.1.2. Les effets de la mondialisation sur le système productif régional	137
5.1.3. L'évolution des valeurs sociétales et des modes de vie	139
5.2. Analyse historique : des modèles	142
5.2.1. Situation T1 (1950-1970) : ouverture du territoire et prémices de la périurbanisation	142
5.2.2. Situation T2 (1970-1990) : intensification de l'attractivité littorale et généralisation des dynamiques de périurbanisation	148
5.2.3. Situation T3 (1990-2010) : prise de conscience de la nécessité d'une gestion durable des ressources et tentatives de maîtrise de l'étalement urbain	154
5.3. Les apports de la modélisation systémique.....	166
5.3.1. Synthèse de l'analyse historique	166
5.3.2. Le recentrage du modèle sur la question de la DRAAF LR.....	168
Synthèse du chapitre 5	171
CHAPITRE 6 : Résultats de l'analyse approfondie des besoins	173
6.1. Contexte et organisation	174
6.1.1. Différents niveaux de préoccupation et degrés d'implication.....	174
6.1.2. Différents niveaux de besoins en fonction des acteurs institutionnels mobilisés	178
6.2. La présélection des indicateurs adaptés aux besoins des acteurs	181
6.2.1. Hiérarchisation des enjeux prioritaires.....	181
6.2.2. Définition des critères de mesure et indicateurs correspondants	182
6.3. Des besoins en indicateurs pour suivre et analyser la perte d'un capital foncier liée à la progression des espaces artificialisés	184
Synthèse du chapitre 6	186
PARTIE III – Information spatiale et système d'indicateurs spatiaux : résultats, évaluation et discussion	187
CHAPITRE 7. Étude méthodologique pour la production de données spatiales de référence.....	189
7.1. Élaboration d'une méthode pour le suivi spatio-temporel des espaces artificialisés	190
7.1.1. Exploration des méthodes et données mobilisables	190
7.1.2. Options méthodologiques retenues pour la production de taches artificialisées	192
7.1.2.1. Définition d'une nomenclature.....	193
7.1.2.2. Opération de morphologie mathématique : fermeture	194
7.1.2.3. Détermination de l'enveloppe de la tache artificialisée : choix d'une distance de continuité du bâti	195
7.1.3. Étude comparative des données mobilisables pour la production de taches artificialisées.....	197

7.1.3.1. Choix d'une zone test.....	197
7.1.3.2. Expérimentation d'une méthode basée sur le traitement de données vectorielles précises sur le bâti.....	198
7.1.3.3. Expérimentation d'une méthode basée sur le traitement d'images satellitaires.....	200
7.1.3.4. Synthèse comparative et choix d'une méthode.....	204
7.2. Élaboration d'une méthode de traitement d'images satellitaires pour la production de taches artificialisées.....	208
7.2.1. Choix, acquisition et préparation des images satellitaires.....	208
7.2.2. Adaptation de la nomenclature.....	209
7.2.3. Traitement spécifique des routes.....	210
7.2.4. Extraction des éléments d'artificialisation basée sur une méthode de classification orientée objet.....	212
7.2.4.1. Processus de classification appliquée à la mosaïque d'images la plus récente.....	212
7.2.4.2. Extraction des espaces artificialisés à une date antérieure.....	215
7.2.5. Validation des résultats de la classification.....	216
7.2.6. Production de taches artificialisées.....	218
7.2.7. Synthèse de la méthode proposée.....	219
7.3. Élaboration et application d'une méthode pour la production d'un indice de qualité des sols spatialisé.....	221
7.3.1. Caractériser la notion de potentiel agronomique des sols.....	221
7.3.2. L'Indice de Qualité des Sols.....	221
7.3.3. Spatialisation et classification de l'IQS.....	223
Synthèse du chapitre 7.....	224
CHAPITRE 8. Production du système d'indicateurs appliqué à l'usage des sols en zone périurbaine languedocienne.....	225
8.1. Organisation des indicateurs dans un système d'aide à la décision.....	226
8.2. Des choix conditionnés par les variables disponibles.....	232
8.2.1. Les taches artificialisées 1997 et 2009.....	232
8.2.2. La carte de potentiel agronomique des sols.....	236
8.2.3. Les variables complémentaires utilisées.....	239
8.3. Le système d'indicateurs produit.....	241
8.3.1. Restitution et interprétation de quelques indicateurs représentatifs du système d'indicateurs.....	242
8.3.2. Élaboration d'une interface de consultation du système d'indicateurs.....	255
Synthèse du chapitre 8.....	257
CHAPITRE 9. Évaluation de la démarche, discussion et perspectives.....	259
9.1. Les enjeux liés à la modélisation.....	260
9.1.1. Apports et limites des choix de modélisation.....	260
9.1.2. De l'utilité du modèle comme outil de réflexivité.....	261
9.2. De la nécessité d'accompagner.....	262
9.2.1. Des enjeux liés à l'interprétation.....	262
9.2.2. Des enjeux liés à l'opérationnalité.....	266
9.3. Perspectives de recherche.....	267
9.3.1. Enrichir le système d'indicateurs.....	267
9.3.1.1. Affiner les variables de référence produites pour le calcul des indicateurs.....	267
9.3.1.2. Compléter le système d'indicateurs.....	268
9.3.2. Consolider la démarche de production d'un système d'indicateurs.....	274

9.3.2.1. Poursuivre la démarche évaluative.....	274
9.3.2.2. Envisager des moyens supplémentaires pour communiquer le système d'indicateurs	275
Synthèse du chapitre 9	276
Conclusion générale	277
Bibliographie	283
Table des illustrations	315
Tables des figures	315
Table des tableaux	319
Table des cartes	321
Liste des sigles, acronymes et abréviations	323
Tables des matières	327
Annexes	333
Annexe n°1 : Grille d'entretiens	334
Annexe n°2 : Le système d'indicateurs prototype	342
Annexe n°3 : Intercommunalités du Languedoc-Roussillon	367
Annexe n°4 : Enjeux / Critères / Indicateurs définis avec les acteurs institutionnels	369
Annexe n°5 : Cartographie des zones artificialisées en Languedoc-Roussillon en 2009	375
Annexe n°6 : Méthode de production d'un Indice de Qualité des sols à l'échelle du Languedoc-Roussillon	376
Annexe n°7 : Taches artificialisées 1997 et 2009 à l'échelle des principales aires urbaines du Languedoc-Roussillon	383
Annexe n°8 : Indicateurs composant le système d'indicateurs final	386
Annexe n°9 : Exemple de fiches d'aide à l'interprétation fournies aux acteurs pour accompagner le système d'indicateurs final	392
Annexe n°10 : Extraits de la table de liaisons	394
Annexe n°11 : Extraits du dictionnaire de variables	396
Annexe n°12 : Extrait des variables calculées	398
Annexe n°13 : Définition des indices de ségrégation	399

ANNEXES

Annexe n°1 : Grille d'entretiens

Cette grille d'entretiens est accompagnée d'un système d'indicateurs prototype (Cf. Annexe n°2).

Qu'est ce qu'un indicateur pour vous ?

Première partie : analyse de l'existant

Utilisez-vous des indicateurs dans vos services ?

Si OUI

- A quel type d'usage sont-ils destinés ?
 - Communication
 - Comparaison
 - Aide à la décision
 - Diagnostic
 - Évaluation
 - Suivi
 - Prospective
 - Autre
 - Autre

- Pour chacun de ces usages préciser quels sont les indicateurs utilisés
 - Description, objectifs ciblés, publics visés
 - Propriétés de l'indicateur (Données exploitées, méthode de calcul, unité de mesure, nomenclature, maille d'analyse, niveau de restitution, période temporelle couverte, mode de représentation)
 - Améliorations souhaitées
 - Autre

Si NON

- Pour quelle(s) raison(s)?
 - Manque de données (Préciser lesquelles)
 - Manque de moyens humains (compétences, temps)
 - Pas d'utilité
 - Autre

Deuxième partie : Analyse approfondie des besoins

Quels sont vos besoins en matière d'indicateurs ?

- Type d'usage ?
 - Communication, information, sensibilisation
 - Comparaison
 - Aide à la décision
 - Diagnostic
 - Évaluation
 - Suivi
 - Prospective
 - Autre
 - Autre
- Pour chacun de ces usages préciser quels sont les indicateurs souhaités
 - Description, objectifs ciblés, publics visés
 - Propriétés de l'indicateur (Niveau de restitution, mode de représentation)
 - Données disponibles / manquantes
 - Autre

Troisième partie : Évaluation du système d'indicateurs prototype

Analyser ensemble la liste par grandes catégories : discuter de la capacité de chaque indicateur déjà créé à répondre aux besoins des acteurs

19 indicateurs spatialisés et spatiaux composent le système d'indicateurs prototype :

13 indicateurs sur des aspects quantitatifs d'occupation et d'artificialisation du sol

- 1- Occupation du sol détaillée
 - 1-1 Superficie des thèmes d'occupation du sol à une date récente (ha)
 - 1-2 Superficie des thèmes d'occupation du sol à une date récente (%)
- 2- Emprise des espaces artificialisés
 - 2-1 Superficie des espaces artificialisés à une date donnée (ha)
 - 2-2 Superficie des espaces artificialisés à une date donnée (%)
- 3- Évolution des espaces artificialisés entre deux dates
 - 3-1 Évolution de l'artificialisation entre deux dates (%)
 - 3-2 Superficies annuelles moyennes artificialisées entre deux dates (ha/an)
 - 3-3 Taux d'étalement des surfaces artificialisées entre deux dates (%)
- 4- Artificialisation des sols par catégorie d'espace
 - 4-1 Évolution de l'artificialisation des sols par catégorie du zonage en aire urbaine entre deux dates (%)
 - 4-2-1 Superficie des espaces artificialisés par catégorie du zonage des documents d'urbanisme à une date donnée (ha)
 - 4-2-2 Superficie des espaces artificialisés par catégorie du zonage des documents d'urbanisme à une date donnée (%)
- 5- Pression démographique
 - 5-1-1 Évolution de la population entre deux dates (%)
 - 5-1-2 Évolution de la population entre deux dates (nbre habts)
 - 5-2 Superficie moyenne artificialisée entre deux dates par habitant supplémentaire (m²/1 habt)

8 indicateurs de potentialité agronomique des sols

- 6- Perte d'un potentiel agronomique, par Unité Cartographique de Sol **détaillée** par Indice de Qualité des Sols
 - 6-1-1 Superficie initiale des UCS (ha)
 - 6-1-2 Superficie initiale des UCS (%)
 - 6-2-1 Artificialisation des sols entre deux dates par UCS (ha)
 - 6-2-2 Artificialisation des sols entre deux dates par UCS (%)
- 7- Perte d'un potentiel agronomique, par Unité Cartographique de Sol **agrégée** par Indice de Qualité des Sols majoritaire
 - 7-1-1 Superficie initiale des UCS (ha)
 - 7-1-2 Superficie initiale des UCS (%)
 - 7-2-1 Artificialisation des sols entre deux dates par UCS (ha)
 - 7-2-2 Artificialisation des sols entre deux dates par UCS (%)

Autres indicateurs potentiellement pertinents soumis aux acteurs :

Une autre série d'indicateurs potentiellement pertinents pour compléter la première liste d'indicateurs produits a été soumise à la discussion avec les acteurs, restituée ci-dessous par grandes thématiques.

Occupation du sol

- Mesurer et spatialiser la superficie de Surface Agricole Utile
- Qualifier la nature de l'occupation du sol par les cultures agricoles (RPG, échelle de l'îlot)
- Qualifier et spatialiser la nature de l'occupation du sol initiale avant artificialisation (indicateur de transfert) Ex : % Agricole vers artificiel, % Naturel vers artificiel

Artificialisation des sols

- Mesurer et spatialiser l'importance de l'accroissement des surfaces artificialisées en fonction de la distance à la ville
- Mesurer et spatialiser l'importance de l'accroissement des surfaces artificialisées par rapport aux limites d'extension du SCOT / du PLU
- Mesurer et spatialiser les perspectives d'artificialisation (Scénarios)

Artificialisation des sols / Démographie

- Mesurer la consommation moyenne de surface bâtie pour chaque nouvel habitant
- Mesurer la part d'augmentation de la population liée au solde migratoire et au solde naturel

Artificialisation des sols / Qualité du sol

- Mesurer et spatialiser les superficies de sol selon la réserve utile (info agrégée)

Mitage et fragmentation des sols

- Mesurer l'évolution spatio-temporelle du phénomène de mitage (Quantifier et spatialiser l'habitat isolé ; Quantifier et spatialiser la densité de l'habitat)
- Quantifier et spatialiser le nombre de nouvelles constructions / type d'habitat (individuel...)
- Mesurer et spatialiser le degré d'artificialisation en continuité avec l'existant
- Mesurer et spatialiser l'importance de l'accroissement des surfaces artificialisées en fonction de la distance aux infrastructures

Marché foncier

- Mesurer et spatialiser les prix du foncier
- Mesurer et spatialiser l'importance des friches, le degré d'abandon des parcelles

Caractéristiques des exploitations

- Mesurer la taille moyenne des exploitations
- Mesurer la superficie moyenne du parcellaire
- Qualifier les équipements selon la distance à l'exploitation (irrigation...)
- Mesurer l'âge moyen des exploitants
- Mesurer et spatialiser la Surface Agricole Utile par rapport à la finalité de la production (export, approvisionnement local)

Autres... ?

Quelles autres grandes catégories d'indicateurs ajouter ?

Quels indicateurs mesurer pour chacune de ces catégories ?

Pour chaque indicateur, préciser :

- un niveau de restitution
 - Région / Canton / Département / Intercommunalité / Commune
 - Exploitation / Parcelle / Bassin versant
 - Autre

- une période temporelle et une fréquence de mise à jour
- une nomenclature de restitution
- une unité de mesure
- un mode de représentation
 - Tableau de chiffres (donnée brute, donnée relative)
 - Cartes
 - Graphes
 - Autre

Annexe n°2 : Le système d'indicateurs prototype

A l'issue des études méthodologiques sur le suivi de l'artificialisation des terres agricoles une série d'indicateurs spatialisés et spatiaux a été développée pour permettre l'analyse quantitative et qualitative de la consommation d'espaces par les espaces artificialisés. Le système d'indicateurs prototype, utilisé comme support pour favoriser les échanges avec les acteurs institutionnels mobilisés, est composé de 19 indicateurs. Quelques-uns sont présentés ci-dessous tels qu'ils ont été restitués aux acteurs. Une série de questions a été relevée en vue d'évaluer et d'affiner ces indicateurs. Elles sont rappelées dans ce document au niveau de la description détaillée de chaque indicateur, sous forme d'un cadre grisé.

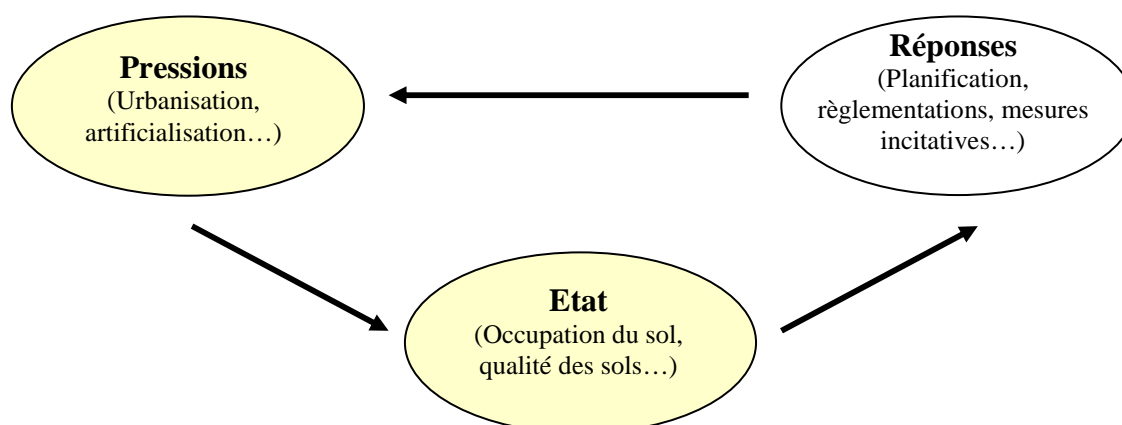
Présentation du système d'indicateurs prototype

Définition des utilisateurs et des objectifs

Pour qui : Les indicateurs proposés sont destinés aux acteurs des services déconcentrés

Pourquoi : Les indicateurs spatiaux proposés sont destinés à constituer une aide à la décision, à la communication et à la sensibilisation sur les problématiques de disparition du potentiel agronomique des sols en faveur de l'accroissement des surfaces artificialisées, en zone périurbaine et rurale.

Présentation du système d'indicateurs : Le modèle Pression/État/Réponse (PER) de l'OCDE distingue trois grandes catégories d'indicateurs. « Les activités humaines exercent des Pressions sur l'environnement et affectent sa qualité et la quantité des ressources naturelles (État) ; la société répond à ces changements en adoptant des politiques environnementales, économiques et sectorielles, en prenant conscience des changements intervenus et en adaptant ses comportements (Réponses) » (OCDE, 1998). Dans le cadre de notre étude il s'agissait de proposer des indicateurs d'état sur l'occupation du sol et la qualité des sols et des indicateurs de pression sur la consommation des sols par les surfaces artificialisées. Le schéma ci-dessous présente une adaptation du modèle PER à notre objet d'étude.



Informations techniques


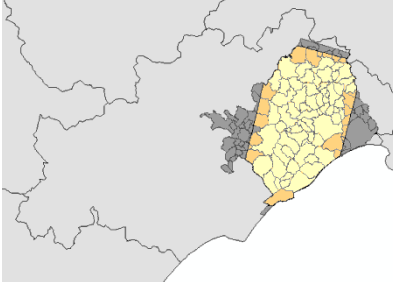
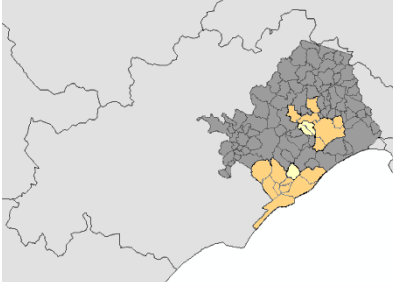
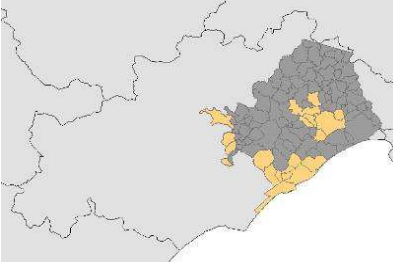
Système étudié, Échelles : Différents périmètres de mesure ont été retenus pour la restitution des indicateurs en fonction de la disponibilité des données. L'échelle communale a été retenue comme échelle de restitution des indicateurs.

Dates de référence : Les dates retenues pour l'étude correspondent à celles fournies par la série temporelle d'images satellites : 1989, 1996, 2000 et 2005. Les données issues de la BD TOPO® V.1.2. et de la BD TOPO® V.2. correspondent respectivement aux campagnes de prises de vue aériennes de 2001 et de 2005.

Données utilisées : L'ensemble des couches spatiales utilisées pour le calcul des indicateurs sont des fichiers au format vectoriel à l'exception des recensements démographiques disponibles sous formes de tableaux de données. Le tableau ci-dessous présente la liste des couches spatiales utilisées pour le calcul des indicateurs

Nom de la couche	Description	Dates	Etendue spatiale
20050427_occupation_sol_sub	Occupation du sol Spot 5	2005	103 communes soit 172056 ha
20050427_tache_urbaine 20000729_tache_urbaine_cor 19960529_tache_urbaine_cor 19890719_tache_urbaine_cor	Taches artificialisées issues du traitement des images satellites Spot 1, Spot 3, IRS 1D et Spot 5	2005, 2000, 1996, 1989	80 communes soit 134074 ha
TA_BDTopov_1_2_2001	Tache artificialisée BD Topo V1.2.	2001	18 communes soit 32650 ha
TA_BDTopov_2_2005	Tache artificialisée BD Topo V.2.	2005	3 communes soit 3670 ha
TA_TOPOV2_Sat_1989 TA_TOPOV2_Sat_1996 TA_TOPOV2_Sat_2000	Taches artificialisées issues du croisement du plan thématique (TA BD Topo V2 2005) avec les images satellites 2000, 1996, 1989	2000, 1996, 1989	3 communes soit 3670 ha
classelQSparUCS2	Carte de potentiel agronomique des sols	1992	Région Languedoc-Roussillon
Zonages_POS_PLU	Zonage des documents d'urbanisme	1987 à 2007	98 communes soit 162175 ha
Zonage_Aire_Urbaine	Zonage en aires urbaines (Insee)	1999	80 communes soit 134074 ha
Pop_Herault	Recensements démographiques	1990, 1999, 2007	80 communes soit 134074 ha

Les données (BD TOPO®, images satellites) ont été acquises à différentes dates avec des couvertures spatiales hétérogènes du fait des contraintes de disponibilité et de cohérence (les méthodes et outils d'acquisition sont différents). Cependant dans un souci de comparaison nous avons cherché à acquérir des données comprises dans la zone d'étude délimitée initialement, comme le présente la figure suivante.

<p>L'image satellite Spot 5 2005 couvre 103 communes soit 172056 ha dont 99 communes entièrement soit 167364 ha.</p>	
<p>L'emprise commune aux images satellites (1989,1996, 2000, 2005) couvre 80 communes soit 134074 ha dont 59 entièrement soit 107091 ha.</p>	
<p>L'emprise commune aux images satellites (1989,1996, 2000, 2005) et à la BD TOPO® V.1.2. couvre 18 communes soit 32650 ha, l'emprise commune aux images satellites (1989,1996, 2000, 2005) et à la BD TOPO® V.2. couvre 3 communes soit 3670 ha.</p>	
<p>L'emprise commune aux images satellites (1989,1996, 2000, 2005) et au cadastre numérique couvre 22 communes soit 46078 ha.</p>	

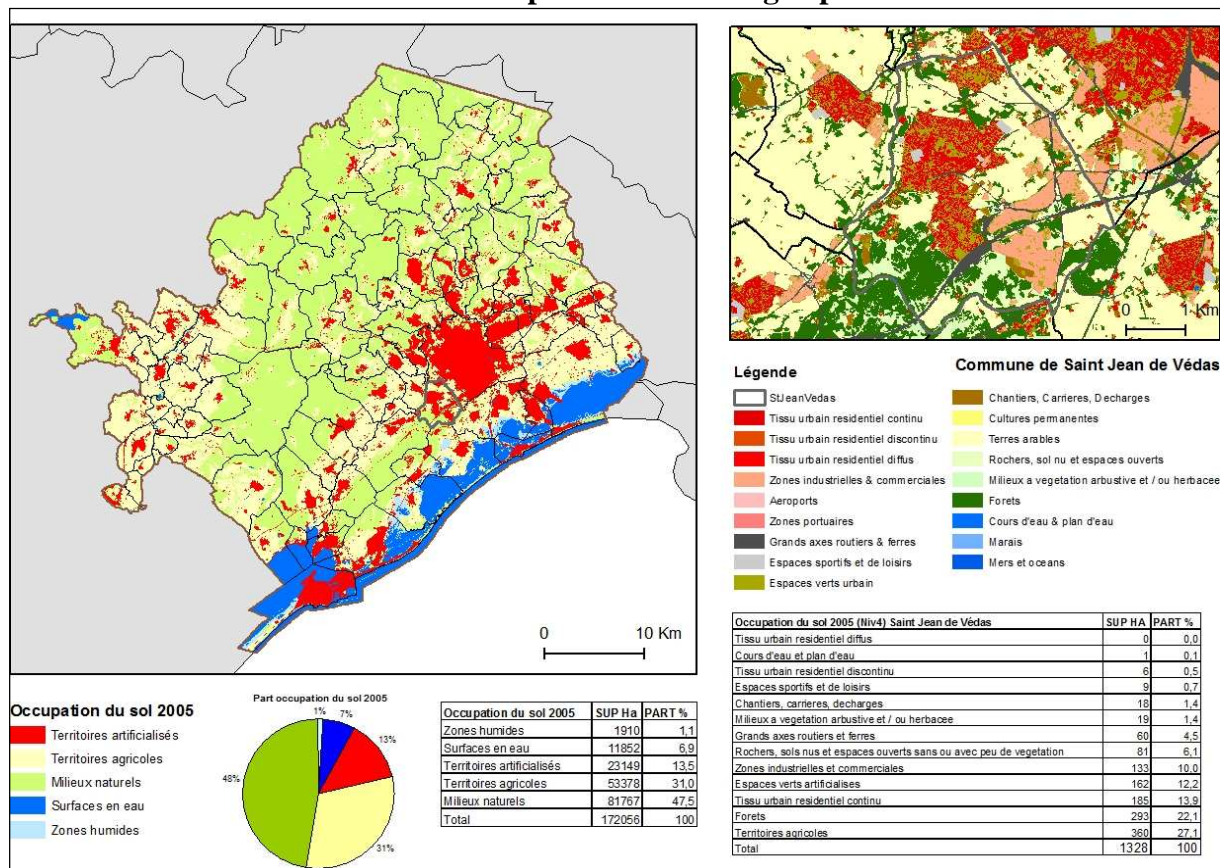
Les indicateurs spatiaux proposés sont présentés ci-après sous forme de tableau de synthèse résumant leurs principales caractéristiques. Chaque indicateur est ensuite restitué, accompagné d'une fiche descriptive détaillée et d'éléments d'aide à l'interprétation des résultats qui permettent de rendre compte du type de réponses qu'apporte l'indicateur.

N°	Nom	Nature	Etendue		Unité	Echelle	Description	Dates	Nomenclature re situation
			ImagesSat	BDTopo					
1	Occupation du sol	Etat	103 com (172056 ha)		ha et %	Communale et Inter communale	Superficie des thèmes d'occupation du sol à une date récente	2005	Niv 1, 2, 3 et 4
2	Artificialisation des sols	Etat	80 com (134074 ha)	18 com V.1.2. (38345 ha); 3 com V.2. (3670 ha)	ha et %	Communale et Inter communale	Superficie des espaces artificialisés à une date donnée	1989, 1996, 2000, 2005	Tache artificialisée
3	Evolution des espaces artificialisés entre deux dates								
3-1							Evolution de l'artificialisation		
3-2	Evolution des espaces artificialisés	Pression	80 com (134074 ha)	3 com V.2. (3670 ha)	%, Ha/an, %	Communale et Inter communale	Superficies annuelles moyennes artificialisées	89-96, 96-00, 00-05, 89-05	Tache artificialisée
3-3							Taux d'étalement des surfaces artificialisées entre deux dates		
4	Artificialisation des sols par catégorie d'espace								
4-1	Zonage en Aires Urbaines Insee (ZAU)	Pression	80 com (134074 ha)		%	Communale et Inter communale	Evolution de l'artificialisation des sols par catégorie du zonage en aire urbaine entre deux dates	89-96, 96-00, 00-05, 89-05	Tache artificialisée / ZAU
4-2	Zonage POS et PLU	Pression	98 com (162175 ha)		ha et %	Communale et Inter communale	Superficie des espaces artificialisés par catégorie du zonage des documents d'urbanisme à une date donnée	2005	Tache artificialisée / POS, PLU
5	Pression démographique								
5-1	Evolution de la population	Etat	80 com (134074 ha)		Nbre habits et %	Communale et Inter communale	Evolution de la population entre deux dates	90-99, 99-05	Commune
5-2	Consommation d'espace par habitant	Pression	80 com (134074 ha)		ha/nbre d'habts	Communale et Inter communale	Superficie moyenne artificialisée entre deux dates par habitant supplémentaire	90-19, 99-05, 90-05	Tache artificialisée / commune
6	Unité Cartographique de Sol détaillée par Indice de Qualité des Sols								
6-1	Qualité des sols par IQS	Etat			UTS	Communale et Inter communale	Superficie initiale du potentiel agronomique par UTS	1989	UTS
6-2	Artificialisation des sols par IQS	Pression	80 com (134074 ha)		UTS	Communale et Inter communale	Superficies artificialisées par UTS entre deux dates	89-96, 96-00, 00-05,	UTS
7	Unité Cartographique de Sol agrégée par Indice de Qualité des Sols majoritaire								
7-1	Qualité des sols par IQS majoritaire	Etat			UTS	Communale et Inter communale	Superficie initiale du potentiel agronomique par UCS	1989	UTS majoritaires
7-2	Artificialisation des sols par IQS majoritaire	Pression	80 com (134074 ha)		UTS	Communale et Inter communale	Superficies artificialisées par UCS entre deux dates	89-96, 96-00, 00-05, 89-05	UTS majoritaires

1- Emprise des thèmes d'occupation du sol détaillés pour une date de référence

Nom de l'indicateur	1 Occupation du sol
Définition	Emprise des thèmes d'occupation du sol (détaillés) à une date récente
Nature	État
Informations techniques	
Description de la donnée	Classification orientée objet d'une image satellite Spot 5 du 27/04/2005 (résolution 2,5 mètres)
Couverture	103 communes soit 172056 ha dont 99 communes entièrement couvertes soit 167364 ha
Unité	Ha et % (Deux indicateurs)
Date	2005
Nomenclature restitution	Nomenclature d'occupation du sol à 4 niveaux de précision comprenant respectivement 4, 8, 14 et 19 thèmes
Échelle restitution	Inter communale ou communale
Méthode de calcul	Calcul d'un champ surface, fusion sur le champ de la nomenclature de restitution (1, 2, 3, 4) avec somme des superficies
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un état de l'occupation du sol à une date récente, en particulier des espaces artificialisés, fiable et adapté au calcul des évolutions passées et futures. La haute résolution de l'image satellite et la méthode de classification orientée objet semi automatisée offrent une précision qui permet de livrer une information pertinente sur les espaces artificialisés.
Comparabilité dans le temps	Cet indicateur n'est pas comparable dans le temps puisque l'occupation du sol à ce niveau de détail n'est réalisée que pour la date la plus récente. Aux dates antérieures, les images satellites sont traitées à partir du plan thématique de la tache artificialisée obtenue à partir de cette classification. La nomenclature en sortie ne permet de distinguer que deux thèmes, les espaces artificialisés des espaces non artificialisés. Au dates postérieures, seules les nouvelles surfaces artificialisées sont détectées, cependant il peut être envisagé de reproduire une classification à une date ultérieure à condition d'opter pour une méthode par traitement d'images satellites.
Comparabilité dans l'espace	Les résultats sont comparables entre les communes
Limites d'utilisation	Cet indicateur ne permet pas un suivi dans le temps
Aide à l'interprétation	Cet indicateur offre l'information détaillée de l'occupation du sol à une date de référence, il faut se référer au niveau 4 de la nomenclature pour connaître avec précision les objets composant les principales classes (espaces agricoles, naturels et artificialisés). Cet indicateur offre notamment un niveau de détail sur les types d'habitat (continu, discontinu, dispersé).

Indicateur 1 : Occupation du sol image Spot 5 2005



Les 103 communes (172056 ha) de la zone d'étude présentent une empreinte agricole et naturelle forte, ces espaces occupent 78 % du territoire soit 31 % classés en espaces agricoles et 47 % en milieux naturels. Les espaces artificialisés représentent 13 % dont 5 % sont classés comme espaces non bâtis et 8 % comme espaces bâtis. Au sein de ces espaces bâtis la classe majoritaire est le tissu urbain (5,8 %), le reste est équitablement réparti entre grandes infrastructures (1,2 %), zones industrielles et commerciales (1,3 %). Sur l'ensemble de la zone d'étude 35 communes ont un taux d'artificialisation supérieur à 13 %, les communes les plus urbanisées sont rattachées aux pôles urbains de Montpellier et Sète, elles se concentrent également, dans une moindre mesure, au nord-ouest de la zone (Clermont l'Hérault). La carte fait ressortir une urbanisation en continue qui s'étend d'est en ouest le long du littoral ainsi que le long des axes de communication principaux structurant le territoire. A titre d'exemple, la commune urbaine de St Jean de Védas rattachée au pôle urbain de Montpellier compte 29 % d'espaces artificialisés dont 13 % d'habitat résidentiel continu et 10 % de zones industrielles et commerciales, les espaces agricoles représentent 27 % et les forêts 22 %.

Évaluation des indicateurs d'occupation du sol

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Quel détail de la nomenclature est-il utile de conserver (Cf. Nomenclature) ? Est-ce qu'il est nécessaire de connaître précisément l'occupation du sol ou la distinction « artificialisé » / « non artificialisé » (Cf. Indicateur 2) est-elle suffisante ?

Quelle unité de mesure (ha et %) ? Fréquence de mise à jour ? Représentation ?

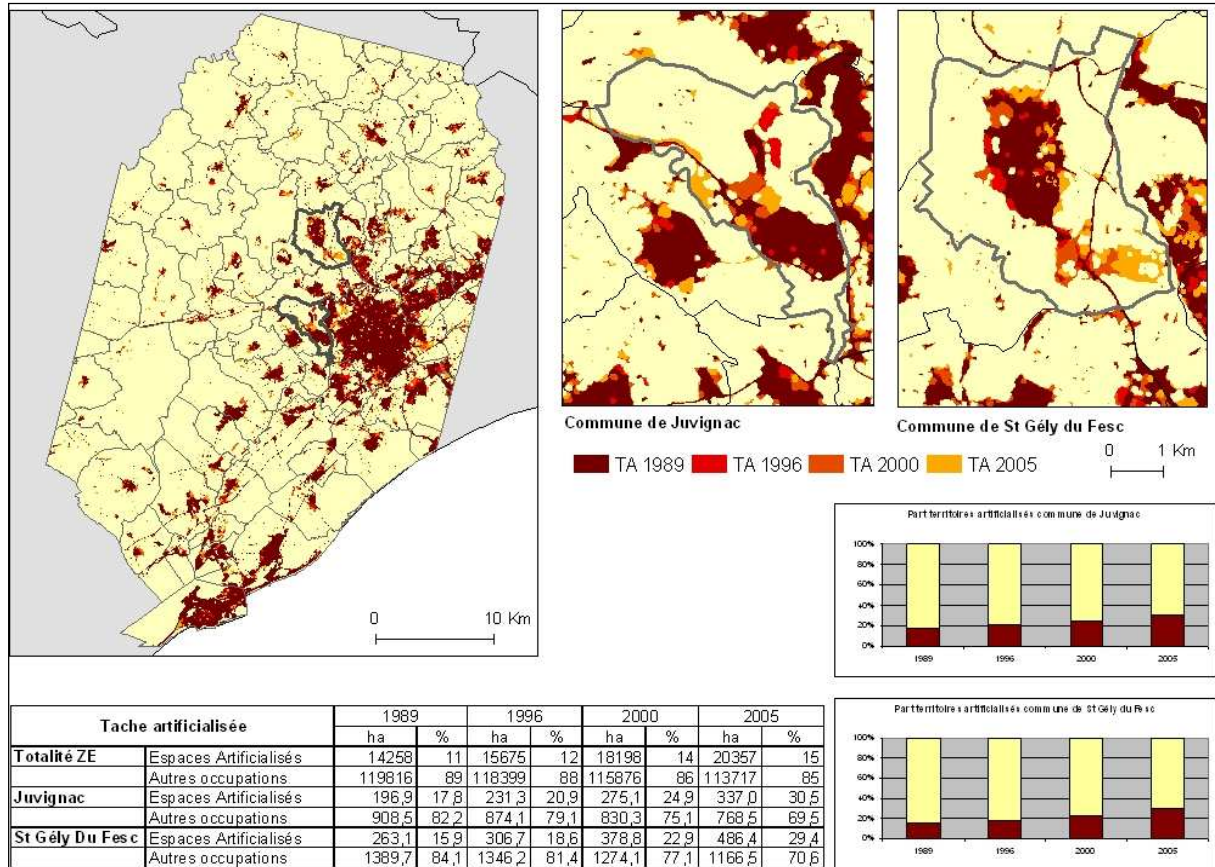
Nomenclature de l'occupation du sol

Premier niveau	Deuxième niveau	Troisième niveau	Quatrième niveau
Espaces artificialisés	Espaces bâtis	Tissu urbain	Tissu urbain continu
			Tissu urbain discontinu
			Habitat dispersé (Bâti diffus ou isolé)
		Zones industrielles & commerciales	
		Grandes infrastructures	Grands axes routiers et ferrés
			Aéroports
	Zones portuaires		
	Espaces non bâtis	Chantiers, Carrières, Décharges	
		Espaces verts artificialisés	Espaces verts urbains
Espaces sportifs et de loisirs			
Espaces non artificialisés	Espaces agricoles	Cultures permanentes	
		Terre arables	
	Milieux naturels	Forêts	
		Milieux à végétation arbustive et / ou herbacée	
		Rochers, sol nu et espaces ouverts avec peu de végétation	
Surfaces en eau	Cours d'eau & plan d'eau		
	Mers et océans		
Zones humides	Marais		
	Marais salants		

2- Emprise des surfaces artificialisées pour une date donnée

Nom de l'indicateur	2 Artificialisation du sol
Définition	Emprise des espaces artificialisés à une date donnée
Nature	État
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquées aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers) ou de la BD TOPO® (Bâti, Zones d'activités, Voies de communication)
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites ; 3 communes soit 3670 ha pour les taches artificialisées issues de la BD TOPO®
Unité	Ha et % (Deux indicateurs)
Date	1989, 1996, 2000 et 2005
Nomenclature restitution	Deux classes Espaces artificialisés / Autres occupations
Échelle restitution	Inter communale ou communale
Méthode de calcul	Calcul de la superficie de la tache artificialisée par ajout d'un champ surface, calcul de la part représentée par rapport à la superficie de la zone d'étude ou de la commune
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un état de l'artificialisation des sols à une date donnée. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la date de l'image traitée, aux dates antérieures à 1995 les données disponibles ont une basse résolution qui ne permet pas une extraction fine des espaces artificialisés.
Comparabilité dans le temps	L'emprise des espaces artificialisés est comparable d'une année à l'autre à condition de tenir compte des différences de résolution entre les données source utilisées pour produire les taches artificialisées (précisions différentes d'une date à l'autre).
Comparabilité dans l'espace	L'importance de l'artificialisation des sols est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Les taches artificialisées produites manquent de précision et d'exhaustivité de l'information aux dates antérieures à 1995.
Aide à l'interprétation	La part d'artificialisation donne l'importance du développement des surfaces artificialisées à chaque date.

Indicateur 2 : Artificialisation des sols en 1989, 1996, 2000 et 2005

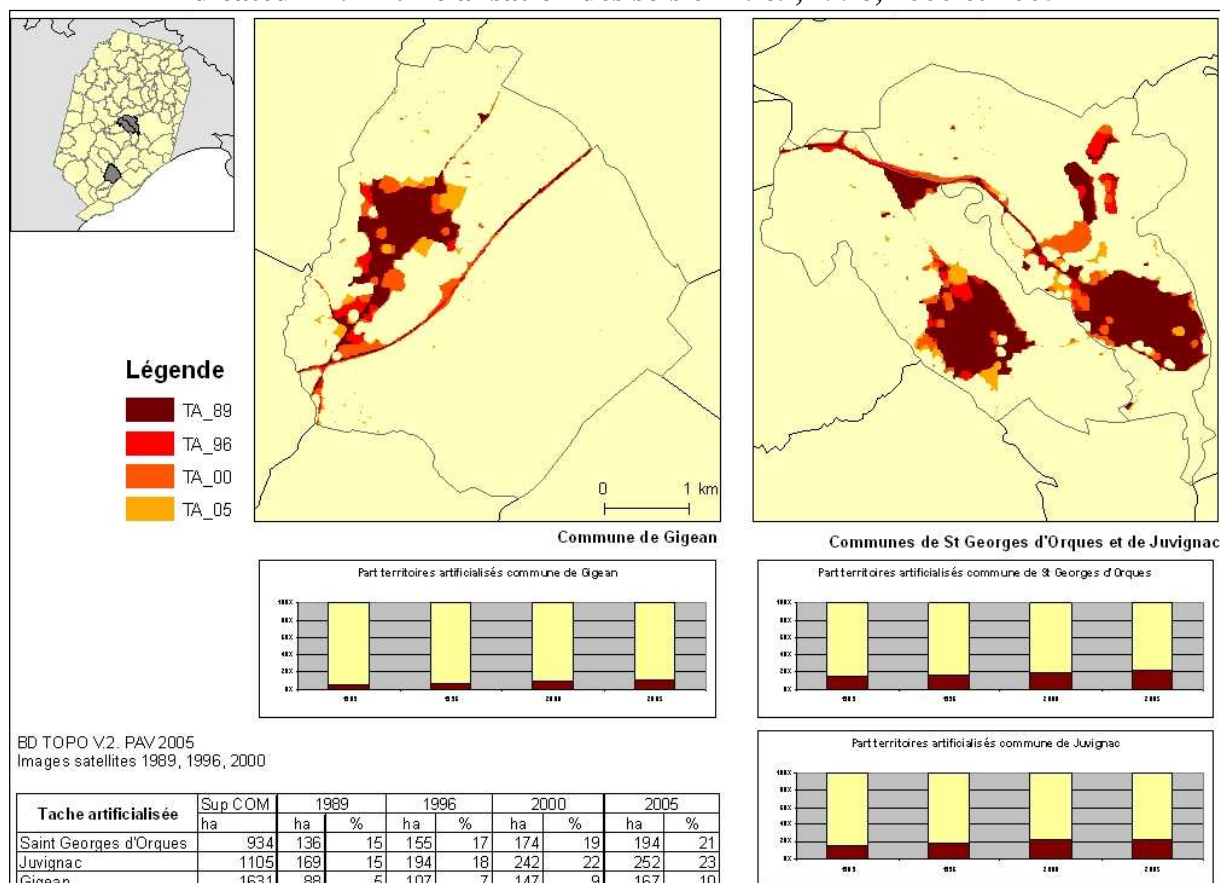


Taches artificialisées issues de la méthode basée sur le traitement d'images satellitaires

Sur l'ensemble de la zone d'étude la part des espaces non artificialisés reste majoritaire, cependant, elle régresse au profit des espaces artificialisés dont la superficie a progressé de 6100 ha de 1989 à 2005 soit de 76 ha en moyenne par commune. La part des espaces artificialisés est passée de 11% à 15% de 1989 à 2005.

A titre d'exemple, la commune de Juvignac rattachée au pôle urbain de Montpellier a perdu 140 ha. A l'échelle de la zone d'étude se sont les communes périurbaines de St Gély du Fesc et de Lattes qui subissent les plus fortes pressions entre 1989 et 2005, elles ont respectivement perdu 223 ha et 313 ha au profit des surfaces artificialisées. Les trois communes à dominante rurale situées au sud ouest de la zone d'étude (St Pargoire, Gignac et Plaissan) ont perdu 44 ha au total (partie couverte par les données).

Indicateur 2 : Artificialisation des sols en 1989, 1996, 2000 et 2005



Taches artificialisées issues de la méthode basée sur le croisement de la BD TOPO V2 et des images satellitaires

Les résultats étant issus d'un croisement de deux sources d'information différentes (exhaustivité, résolution) il faut rester prudent quant à l'interprétation des résultats.

Entre 1989 et 2005 les communes périurbaines de Gigean et de Saint Georges d'Orques connaissent une augmentation respective de 5 et 6 points de la part des espaces artificialisés. La commune de Juvignac, rattachée au pôle urbain de Montpellier, connaît une augmentation de 8 points de la part des espaces artificialisés, elle était de 13 points avec la méthode basée uniquement sur le traitement d'images satellitaires.

Évaluation des indicateurs d'artificialisation du sol

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Précision de la tache artificialisée ?

Unité de mesure (ha et %) ?

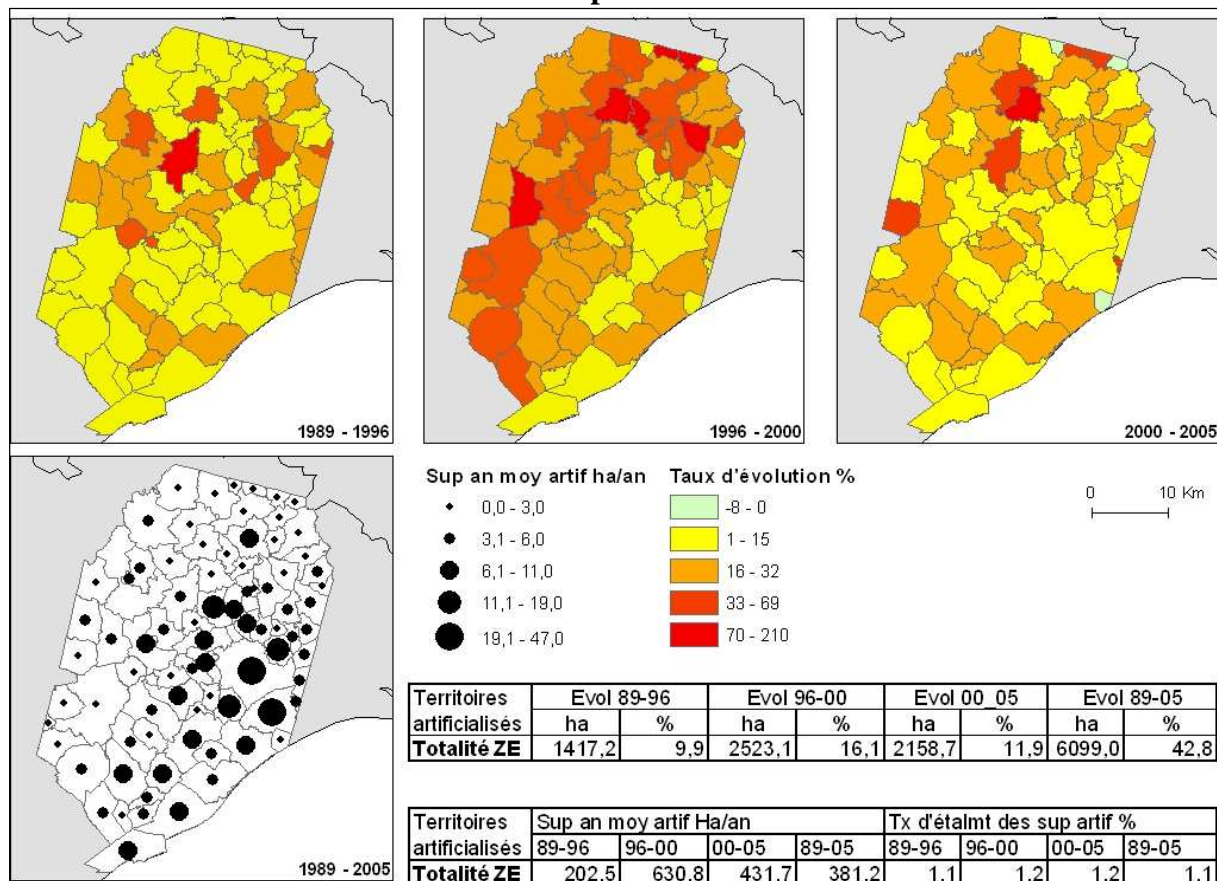
Fréquence de mise à jour ?

Représentation de l'indicateur ?

3- Évolution des espaces artificialisés entre deux dates

Nom de l'indicateur	3 Évolution des espaces artificialisés
Définition	Taux d'évolution de l'artificialisation / Superficies annuelles moyennes artificialisées / Taux d'étalement des surfaces artificialisées entre deux dates
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquées aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers) ou de la BD TOPO® (Bâti, Zones d'activités, Voies de communication)
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites ; 3 communes soit 3670 ha pour les taches artificialisées issues de la BD TOPO®
Unité	%, Ha/an et % (Trois indicateurs)
Date	1989-1996 / 1996-2000 / 2000-2005 / 1989-2005
Nomenclature restitution	Deux classes Espaces artificialisés / Autres occupations
Échelle restitution	Inter communale ou communale
Méthode de calcul	Rapport entre la surface nouvellement urbanisée durant une période et la surface initiale artificialisée / Rapport entre la surface nouvellement artificialisée entre deux dates et le nombre d'années entre ces deux dates / Rapport entre les surfaces artificialisées à la date d'arrivée et les surfaces artificialisées à la date initiale d'une période
Fréquence de production	5 ans
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un suivi dans le temps de l'artificialisation des sols. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la date de l'image traitée, aux dates antérieures à 1995 les données disponibles ont une basse résolution qui ne permet pas une extraction fine des espaces artificialisés.
Comparabilité dans le temps	L'évolution des espaces artificialisés est comparable entre les périodes de cinq ans d'intervalle à condition de tenir compte des différences de résolution entre les données source utilisées pour produire les taches artificialisées (précisions différentes d'une date à l'autre).
Comparabilité dans l'espace	L'évolution des espaces artificialisés est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Les taches artificialisées produites manquent de précision et d'exhaustivité de l'information aux dates antérieures à 1995.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de suivre la dynamique de développement des surfaces artificialisées entre deux dates (accélération, ralentissement,...).

Indicateur 3 : Évolution des espaces artificialisés de 1989 à 2009



A l'échelle de la zone d'étude c'est sur la période 1996-2000 que le taux d'évolution des surfaces artificialisées est le plus fort (16 %), la surface moyenne artificialisée par an sur la même période est de 631 ha. Ce sont les communes périurbaines qui connaissent les plus forts changements entre ces deux dates, en particulier celles qui forment une deuxième couronne périphérique au nord et à l'ouest du pôle urbain de Montpellier. C'est notamment le cas des communes de Guzargues (121 %), Cazevieilles (109 %) et St Jean de Cuculles (103 %) qui ont une très forte dynamique d'urbanisation. Le taux d'évolution des surfaces artificialisées est de 10 % sur la période 1989-1996 et de 12 % sur la période 2000-2005. Si le rythme d'artificialisation ralentit sur la dernière période il reste tout de même soutenu. Sur l'ensemble de la période 1989-2005 la surface moyenne artificialisée par an est de 381 ha et le taux d'étalement des surfaces artificialisées de 1,1 %, le rythme moyen de consommation annuel des terres de 4,8 ha par commune.

Évaluation des indicateurs d'artificialisation du sol

L'indicateur 3 se décline en trois sous-indicateurs

3-1 Taux d'évolution de l'artificialisation (%)

3-2 Superficies annuelles moyennes artificialisées (ha/an)

3-3 Taux d'étalement des surfaces artificialisées entre deux dates (%)

Pertinence de ces trois indicateurs ? Usages ? Utilité ?

Fréquence de mise à jour ?

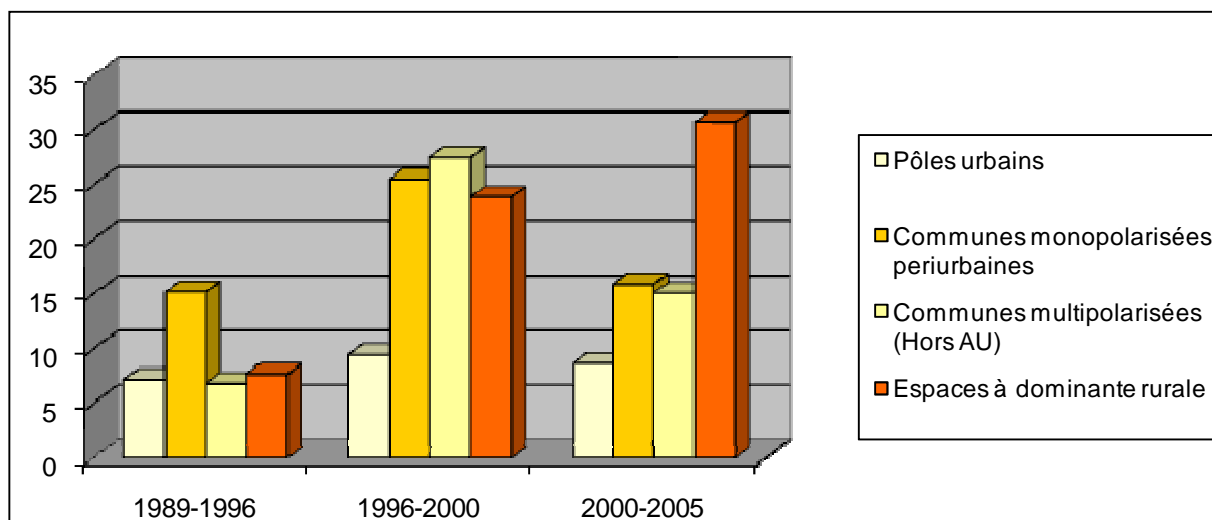
Représentation de l'indicateur ?

4- Artificialisation par catégorie d'espace

4-1 Évolution des espaces artificialisés par catégorie ZAU

Nom de l'indicateur	4-1 Évolution de l'artificialisation des sols par catégorie ZAU
Définition	Taux d'évolution de l'artificialisation par catégorie ZAU entre deux dates
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquées aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Classification des communes selon le zonage en aire urbaine de l'INSEE.
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites ; 3 communes soit 3670 ha pour les taches artificialisées issues de la BD TOPO®
Unité	%
Date	1989-1996 / 1996-2000 / 2000-2005 / 1989-2005
Nomenclature restitution	Deux classes Espaces artificialisés / Autres occupations et classification des communes selon le zonage en aire urbaine (Pôles urbains, Communes périurbaines, Communes multipolarisées hors ZAU et Espaces à dominante rurale).
Échelle restitution	Inter communale
Méthode de calcul	Rapport entre la surface nouvellement urbanisée durant une période et la surface initiale artificialisée
Fréquence de production	5 ans
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un suivi dans le temps de l'artificialisation des sols par catégorie ZAU. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la date de l'image traitée, aux dates antérieures à 1995 les données disponibles ont une basse résolution qui ne permet pas une extraction fine des espaces artificialisés.
Comparabilité dans le temps	L'évolution des espaces artificialisés est comparable entre les périodes de cinq ans d'intervalle.
Comparabilité dans l'espace	L'évolution des espaces artificialisés est comparable entre catégories ZAU.
Limites d'utilisation	Les taches artificialisées produites manquent de précision et d'exhaustivité de l'information aux dates antérieures à 1995. Le zonage en aire urbaine de l'INSEE pose une définition restrictive des différentes catégories d'espaces pas toujours représentative (ex : Espaces périurbains)
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de comparer la dynamique de développement des surfaces artificialisées en fonction des différentes zones de peuplement définies par l'INSEE et ainsi d'évaluer la pertinence du zonage en aire urbaine.

Indicateur 4-1 : Évolution de l'artificialisation par catégorie du Zonage en Aires Urbaines



De 1989 à 1996, ce sont les communes périurbaines qui connaissent le plus fort taux d'artificialisation (15 %), les autres catégories ont un rythme d'accroissement des surfaces artificialisées autour de 7%.

De 1996 à 2000, les taux d'évolution sont plus importants que sur la période précédente, les communes périurbaines, multipolarisées et espaces à dominante rurale ont un taux d'artificialisation autour de 26 % tandis que les pôles urbains dans lesquels le foncier est « saturé » restent à un rythme de 9 %.

Sur la période 2000-2005 on assiste à un renversement de tendance, la progression des espaces artificialisés se poursuit mais ralentit dans les communes périurbaines et multipolarisées qui gardent tout de même un taux d'évolution important de 15 %, ce sont les espaces à dominante rurale qui subissent la plus forte pression durant cette période avec un taux d'évolution de 31 %. Cependant, à l'échelle de notre zone d'étude, la représentativité de ces communes est trop faible pour pouvoir généraliser ce constat.

Évaluation de l'indicateur d'artificialisation du sol par zonage en aires urbaines

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

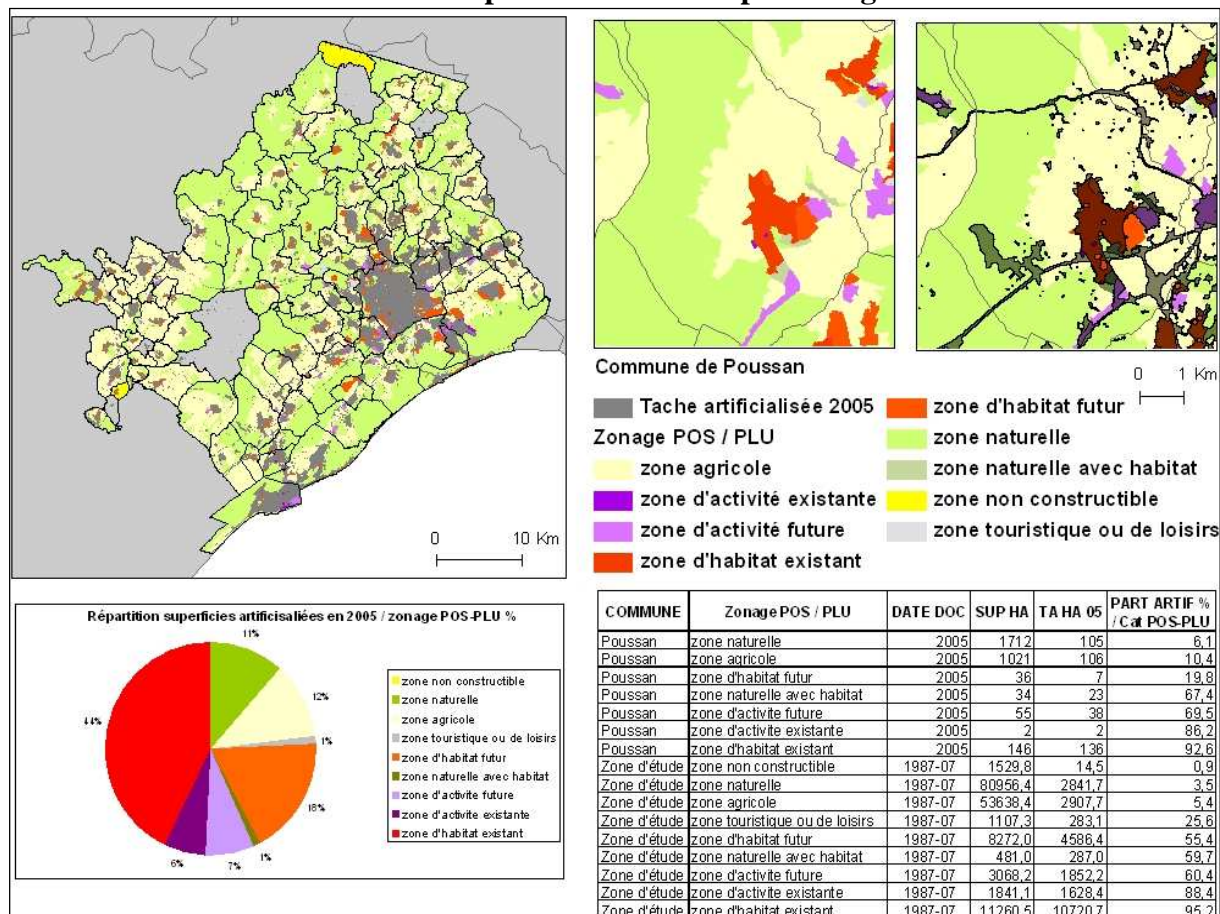
Fréquence de mise à jour ?

Représentation de l'indicateur ?

4-2 Emprise des espaces artificialisés par catégorie POS / PLU

Nom de l'indicateur	4-2 Artificialisation des sols par catégorie POS/PLU
Définition	Emprise des espaces artificialisés en fonction du zonage des documents d'urbanisme à une date récente
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Tache artificialisée issue d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits de l'image satellite classée Spot 5 du 24 avril 2005 (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Zonages POS et PLU par commune.
Couverture	Correspond aux 98 communes (couvrant 162175 ha) ayant numérisé leurs POS et PLU, mis à jour entre 1987 et 2007
Unité	Ha et % (Deux indicateurs)
Date	2005
Nomenclature restitution	Zonage règlementaire correspondant à la nomenclature des documents d'urbanisme (zone agricole, zone d'activité existante, zone d'activité future, zone d'habitat existant, zone d'habitat futur, zone naturelle, zone naturelle avec habitat, zone non constructible, zone touristique ou de loisirs)
Échelle restitution	Inter communale et communale
Méthode de calcul	Emprise de la tache artificialisée par catégorie POS/PLU
Fréquence de production	Liée à la régularité de mise à jour des POS et PLU numérisés, différente d'une commune à l'autre
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un état de l'artificialisation en fonction des catégories POS/PLU. La haute résolution de l'image satellite et la méthode de classification orientée objet semi automatisée offrent une précision qui permet de livrer une information pertinente sur les espaces artificialisés. En revanche, les dates de mise à jour des documents d'urbanisme sont hétérogènes d'une commune à l'autre, ainsi il n'est pas possible d'obtenir une couverture homogène de cet indicateur pour une date donnée.
Comparabilité dans le temps	L'emprise et la part des espaces artificialisés sont comparables entre les différentes années de mise à jour du POS/PLU.
Comparabilité dans l'espace	Les données sont comparables entre communes qui ont mis à jour leur POS/PLU à la même date.
Limites d'utilisation	Il est impossible de disposer d'une couverture homogène de documents d'urbanisme pour une date donnée, les POS et PLU ne sont pas tous encore numérisés.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de rendre compte de l'efficacité des politiques de planification en vérifiant si les surfaces artificialisées coïncident avec les zones d'habitat et d'activité existantes ou futures.

Indicateur 4-2 : Part des espaces artificialisés par zonage POS/PLU 2005



A l'échelle de la zone d'étude, 5% des zones classées agricoles et 3,5 % des zones classées naturelles (entre 1987 et 2007) sont artificialisées en 2005. Une commune comme Poussan dont le PLU a été élaboré en 2005 compte 10 % des surfaces classées en zone agricole et 6 % des surfaces classées en zone naturelle qui sont artificialisées à la même date. A l'échelle de la zone d'étude, la répartition des surfaces artificialisées par rapport aux zonages POS et PLU montre que 11 % et 12 % sont respectivement classées en zone naturelle et zone agricole, 44 % en zone d'habitat existant et 18 % en zone d'habitat futur. Cet indicateur fait apparaître d'importants décalages entre la réalité et la planification des documents d'urbanisme, liés sans doute aux dates de mise à jour et à un défaut d'exhaustivité de ces documents dans certaines communes.

Évaluation de l'indicateur d'artificialisation du sol par zonage POS et PLU

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Validité par rapport à la date d'élaboration du document d'urbanisme ?

Unité de mesure (ha et %) ?

Représentation de l'indicateur ?

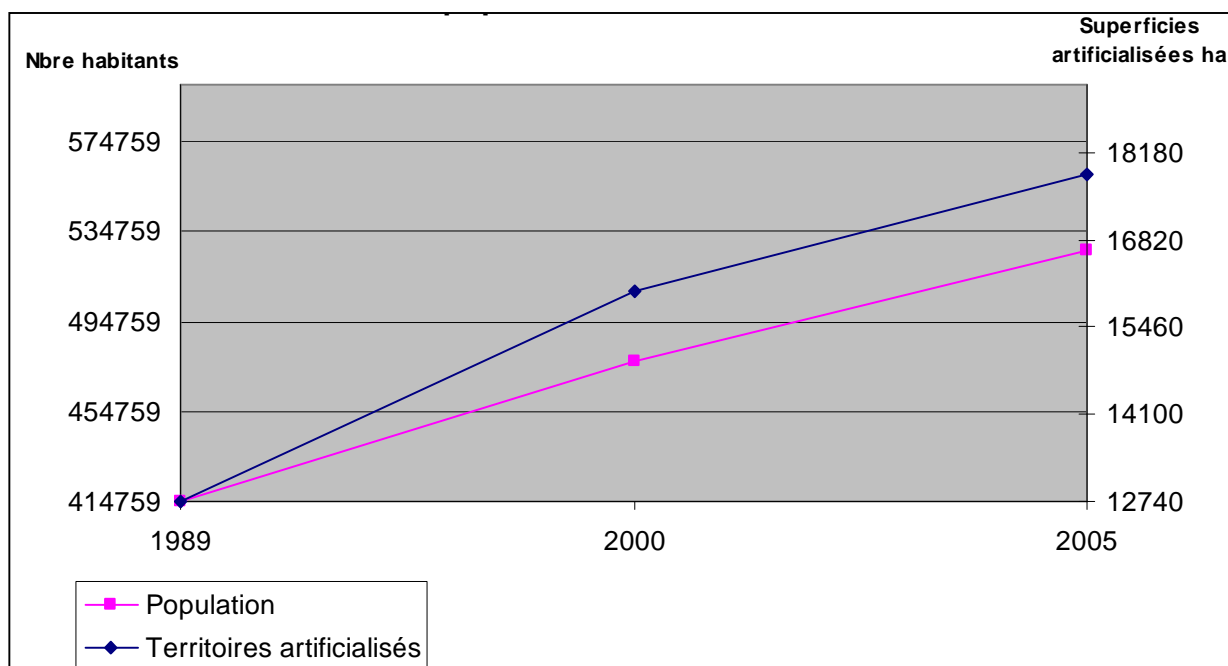
5- Démographie

5-1 Accroissement démographique

Nom de l'indicateur	5-1 Évolution de la population entre deux dates
Définition	Évolution du nombre d'habitants entre deux dates de recensement
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Recensements généraux de population INSEE 1990, 1999 et estimations de populations de 2004 à 2008
Couverture	80 communes soit 134074 ha pour les recensements de 1990 et 1999 ; 65 communes soit 107226 ha pour le recensement 2004-08, certaines communes restent à estimer d'ici 2009 (16 sur 80 communes).
Unité	Nbre habts
Date	1990-1999 / 1999-2005
Nomenclature restitution	Commune
Échelle restitution	Inter communale ou communale
Méthode de calcul	Nombre d'habitants à la date d'arrivée moins nombre d'habitants à la date de départ.
Fréquence de production	Fonction des dates de recensement
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Les dates de recensement ne correspondent pas exactement à celles de production de la tâche artificialisée.
Comparabilité dans le temps	L'évolution du nombre d'habitants est comparable entre plusieurs périodes d'intervalle équivalent (en nombre d'années).
Comparabilité dans l'espace	L'évolution du nombre d'habitants est comparable entre les communes
Limites d'utilisation	Le calcul de cet indicateur est limité par les dates de recensement et le nouveau mode d'estimation de la population qui n'est plus homogène pour les dates de recensement d'une commune à l'autre. Cet indicateur mériterait d'être affiné par la prise en considération de la part d'augmentation de la population liée au solde migratoire et celle liée au solde naturel.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de mesurer l'importance de l'accroissement démographique

Sur les 64 communes estimées par le recensement 2004-2007, la population s'est accrue de 111 657 habitants en une quinzaine d'années, cela correspond à un taux d'accroissement de 27 %. Sur la même période, le taux d'accroissement des surfaces artificialisées, pour cette zone, est de 40 %. On peut en déduire que l'artificialisation n'est pas seulement due à l'augmentation de la population mais aussi à l'augmentation du besoin en sol.

Indicateur 5 : Évolution de la population et des surfaces artificialisées



Évaluation de l'indicateur d'accroissement de population

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Représentation de l'indicateur ?

Il est nécessaire de reconsidérer la date de validité du dernier recensement qui correspond au milieu de la période 2004-2008, pour l'ensemble des communes c'est la population au 1^{er} janvier 2006. Depuis 2004, le recensement s'effectue en continu sur un cycle de 5 ans 2004-2008, différent selon la taille des communes.

- de 10000 habitants tous les habitants et tous les logements sont recensés une fois tous les cinq ans
- + de 10000 habitants la collecte s'effectue chaque année pour 8 % des logements, au terme des cinq ans 40 % de la population des grandes communes sont recensés

5-2 Artificialisation par habitant

Nom de l'indicateur	5-2 Consommation d'espace par habitant
Définition	Superficie moyenne artificialisée par habitant.
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Recensements INSEE 1990, 1999 et estimations de populations de 2004 à 2008
Couverture	80 communes, soit 134074 ha, dont 59 communes entièrement couvertes, soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites, 3 communes soit 3670 ha pour celles issues de la BD TOPO®.
Unité	Ha/habt
Date	1990-1999 / 1999-2005 / 1990-2005
Nomenclature restitution	Commune
Échelle restitution	Inter communale ou communale
Méthode de calcul	Rapport entre la superficie artificialisée et le nombre de nouveaux habitants entre deux dates
Fréquence de production	Fonction des dates de recensement
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Les dates de recensement ne correspondent pas exactement à celles de production de la tache artificialisée.
Comparabilité dans le temps	La superficie moyenne artificialisée par habitant est comparable entre plusieurs périodes d'intervalle équivalent (en nombre d'années).
Comparabilité dans l'espace	La superficie moyenne artificialisée par habitant est comparable entre les communes
Limites d'utilisation	Le calcul de cet indicateur est limité par les dates de recensement et le nouveau mode d'estimation de la population qui n'est plus homogène pour les dates de recensement d'une commune à l'autre.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de mesurer l'importance de la consommation d'espace par habitant et d'évaluer à travers elle un degré d'étalement des surfaces artificialisées à une période donnée.

La surface moyenne artificialisée par habitant entre 1990 et 2005 est de 1107 m². C'est entre 1990 et 1999 qu'elle est la plus importante, soit de 3247 m² par habitant.

Évaluation de l'indicateur de superficie d'artificialisation du sol par habitant

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Fréquence de calcul ?

Unité de mesure (ha ou m²) ?

Représentation de l'indicateur ?

6- Qualification des sols par Unité Cartographique de Sol (Indicateur détaillé)

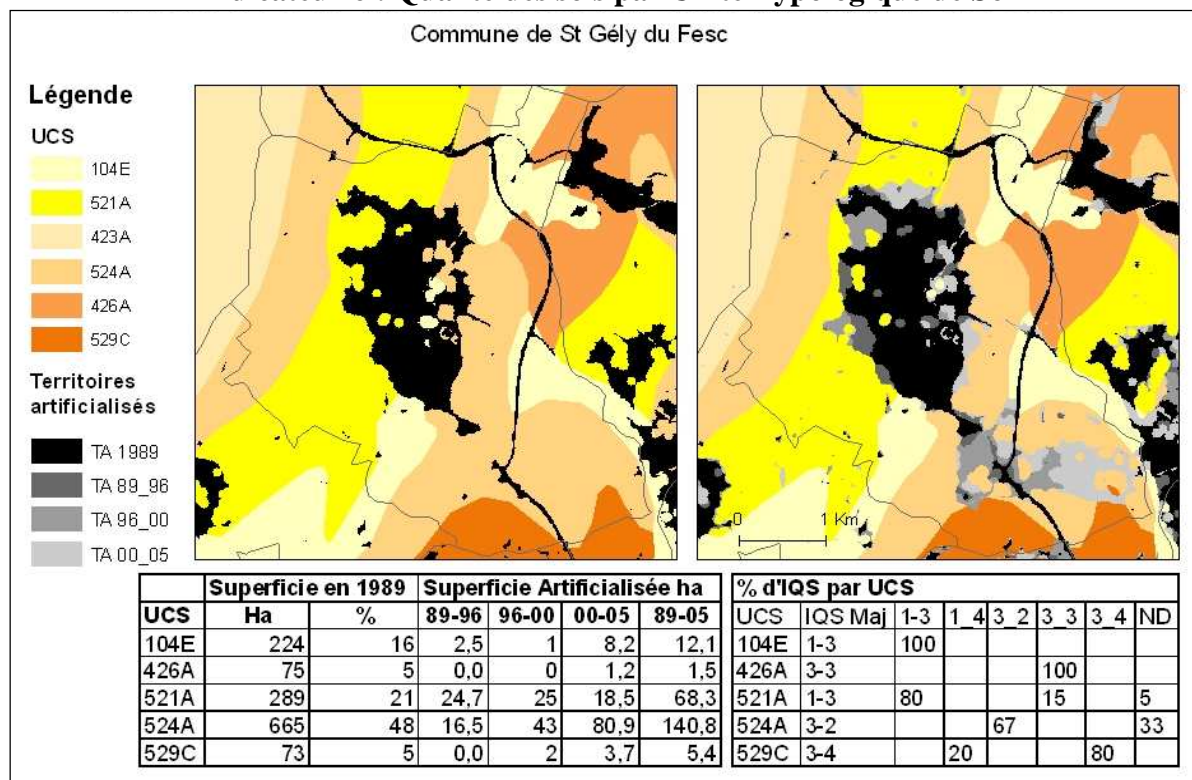
6-1 Emprise des espaces non artificialisés par UCS

Nom de l'indicateur	6-1 Qualité pédologique des sols par Unité Cartographique de Sol
Définition	Emprise des espaces non artificialisés par UCS à une date donnée
Nature	État
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits de l'image satellite classée Spot 1 du 19 juillet 1989 (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Couche de qualification des sols en termes de potentiel agronomique (inventaire des sols de 1992).
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites
Unité	Ha et %
Date	1989
Nomenclature restitution	Catégories d'Unité Cartographique de Sol (104E, 106A, 106B, 171E, 173A...) et une classe espaces artificialisés
Échelle restitution	Inter communale et communale
Méthode de calcul	Croisement de la tache artificialisée 1989 avec la couche des UTS (Effacement), calcul de la superficie représentée par chaque UTS.
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Méthode sans agrégation au niveau des UCS qui permet de conserver la précision des données acquises sur la qualité des sols en pourcentage d'IQS par Unité Typologique de Sol.
Comparabilité dans le temps	L'emprise des espaces non artificialisés par UTS est comparable entre les dates de production d'une tache artificialisée.
Comparabilité dans l'espace	L'emprise des espaces non artificialisés par UTS est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Le potentiel agronomique des sols est déterminé à partir d'une information au 1/250000e et ainsi ne permet pas une analyse spatiale fine de la qualité des sols au-delà de l'échelle communale, en revanche pour chaque UCS on peut connaître l'information détaillée par UTS décrite par un pourcentage d'Indice de Qualité des Sols.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur exprime la qualité des sols à une date donnée ainsi permet de rendre compte du potentiel agronomique des sols, l'information détaillée par UTS est disponible mais n'est pas spatialisée.

6-2 Artificialisation des sols par UCS

Nom de l'indicateur	6-2 Artificialisation par Unité Cartographique de Sol
Définition	Superficie artificialisée par UCS entre deux dates
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Couche de qualification des sols en termes de potentiel agronomique (inventaire des sols de 1992).
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites
Unité	Ha et %
Date	1989-1996 / 1996-2000 / 200-2005 / 1989-2005
Nomenclature restitution	Catégories d'Unité Cartographique de Sol (104E, 106A, 106B, 171E, 173A...) et une classe espaces artificialisés
Échelle restitution	Inter communale et communale
Méthode de calcul	Croisement des taches artificialisés avec la couche des UTS (Effacement), calcul de la superficie artificialisée par UTS entre deux dates.
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Méthode sans agrégation au niveau des UCS qui permet de conserver la précision des données acquises sur la qualité des sols en pourcentage d'IQS par Unité Typologique de Sol.
Comparabilité dans le temps	L'artificialisation des sols en fonction de leur qualité est comparable entre périodes de cinq ans d'intervalle.
Comparabilité dans l'espace	L'artificialisation des sols en fonction de leur qualité est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Le potentiel agronomique des sols est déterminé à partir d'une information au 1/250000e et ainsi ne permet pas une analyse spatiale fine de la qualité des sols au-delà de l'échelle communale, en revanche pour chaque UCS on peut connaître l'information détaillée par UTS décrite par un pourcentage d'Indice de Qualité des Sols. Les taches artificialisées produites manquent de précision et d'exhaustivité de l'information aux dates antérieures à 1995.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur exprime la perte en potentiel agronomique perdu par artificialisation, l'information détaillée par UTS est disponible mais n'est pas spatialisée.

Indicateur 6 : Qualité des sols par Unité Typologique de Sol



A titre d'exemple en 1989, la commune de St Gély du Fesc est composée à 48 % de l'UCS 524A qui se compose de 67 % d'une UTS qualifiée par un IQS 3-2 et de 33 % par un IQS non déterminé donc principalement de sols de qualité médiocre. La commune se compose également à 22 % de l'UCS 521A qui se compose de 80 % d'une UTS qualifiée par un IQS 1-3 donc principalement de sols de très bonne qualité. Entre 1989 et 2005 la commune a perdu 141 ha de sols de qualité médiocre (524A) et 68 ha de sols de très bonne qualité.

Évaluation des indicateurs potentialité des sols détaillée (par Unité Cartographique de Sol) et d'artificialisation par catégorie d'UTS

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Unité de mesure (ha et %) ?

Représentation de l'indicateur ?

Qualifier les classes de la nomenclature de potentialité agronomique des sols.

7- Qualification des sols par Unité Cartographique de Sol (Indicateur agrégé)

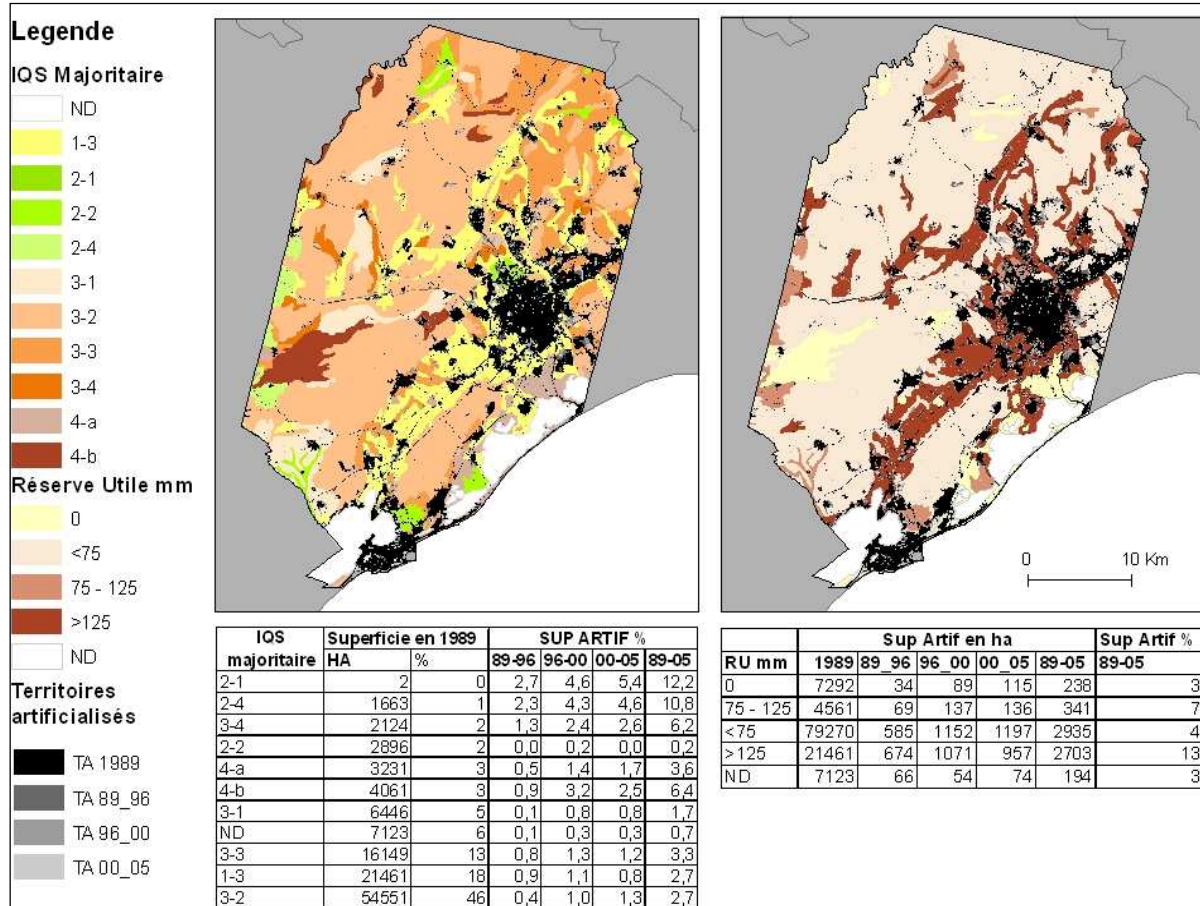
7-1 Emprise des espaces non artificialisés par UCS (Indicateur agrégé)

Nom de l'indicateur	7-1 Qualité pédologique des sols par Unité Cartographique de Sol (Indicateur agrégé)
Définition	Emprise des espaces non artificialisés agrégée par UCS à une date donnée
Nature	État
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits de l'image satellite classée Spot 1 du 19 juillet 1989 (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Couche de qualification des sols en termes de potentiel agronomique (inventaire des sols de 1992).
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites
Unité	Ha et %
Date	1989
Nomenclature restitution	Catégories d'Unité Cartographique de sol (1-1, 1-2, 1-3...) et une classe espaces artificialisés
Échelle restitution	Inter communale
Méthode de calcul	Croisement de la tache artificialisée 1989 avec la couche des UTS (Effacement), calcul de la superficie représentée par chaque UCS (IQS majoritaire).
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Méthode par agrégation au niveau des Unités Cartographiques de Sol (IQS majoritaire) qui permet d'obtenir une visualisation globale de l'état de la qualité des sols.
Comparabilité dans le temps	L'emprise des espaces non artificialisés par UCS est comparable entre les dates de production d'une tache artificialisée.
Comparabilité dans l'espace	L'emprise des espaces non artificialisés par UCS est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Le potentiel agronomique des sols est déterminé à partir d'une information au 1/250000e et ainsi ne permet pas une analyse spatiale fine de la qualité des sols au-delà de l'échelle communale, l'information est agrégée par UCS décrite par un Indice de Qualité des Sols majoritaire.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur exprime la qualité des sols à une date donnée, ainsi permet de rendre compte du potentiel agronomique des sols. L'information est agrégée par UCS décrite par un Indice de Qualité des Sols majoritaire.

7-2 Artificialisation des sols par UCS (Indicateur agrégé)

Nom de l'indicateur	7-2 Artificialisation par Unité Cartographique de Sol (Indicateur agrégé)
Définition	Superficie artificialisée par UCS entre deux dates
Nature	Pression
Informations techniques	
Description de la donnée	Taches artificialisées issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" extraits des images satellites classées (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Grandes infrastructures, Décharges carrières et chantiers). Couche de qualification des sols en termes de potentiel agronomique (inventaire des sols de 1992).
Couverture	80 communes soit 134074 ha dont 59 communes entièrement couvertes, soit 107091 ha pour les taches artificialisées issues des images satellites
Unité	Ha et %
Date	1989-1996 / 1996-2000 / 200-2005 / 1989-2005
Nomenclature restitution	Catégories d'Unité Cartographique de sol (1-1, 1-2, 1-3...) et une classe espaces artificialisés
Échelle restitution	Inter communale
Méthode de calcul	Croisement des taches artificialisés avec la couche des UCS (Effacement), calcul de la superficie artificialisée par UCS entre deux dates.
Fréquence de production	Annuelle
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	Méthode par agrégation au niveau des Unités Cartographiques de Sol (IQS majoritaire) qui permet d'obtenir une visualisation globale de l'artificialisation des sols en fonction de leur qualité.
Comparabilité dans le temps	L'artificialisation des sols en fonction de leur qualité est comparable entre les périodes de cinq ans d'intervalle.
Comparabilité dans l'espace	L'artificialisation des sols en fonction de leur qualité est comparable entre les communes.
Limites d'utilisation	Le potentiel agronomique des sols est déterminé à partir d'une information au 1/250000e et ainsi ne permet pas une analyse spatiale fine de la qualité des sols au-delà de l'échelle communale, l'information est agrégée par UCS décrite par un Indice de Qualité des Sols majoritaire.
Aide à l'interprétation	Cet indicateur exprime la perte en potentiel agronomique perdu par artificialisation. L'information est agrégée par UCS décrite par un Indice de Qualité des Sols majoritaire.

Indicateurs 7 et 8 : Qualité des sols par Unité Cartographique de Sol



En 1989 la zone d'étude est composée à 46 % de sols dont l'IQS majoritaire est de 3-2, à 18 % de sols d'IQS majoritaire 1-3 et 13 % de sols d'IQS majoritaire 3-3. Par conséquent les sols considérés comme ayant une qualité médiocre sont majoritaires sur l'ensemble de la zone d'étude mais les sols de très bonne qualité occupent tout de même une part importante, environ 1/5^{ème} de la superficie totale. Cela se traduit par 66% de sols dont la réserve utile est inférieure à 75 mm et 18 % de sols avec une RU supérieure à 125 mm. A l'échelle de la zone d'étude, ce sont les sols avec un indice majoritaire de 2-1 et de 2-4 qui sont le plus touchés par l'accroissement des surfaces artificialisées. Entre 1989 et 2005, ils ont respectivement perdu 12 % et 10 % de la superficie représentée en 1989. Sur cette même période 13 % des sols dont la réserve utile est supérieure à 125 mm ont été consommés par les superficies artificialisées. Pour conclure, le constat sur l'ensemble de la zone permet d'affirmer que les terres ayant le meilleur potentiel agronomique sont les plus touchées par l'artificialisation. D'ailleurs, si l'on observe les deux cartes de l'indicateur 7 présentées ci-dessus on voit que la tache artificialisée s'étend principalement sur les terres de très bonne qualité et de réserve utile supérieure à 125 mm.

Évaluation des indicateurs potentialité des sols détaillée (par Unité Cartographique de sol) et d'artificialisation par catégorie d'UCS

Pertinence de l'indicateur ? Usages ? Utilité ?

Unité de mesure (ha et %) ?

Représentation de l'indicateur ?

Qualifier les classes de la nomenclature de potentialité agronomique des sols.

Annexe n°3 : Intercommunalités du Languedoc-Roussillon

Pays, agglomérations et SCoT de la région Languedoc-Roussillon au 1er janvier 2006



Annexe n°4 : Enjeux / Critères / Indicateurs définis avec les acteurs institutionnels

La confrontation des différents points de vue des acteurs, en termes de convergence et de divergence, a permis d'aboutir à un classement des enjeux identifiés comme prioritaires, des critères de mesure et indicateurs correspondants. Les grands enjeux sur lesquels se sont accordés les acteurs pour cadrer la production d'indicateurs sont au nombre de quatre :

- Enjeu 1 : Sensibiliser à la reconnaissance et à la préservation du patrimoine agronomique des sols.
- Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols (étalement, mitage, fragmentation, etc.).
- Enjeu 3 : Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole.
- Enjeu 4 : Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire.

Pour chacun de ces enjeux ont été identifiés un ensemble de critères de mesure pertinents, du point de vue des acteurs, et représentatifs de leurs différents niveaux de préoccupation. Ces critères sont formulés de façon volontairement réduite pour favoriser les échanges et livrer des éléments facilitant la compréhension de la démarche suivie.

Critères	Enjeu 1 : Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols	Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols	Enjeu 3 : Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole	Enjeu 4 : Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire
1	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial	Etat et variation du degré d'artificialisation des sols	Caractéristiques et dynamisme des exploitations (reconversion, espaces en déprises, etc.)	Caractéristiques et variations du système productif (complémentarité et dynamisme des secteurs d'activités, création d'emplois, etc.)
2	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique artificialisé (définitivement perdu)	Etat et variation de l'occupation du sol initiale (espaces agricoles, naturels avant artificialisation)	Caractéristiques et dynamisme des exploitants agricoles et agriculteurs (capacités de reprise, ancienneté des exploitants, etc.)	
3		Etat et variation du degré d'étalement, de mitage et de fragmentation des terres	Etat et variation des espaces agricoles (cultivés ou non)	
4		Etat et variation de la disponibilité foncière (vocation des sols dans les documents d'urbanisme)		
5		Caractéristiques et dynamiques du marché foncier effectif		
6		Etat et variation du niveau d'attractivité du territoire et de la répartition des populations		
7		Caractéristiques et variation du parc de logements		

Cette structuration des critères de mesure constitue la base de référence qui a guidé le travail de sélection des indicateurs.

La définition de chaque indicateur doit être la plus précise possible afin de s'assurer qu'il corresponde bien à l'objectif prédéfini correspondant. Les tableaux ci-dessous présentent les résultats de ce travail.

Enjeu 1 : Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols
Critère 1 : caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial
Superficies (ha) et répartition des classes de potentiel agronomique initial
Part (%) des classes de potentiel agronomique par rapport à la superficie de la zone d'étude
Superficie (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie initiale de la classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie totale des espaces non artificialisés
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Evolution (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Superficies (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Part (%) des espaces non artificialisés par classes de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie de la zone d'étude
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie non artificialisée de la classe de potentiel agronomique des sols correspondante
Variation de la superficie (ha) non artificialisée des classes de potentiel agronomique comprise dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Evolution de la superficie (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Critère 2 : caractéristiques et variation du patrimoine agronomique artificialisé (définitivement perdu)
Superficie (ha) et répartition des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie initiale de la classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés
Part (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Evolution (%) des espaces artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Superficie (ha) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation (intervalles de distance de 200 m aux espaces artificialisés)
Part (%) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres menacées par l'artificialisation (dans l'intervalle de distance correspondant)
Part (%) par classe de potentiel agronomique des sols des terres non artificialisées menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres de même classe de potentiel agronomique des sols

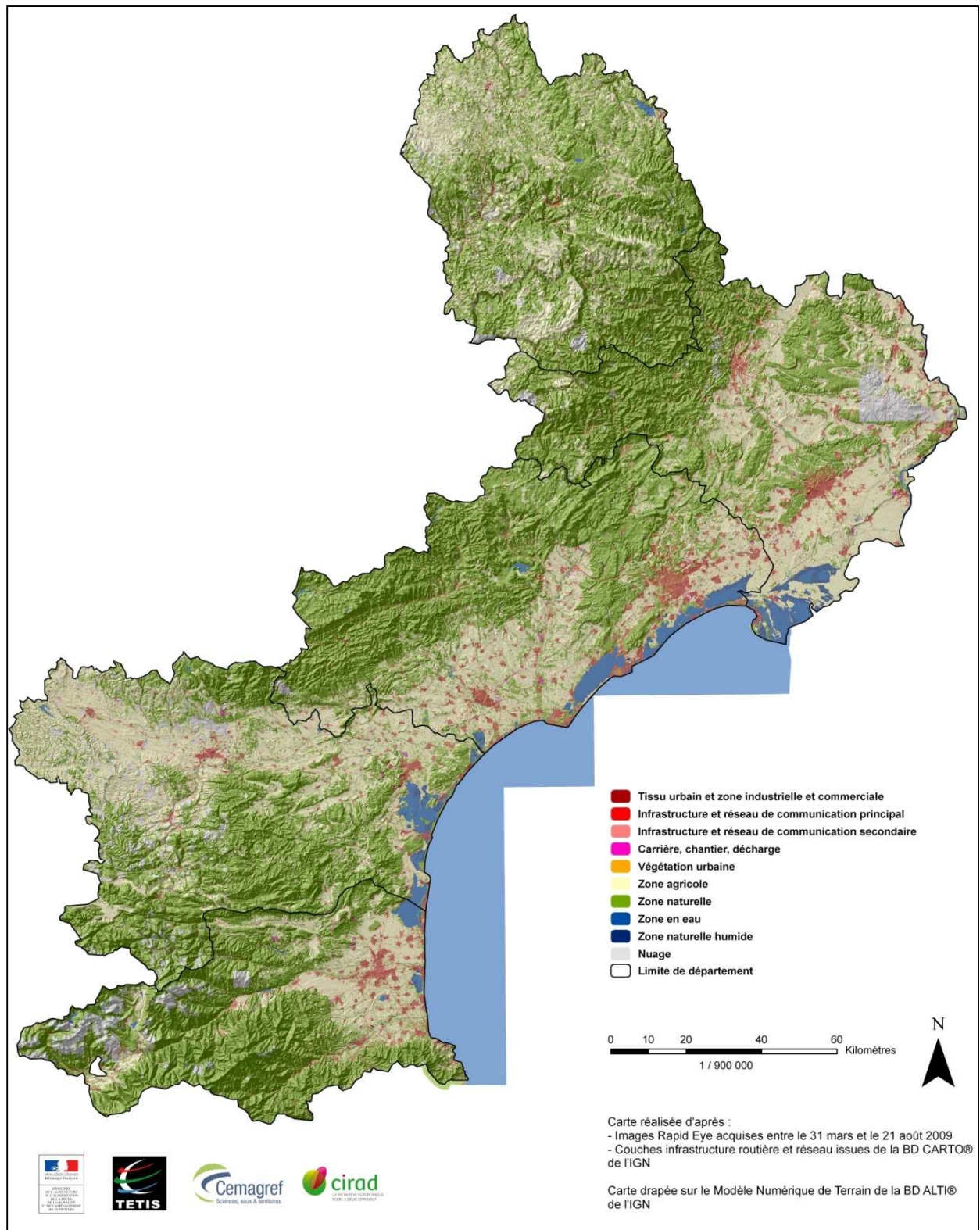
Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols
Critère 1 : état et variation du degré d'artificialisation des sols
Superficie (ha) des espaces artificialisés
Part (%) des espaces artificialisés par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés
Critère 2 : Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés
Critère 2 : état et variation de l'occupation du sol initiale des superficies artificialisées (espaces agricoles, naturels)
Superficie (ha) des espaces agricoles et naturels artificialisés
Part (%) des espaces agricoles et naturels artificialisés par rapport à la superficie de la zone d'étude
Part (%) des espaces agricoles et naturels artificialisés par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés
Part (%) des espaces agricoles et naturels artificialisés par rapport à la superficie initiale des espaces agricoles et naturels
Variation de la superficie (ha) des espaces agricoles et naturels artificialisés
Evolution (%) de la superficie des espaces agricoles et naturels artificialisés
Critère 3 : état et variation d'étalement, de mitage et de fragmentation des terres
Superficie (ha) des nouveaux espaces artificialisés sans continuité avec l'existant
Part de la superficie (ha) des nouveaux espaces artificialisés sans continuité avec l'existant par rapport à la superficie totale des nouveaux espaces artificialisés
Coefficient (%) de dispersion, rapport entre la superficie occupée par les taches artificialisées inférieures à 3ha et la superficie occupée par les taches artificialisées supérieures à 3 ha
Variation du coefficient de dispersion
Variation (ha) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain
Evolution (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain
Variation (ha) des espaces artificialisés en fonction de la distance aux infrastructures routières
Evolution (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance aux infrastructures routières
Critères 4 : état et variation de la disponibilité foncière (vocation des sols dans les documents d'urbanisme)
Part (%) des différentes catégories des documents d'urbanisme par rapport à la superficie communale
Evolution (%) de la superficie des différentes catégories des documents d'urbanisme
Taux d'artificialisation (%) des différentes catégories des documents d'urbanisme par rapport à la superficie de la catégorie correspondante
Critères 5 : caractéristiques et dynamiques du marché foncier
Nombre de parcelles (total et par nature)
Variation du nombre de parcelles (total et par nature)
Superficie moyenne (en ha et par nature) du parcellaire
Variation de la superficie moyenne (en ha et par nature) du parcellaire
Nature des propriétaires (en %)
Evolution (%) de la représentativité des différentes catégories de propriétaires
Superficie (ha) des déclarations d'intention d'aliéner par nature de sol
Variation de la superficie (ha) des déclarations d'intention d'aliéner par nature de sol
Prix moyen des terres (€/m ²) par nature de sol
Variation du prix moyen des terres (€/m ²) par nature de sol
Origine géographique des acquéreurs (en %)
Evolution (%) de la représentativité des différentes origines géographiques des acquéreurs
Origine socioprofessionnelle des acquéreurs (en %)
Evolution (%) de la représentativité des différentes origines socioprofessionnelles des acquéreurs

Enjeu 2 : Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols
Critère 6 : état et variation du niveau d'attractivité du territoire et de la répartition des populations
Nombre d'habitants
Variation (nbre habt) du nombre d'habitants
Evolution (%) du nombre d'habitants
Densité nette de population (nbre d'habt par ha artificialisé)
Variation (nbre d'habt par ha artificialisé sans routes) de la densité nette de population
Evolution (% habt par ha artificialisé) de la densité nette de population
Superficie artificialisée par habitant (m ² /habt)
Variation (m ² par habt) superficie artificialisée par habitant supplémentaire
Evolution (% de m ² par habt) superficie artificialisée (sans routes) entre deux dates par habitant supplémentaire
Taux de croissance démographique (%) lié au solde naturel
Taux de croissance démographique (%) lié au solde migratoire
Critère 7 : caractéristiques et variation du parc de logements
Nombre de logements totaux
Evolution (%) du nombre de logements totaux
Nombre de logements individuels (maisons)
Part (%) des logements individuels par rapport au nombre de logements en résidence principale
Evolution (%) du nombre de logements individuels par rapport au nombre de logements en résidence principale
Nombre de résidences principales
Part (%) des résidences principales par rapport au nombre total de logements
Evolution (%) du nombre de résidences principales
Nombre de résidences secondaires
Part (%) des résidences secondaires
Evolution (%) du nombre de résidences secondaires
Nombre de logements vacants
Part (%) des logements vacants par rapport au nombre total de logement
Evolution (%) du nombre de résidences vacantes

Enjeu 3 : Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole
Critère 1 : caractéristiques et dynamisme des exploitations (reconversion, espaces en déprises, etc.)
Superficie (ha) des îlots déclarés par nature de culture
Part (%) des îlots déclarés par nature de culture par rapport à la superficie totale déclarée
Superficie (ha) Agricole Utile
Part (%) de la SAU par rapport à la superficie de la zone d'étude
Evolution (%) de la SAU
Superficie moyenne des exploitations
Evolution (%) de la superficie moyenne des exploitations
Nombre d'exploitations
Evolution (%) du nombre d'exploitations
Superficie (ha) des terres en déprise (pas de succession)
Evolution (%) de la superficie des terres en déprise (pas de succession)
Critère 2 : caractéristiques et dynamismes des exploitants agricoles et agriculteurs (capacités de reprise, ancienneté des exploitants, etc.)
Part (%) du nombre d'actifs agricoles dans la population active totale
Part (%) du nombre d'exploitants agricoles dans la population active totale
Evolution (%) du nombre d'actifs agricoles
Evolution (%) du nombre d'exploitants
Age moyen des exploitants
Evolution (%) de la représentativité des exploitants agricoles par tranche d'âge
Critère 3 : état et variation des espaces agricoles (cultivés ou non)
Part (%) de la superficie agricole par rapport type de culture
Evolution (%) de la superficie agricole par type de culture
Superficie (ha) des terres en jachère
Evolution (%) de la superficie des terres en jachère
Superficie (ha) plantées en vignes
Evolution (%) des surfaces plantées en vigne (total, arrachage et reconversion)

Enjeu 4 : Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire
Critère 1 : caractéristiques et variations du système productif (complémentarité et dynamisme des secteurs d'activités, création d'emplois, etc.)
Part (%) des moins de 20 ans par rapport au plus de 60 ans
Evolution (%) des moins de 20 ans par rapport aux plus de 60 ans
Revenu moyen (euro/habt) des ménages
Evolution (%) du revenu moyen des ménages
Part (%) des ménages ayant deux voitures ou plus dans l'ensemble des ménages
Evolution (%) du nombre de ménages ayant deux voiture ou plus
Taux d'activité (%)
Evolution (%) du taux d'activité
Taux d'emploi (%)
Evolution (%) du taux d'emploi
Taux (%) de chômage
Evolution (%) du taux de chômage
Superficies (ha) des zones protégées
Evolution (%) de la superficie des zones protégées

Annexe n°5 : Cartographie des zones artificialisées en Languedoc-Roussillon en 2009



Réalisation : Stéphane Dupuy, Éric Barbe, Maud Balestrat

Annexe n°6 : Méthode de production d'un Indice de Qualité des sols à l'échelle du Languedoc-Roussillon

L'analyse uniquement quantitative des surfaces consommées par le développement de l'habitat ne saurait, à elle seule, constituer une base suffisante pour orienter les décisions en matière de préservation d'un patrimoine agronomique des sols. Les sols sont, en effet, extrêmement variables dans l'espace compte tenu de la multiplicité et de la variabilité des facteurs du paysage qui interagissent à leur formation (relief, géologie, occupation du sol, etc.). L'objectif consistait à caractériser chaque surface agricole perdue à cause de l'extension de l'urbanisation ou susceptible de l'être, par un degré de qualité qui permette aux décideurs de mieux apprécier le préjudice que cette perte fait subir à la collectivité.

Pour répondre à cet objectif, deux problèmes successifs devaient être résolus :

- définir un indicateur de qualité des sols qui réponde aux préoccupations des décideurs et qui soit adapté au contexte régional ;
- mettre en œuvre cet indicateur sur une région donnée en utilisant les données spatiales sur les sols disponibles.

Les pédologues de l'INRA ont conçu un Indice spatialisé de Qualité des Sols (IQS) en fonction de leur aptitude à accueillir les grandes cultures. La méthode développée a permis de définir un indicateur spécifique au problème posé par la DRAAF LR, adapté à l'agriculture régionale et utilise, comme données source, le référentiel Pédologique Régional du Languedoc-Roussillon (Bornand et al, 1994).

L'indicateur de qualité des sols devait remplir les conditions suivantes :

- permettre d'apprécier le potentiel d'utilisation globale d'un sol à long terme ou très long terme. A ce titre, aucune aptitude particulière à une culture ou aucune fonction du sol n'était à privilégier par rapport à une autre. S'agissant d'un impact s'exerçant au delà de plusieurs dizaines d'années, il est en effet impossible de se référer à tel ou tel agro système de référence ou usage agricole et/ou environnemental du sol ;
- proposer des modalités permettant de comparer un maximum de sols du Languedoc-Roussillon entre eux tout en restant simple. Il s'agissait pour cela de proposer une classification avec un nombre limité de modalités, ces modalités ayant des effectifs comparables entre elles ;
- être facilement mis en œuvre dans un délai très court. Il s'agissait de privilégier un indicateur utilisant des données spatiales pédologiques déjà disponibles sur l'ensemble du Languedoc-Roussillon.

Les méthodes d'évaluation de la qualité des sols (d'après Rémy, 2005)

L'évaluation des terres consiste en un classement ordonné de la qualité des sols en vue d'un usage donné. Elle est donc une démarche contingente qui s'inscrit dans un contexte d'utilisateurs, pour comparer des aptitudes à une utilisation donnée, pour évaluer la pertinence et le coût d'amélioration structurelle en vue d'un usage donné ou pour surveiller globalement et protéger les sols et les autres ressources naturelles. Il est donc illusoire de rechercher une méthode de classement universelle qui s'appliquerait à tous les contextes pédologiques et tous les problèmes posés. Il est cependant possible de classer ces méthodes en deux grands groupes : 1) Combinaison logique de classe de sol et 2) approches quantitatives.

La combinaison logique de classe de sol répartit les critères pédologiques en classes sur lesquelles on applique des combinaisons logiques et hiérarchisées, élaborées le plus souvent à dire d'expert. Les exemples les plus aboutis de ces classifications sont la classification USDA (Klingebiel, 1958) et la classification FAO (FAO, 1986). Ces classifications sont le plus souvent élaborées en référence à l'aptitude à plusieurs cultures identifiées et à des fonctions du sol précises. Récemment, des améliorations de ce type de classification utilisant la logique floue ont été proposées (Groenemans et al, 1997) pour rendre compte des imprécisions de classement des critères de sol.

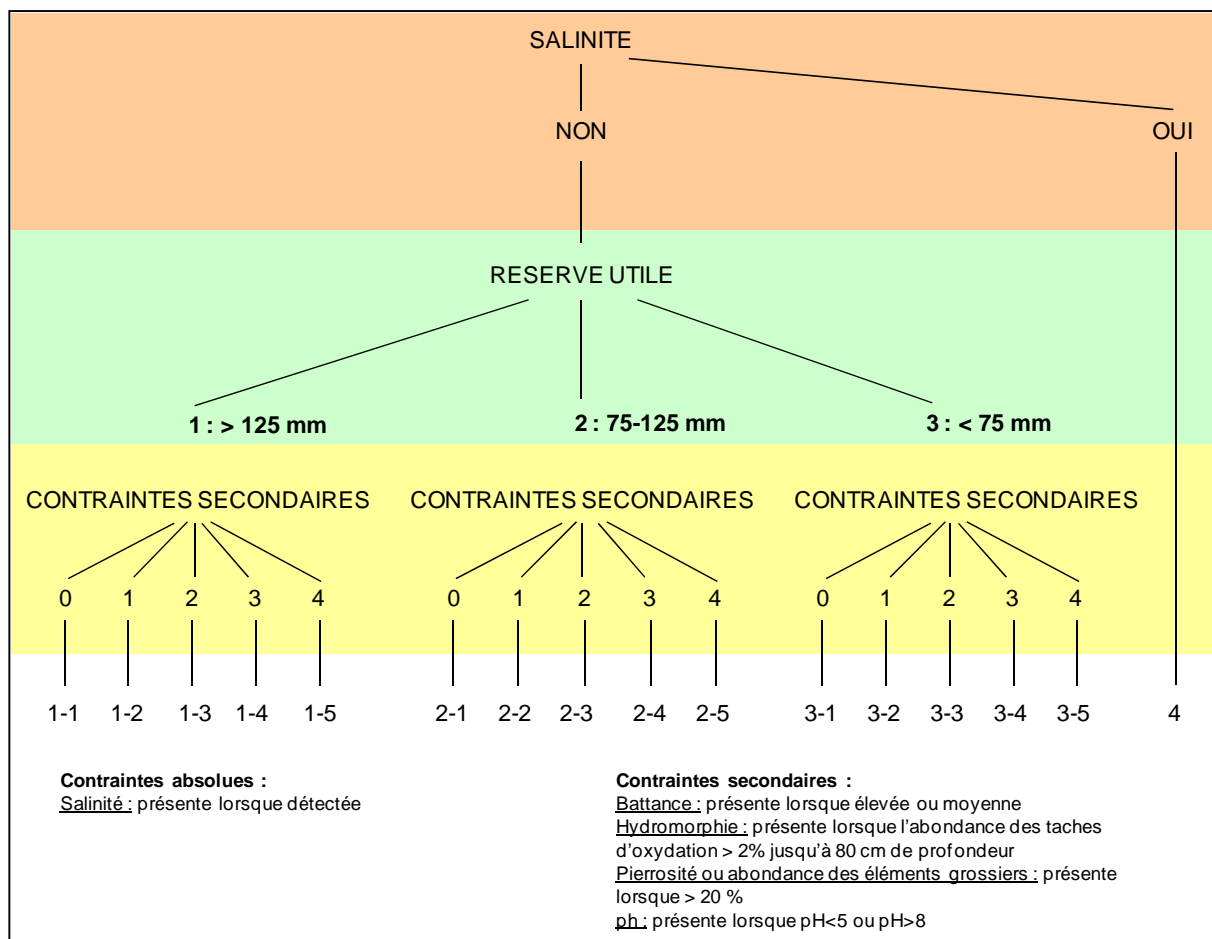
Les approches quantitatives évaluent les sols sur une échelle numérique continue, soit en construisant des relations empiriques à dire d'expert (ex : l'équation universelle de perte en sol de Wishmeier, 1958), soit en élaborant des relations statistiques à partir de larges enquêtes régionales (Olson, 1986) soit par construction mécaniste à partir des paramètres du milieu et des caractéristiques des cultures (Van Diepen et al, 1991). Les fonctions construites prennent la forme soit de modèles multiplicatifs, soit de modèles additifs ou combinaisons linéaires. Ces approches concernent plutôt des évaluations plus spécifiques à un risque (ex: érosion) ou à l'aptitude à une culture donnée. Elles nécessitent généralement plus de données que les approches précédentes ce qui rend leur généralisation plus difficile.

Méthode retenue pour la définition d'un indice de qualité des sols

Après examen de la bibliographie et des objectifs spécifiques rappelés ci-dessus, il est proposé d'évaluer une qualité « globale » du sol pour un usage futur d'ici à un siècle en privilégiant le potentiel agronomique du sol et la capacité maximum de diversification des usages du sol. **L'approche retenue est une approche par combinaison logique de classes de sol qui prend en compte les contraintes rencontrées en milieu méditerranéen.**

L'indicateur est présenté dans la figure suivante sous forme d'un arbre de décision avec trois niveaux hiérarchisés de classification :

- la contrainte « absolue » qui discrédite systématiquement et entièrement le potentiel du sol lorsqu'elle existe (classe 4). Il s'agit de la présence de salinité ;
- la réserve utile qui constitue le paramètre principal de hiérarchisation, représentée en trois classes (classes 1,2 et 3) ;
- les contraintes « secondaires » (battance, hydromorphie, pierrosité ou abondance des éléments grossiers et pH) dont la prise en compte permet de moduler la qualité des sols au sein de chaque classe de réserve utile. Ainsi, la présence de n (n = 0 à 4) contraintes sur un sol de classe de réserve utile p (p=1 à 3), permet de classer le sol en classe n.p avec n.p. d'autant plus défavorable que n (le nombre de contraintes secondaires) est grand et que p est grand.



Arbre de décision de détermination du score « de la qualité des sols »

Mise en œuvre de l'indice de qualité des sols

La mise en œuvre de l'indicateur de qualité des sols comprend plusieurs étapes :

- l'extraction des données pédologiques de la base de données sol Languedoc-Roussillon ;
- le calcul de la réserve utile ;
- le calcul des autres contraintes (absolues et secondaires) ;
- le calcul et la spatialisation de l'indice de qualité des sols.

Extraction des données de la Bdsol LR¹⁷²

Les données sur la salinité sont extraites de la table U_SOL de l'attribut « salure ».

Les données nécessaires au calcul de réserve utile sont localisées dans les tables STRATE et AFFECT_SRTATE_U_SOL

Les données de pH sont extraites de la table STRATE, de l'attribut « PH EAU ».

Les données sur l'hydromorphie sont extraites de la table STRATE, des attributs « ABONDANCE TACHE OX » et « ABONDANCE TACHE RED » pour l'abondance des taches et de la table AFFECT_STATE_U_SOL, de l'attribut « prof_appar_moy » pour la profondeur d'apparition.

L'épaisseur du sol (Table : AFFECT_STRATE_U_SOL Attribut : epais_moy)

¹⁷² <http://sol.ensam.inra.fr/BdSolLR/>

La granulométrie (Table : STRATE Attributs « TAUX ARGILE », « TAUX LIMON », « TAUX SABLE »)

Les éléments grossiers (Table : STRATE Attribut « ABONDANCE EG »)

Méthode de calcul de la réserve utile des sols pour les Unités Typologiques de Sol (UTS) de la Bdsol LR

La formule utilisée pour calculer la réserve utile est la suivante :

$$RU = H \times TE \times (1 - (EG/100))$$

RU : réserve utile exprimée en millimètres

H : épaisseur du sol exprimée en centimètres

TE : facteur ou indice de texture déterminé à partir de la classe de texture

EG : éléments grossiers exprimés en pourcentage

L'indice ou facteur de texture a été calculé selon les classes du triangle de texture de l'Aisne. On attribue à chaque strate, l'indice de texture (fonction des données granulométriques) en relation avec la classe de texture correspondante (tableau 1).

AISNE	TE
A	1,75
ALO	1,7
AL	1,8
AS	1,7
LAS	1,75
LA	1,95
SA	1,35
LSA	1,65
S	0,69999
SL	1
LLS	1,2
LL	1,3
LS	1,45
LMS	1,6
LM	1,75
R	0
null	0

Détermination du facteur de texture (TE) par classe de texture
(d'après Jamagne et Betremieux, in Lemonier, 1992)

La réserve utile est calculée par unités typologiques de sol (UTS). Elle correspond à la somme des réserves utiles des strates correspondant de l'UTS concernée :

$$\text{RU (uts)} = \text{S RU (strates)}$$

Pour éviter des biais liés à des profondeurs de description différentes des UTS, les RU sont calculées pour une profondeur de références données. Trois profondeurs sont considérées : 100 cm, 150 cm, 200 cm. Lorsque les profondeurs sur lesquelles les UTS sont décrites (sans mention d'apparition de la fin de la zone exploitable par les racines) sont inférieures à ces profondeurs de référence, la valeur de la strate de sol la plus profonde est extrapolée jusqu'à la profondeur de référence. En conséquence, plus la profondeur de référence est grande, plus le risque d'erreur liée à cette extrapolation est grand.

Calcul des autres contraintes

Les contraintes « salinité », « élément grossier », « pH » et « hydromorphie » correspondent à des champs de la base de données LR. Aucun calcul n'a donc été nécessaire pour les obtenir. La BD SolLR fournit des données de pente (table CONTIENT, « attribut pente_moy ») qui n'ont pas été intégrées pour ne pas surestimer la contrainte « pente », marquée en Languedoc-Roussillon, et déjà prise en compte dans le calcul de la RU. La contrainte « battance » a été évaluée en combinant les données de texture, de pierrosité, de matière organique en référence à une étude récente sur la modélisation de l'aléa érosif des sols (Antoni et Le Bissonnais, 2006).

Calcul et spatialisation de l'indicateur de qualité des sols

L'indicateur de qualité des sols est calculé pour toutes les UTS de la zone d'étude en utilisant les données décrites précédemment et en appliquant l'arbre de décision présenté figure 23.

Pour spatialiser cet indicateur, deux méthodes sont mises en œuvre :

- une méthode par agrégation au niveau des Unités Cartographiques de Sol. Il s'agit d'obtenir une première visualisation de la variabilité de qualité des sols, indépendamment des travaux sur l'identification des surfaces concernées par l'urbanisation
- une méthode sans agrégation au niveau des Unités Cartographiques de Sol. Cette méthode permet de conserver l'ensemble des données acquises sur la qualité des sols pour la phase ultérieure de croisement avec les surfaces concernées.

Agrégation spatiale des RU au niveau des Unités Cartographiques de sol

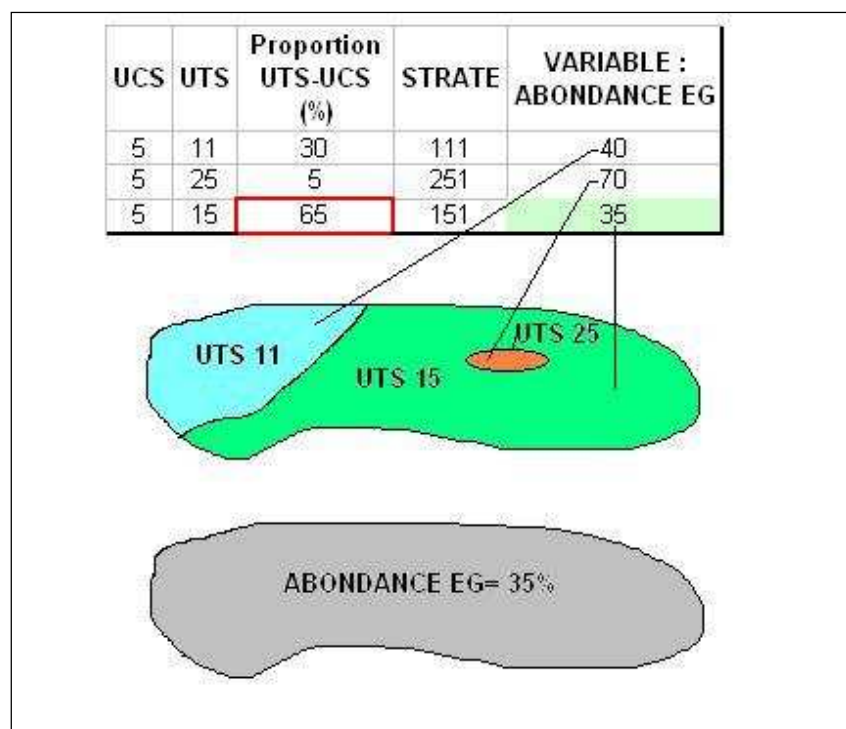
Les Unités Typologiques de Sol traitées précédemment n'ont pas de contours géographiques propres mais sont regroupées dans des Unités Cartographiques de Sol (ou unités de pédopaysage) dont on connaît la liste des UTS qu'elles englobent avec leur proportion respective. Pour chaque UTS la moyenne des RU est calculée. Pour spatialiser l'Indice de Qualité des Sols, la réserve utile est pondérée par les proportions de chaque UTS au niveau des UCS¹⁷³.

¹⁷³ Bornand, M., Legros, J.P., Rouzet, C. (1994). Les banques régionales de données-sols. Exemple du Languedoc-Roussillon. Etude et Gestion des Sols, 1, 67-82.

Soit une UCS composée des UTS $u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n$ avec les RU $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$ et des proportions respectives $p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n$:

$$RU_{UCS} = \sum p_i * r_i$$

Les informations utiles pour calculer l'indice sont récupérées au moyen de requêtes SQL qui reproduisent l'arbre de classification. La méthode d'agrégation est appliquée par pondération de la surface des UTS. Au final, on obtient pour chaque UCS, une valeur de classe de réserve utile et la valeur « booléenne » (vrai ou fausse) renseignant l'existence de chaque contrainte.



Exemple d'agrégation pondérée par la surface des UTS

UCS	classeRU	IQS1	contrainte salinite	IQS2	contrainte battance	contrainte hydromorphie	contrainte EG	contrainte pH	IQS3
104A	1	1	1	4	1	0	0	0	4-a
104B	3	3	0	3	0	0	1	0	3-2
104C	1	1	0	1	1	0	0	1	1-3
104D	3	3	0	3	1	0	1	0	3-3
104E	1	1	0	1	1	0	0	1	1-3
104F	1	1	0	1	0	0	0	1	1-2

Exemples de détermination d'indice de qualité des sols

L'IQS 1 ou indice initial de qualité des sols correspond à la classe de réserve utile obtenue par UCS. L'IQS 2 ou indice secondaire de qualité des sols après intégration de la contrainte absolue (salinité). L'IQS 3 ou indice final de qualité des sols après intégration des contraintes secondaires. On précise que pour les UCS affectées par une contrainte absolue de type salinité on attribue à l'IQS3 les sous-classes respectives « -a » ou « -b ».

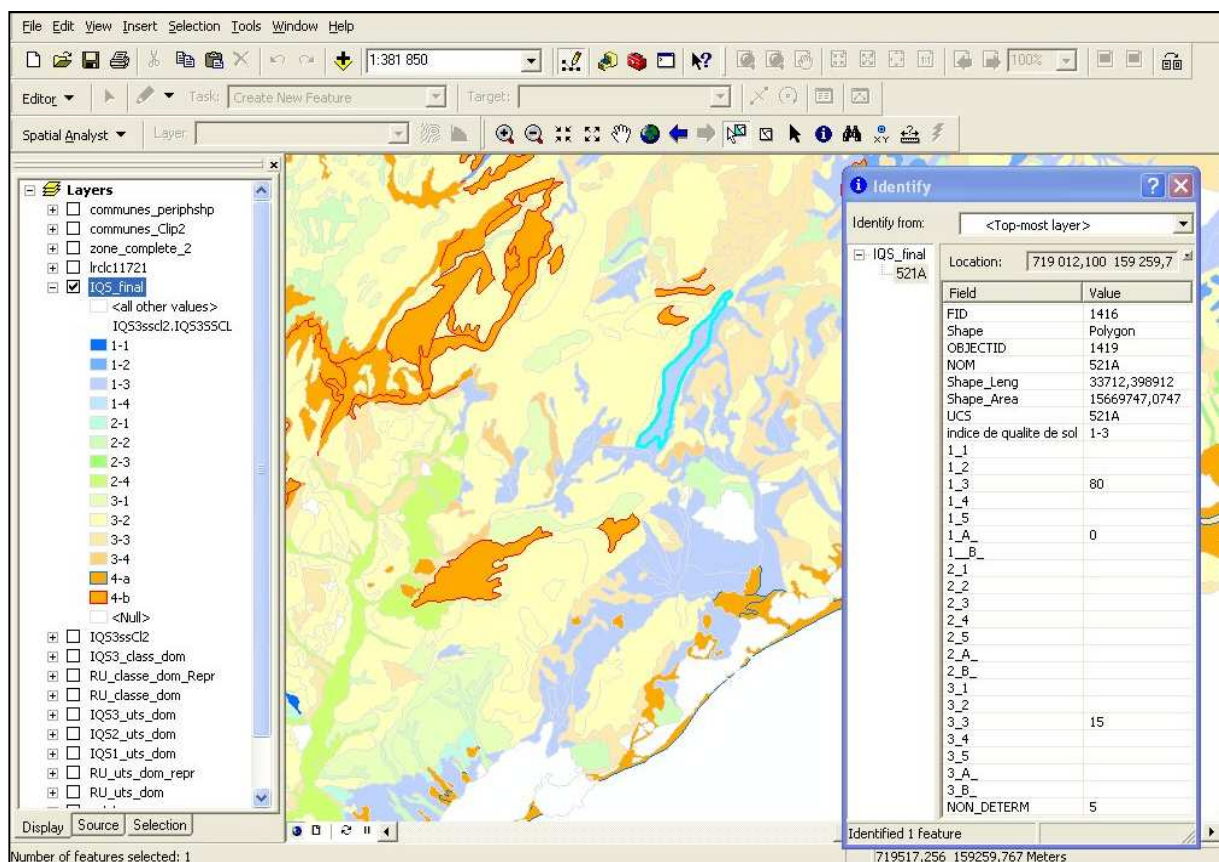
Méthode sans agrégation

La même procédure de calcul est suivie sans l'étape finale de sélection de l'UTS la plus représentée dans l'UCS. Comme l'illustre le tableau suivant, le résultat final, par UCS est une table attributaire composée de classes de qualité de sol, chacune associée à une proportion de présence dans l'UCS correspondante.

UCS	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	(1-A)	1(-B)	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	(2-A)	(2-B)	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	(3-A)	(3-B)	NON_
																						DETERM
104A					100																	
104B																100						
104C			70							30												
104D																	100					
104E			100																			
104F	95								5													

Exemple de détermination des IQS (sans agrégation au niveau de l'UCS). Les cases du tableau sont renseignées par la proportion de chaque IQS dans l'UCS considérée

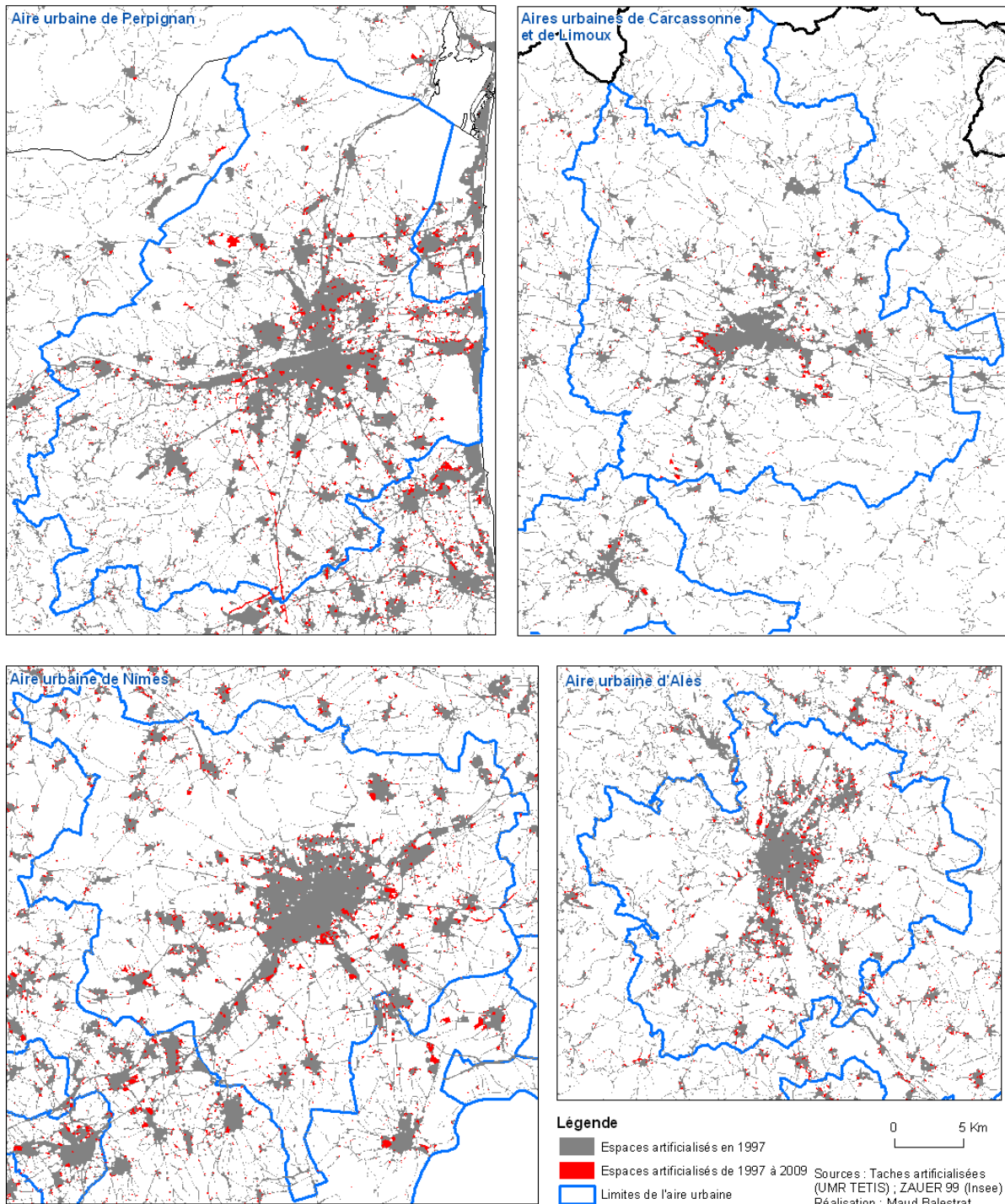
La figure ci-dessous illustre l'Indice de Qualité des Sols (spatialisation et table attributaire) consultable et exploitable, de manière interactive, à partir d'un logiciel SIG.

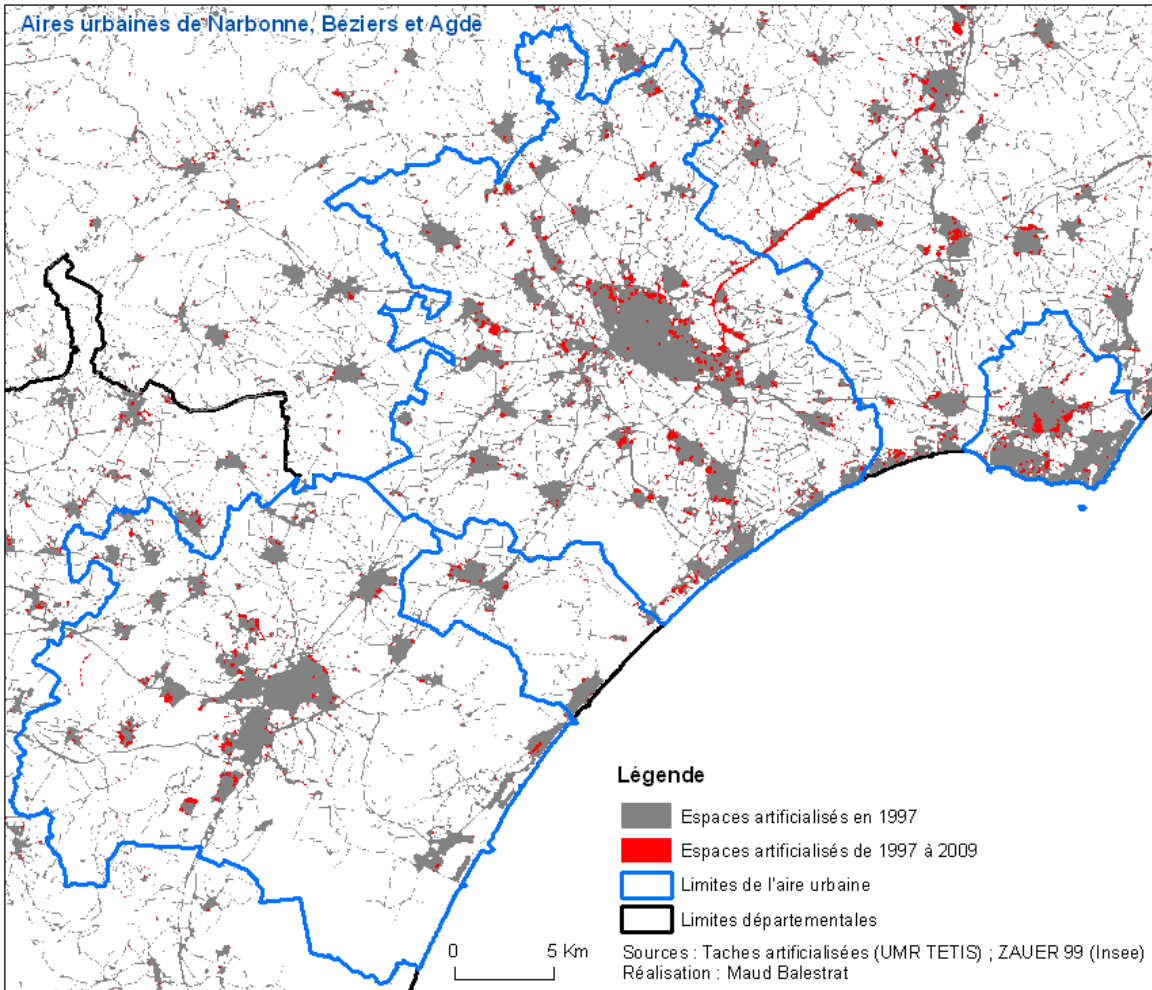


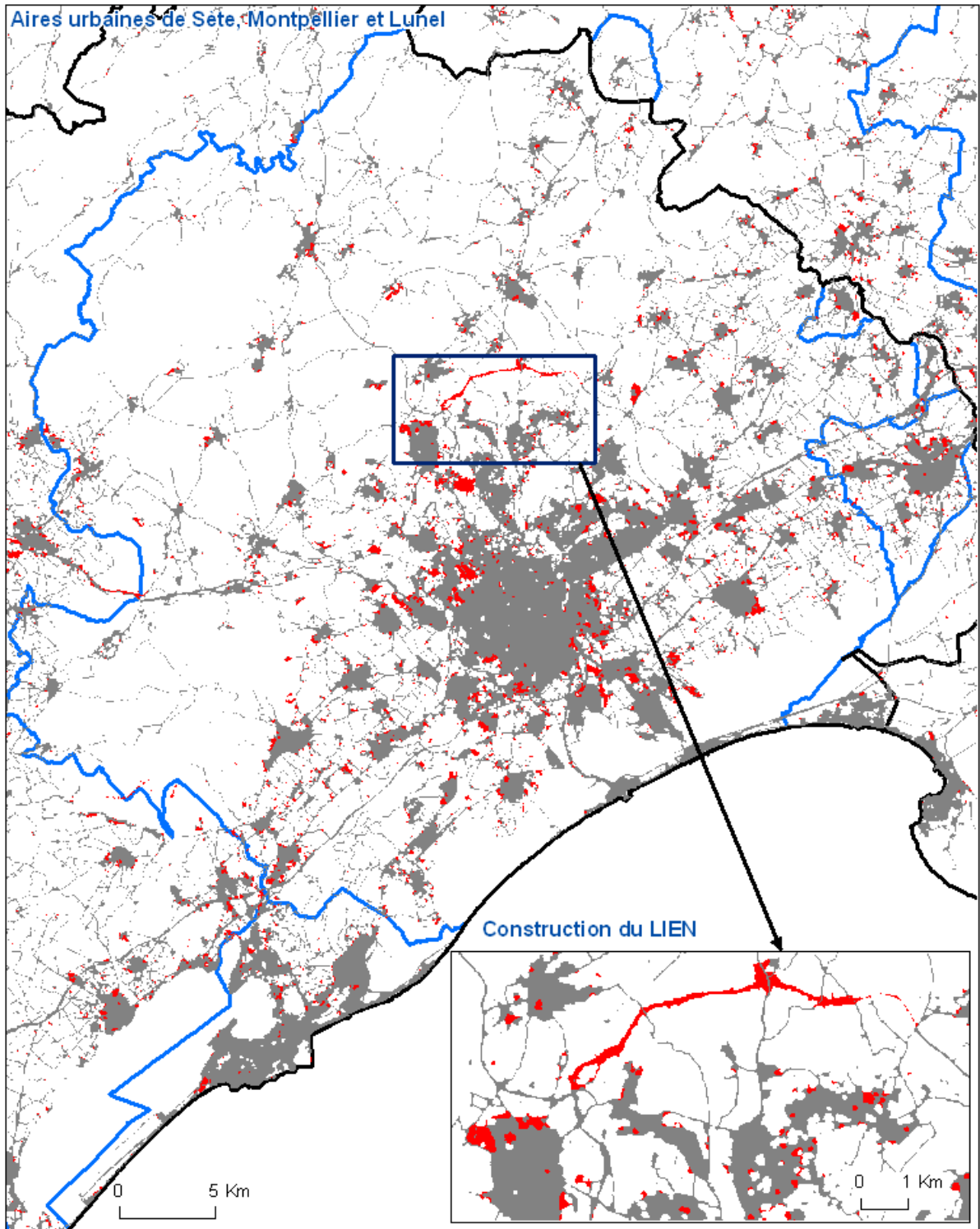
Présentation de l'IQS (spatialisation et table attributaire) dans un logiciel SIG

Annexe n°7 : Taches artificialisées 1997 et 2009 à l'échelle des principales aires urbaines du Languedoc-Roussillon

L'application de la méthode de production de taches artificialisées, explicitée précédemment, a permis de produire deux taches artificialisées couvrant respectivement les quatre départements littoraux et le sud de la Lozère (en 1997) et la totalité de la superficie régionale (en 2009). Est présentée ci-après l'expansion spatiale des espaces artificialisés des principales aires urbaines de la région.







Légende

- Espaces artificialisés en 1997
- Limites de l'aire urbaine
- Espaces artificialisés de 1997 à 2009
- Limites départementales

Sources : Taches artificialisées (UMR TETIS) ; ZAUER 99 (Insee)
 Réalisation : Maud Balestrat

Annexe n°8 : Indicateurs composant le système d'indicateurs final

Le système d'indicateurs final est composé de 141 indicateurs décrits et hiérarchisés dans les tableaux suivants.

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Potentiel agronomique des sols initial					
Localiser et quantifier le potentiel agronomique des sols initial (avant toute artificialisation)	Superficie (ha) initiale des Classes de Potentiel Agronomique des Sols (CPAS)	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Potentiel Agronomique des Sols	Etat du capital foncier
	Part (%) initiale des CPAS par rapport à la superficie totale de la zone d'étude				
Artificialisation des sols					
Localiser et quantifier les espaces artificialisés	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 1997	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux	Taches artificialisées (sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital foncier
	Part (%) des espaces artificialisés en 1997 par rapport à la superficie de la zone d'étude		Région entière		
	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 2009				
	Part (%) des espaces artificialisés en 2009 par rapport à la superficie de la zone d'étude				
Evaluer le degré d'artificialisation des sols entre deux dates	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés entre 1997 et 2009	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux		Variations du capital foncier
	Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés entre 1997 et 2009				
Potentiel agronomique des sols perdu					
Localiser et quantifier les sols artificialisés en fonction de leur potentiel agronomique	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 1997	Départementale, Cantonale	Départements littoraux	Potentiel agronomique des sols + Taches artificialisées (sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital foncier
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la CPAS initiale				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 1997				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la zone d'étude		Région entière		
	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 2009				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la superficie de la CPAS initiale				
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 2009				
Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la superficie de la zone d'étude					
Evaluer la perte de ressources foncières, entre deux dates, en fonction de leur potentiel agronomique	Variation de la superficie (ha) de sols non artificialisés (espaces agricoles et naturels) par CPAS	Départements littoraux			Variations du capital foncier
	Evolution de la superficie (%) de sols non artificialisés (espaces agricoles et naturels) par CPAS				
	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009				
	Evolution (%) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009				
Potentiel agronomique des sols non artificialisés menacés par l'artificialisation					
Localiser et quantifier les sols menacés par l'artificialisation en fonction du potentiel agronomique	Superficie (ha) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation en 2009	Intervalle de distance (entre 0 et 200 m)	Département de l'Hérault	Potentiel Agronomique des Sols (8 classes) + Zone tampon de 200 m autour des taches artificialisées toutes routes	Etat du capital foncier
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres directement menacées par l'artificialisation en 2009				
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS directement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie des terres non artificialisées de même CPAS en 2009				
	Superficie (ha) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation	Intervalle de distance (entre 200 et 500 m)		Potentiel Agronomique des Sols (8 classes) + Zone tampon de 300 m (entre 200 et 500 m) autour des taches artificialisées toutes routes	
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie totale des terres directement menacées par l'artificialisation en 2009				
	Part (%) des terres non artificialisées par CPAS indirectement menacées par l'artificialisation par rapport à la superficie des terres non artificialisées de même CPAS en 2009				

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Dynamisme démographique					
Quantifier le nombre d'habitants et évaluer l'attractivité du territoire	Nombre d'habitants en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif
	Nombre d'habitants en 2007				Forces motrices/Pressions
	Variation (nbre habt) du nombre d'habitants entre 1999 et 2007				Forces motrices
	Evolution (%) du nombre d'habitants entre 1999 et 2007				
	Solde naturel entre 1999 et 2007				
	Solde migratoire entre 1999 et 2007				
	Taux de croissance démographique (%) lié au solde naturel entre 1999 et 2007				
Taux de croissance démographique (%) lié au solde migratoire entre 1999 et 2007					
Densité nette (habitants par ha artificialisé)					
Quantifier le nombre d'habitant par rapport à la superficie artificialisée de la zone d'étude	Densité brute de population (nbre d'habt par hectare de la zone d'étude) en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux	Recensements de population 1999 et 2007 + Taches Artificialisées (Sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital productif
	Densité nette de population (nbre d'habt par ha artificialisé) en 1999		Région entière		
	Densité brute de population (nbre d'habt par hectare de la zone d'étude) en 2007				
	Densité nette de population (nbre d'habt par ha artificialisé) en 2007				
Evaluer les dynamiques démographiques / dynamiques d'artificialisation	Variation de la densité nette de population (nbre d'habt par ha artificialisé) entre 1999 et 2007	Départements littoraux	Recensements de population 1999 et 2007 + Taches Artificialisées (Sans routes, grandes routes et toutes routes)	Pressions/Variations du capital foncier	
	Evolution de la densité nette de population (% habt par ha artificialisé) entre 1999 et 2007				
Inverse de la densité nette (superficie artificialisée par habitant)					
Quantifier et suivre la superficie artificialisée par habitant	Superficie artificialisée par habitant (m ² /habt) en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux	Recensements de population 1999 et 2007 + Taches Artificialisées (Sans routes, grandes routes et toutes routes)	Etat du capital foncier
	Superficie artificialisée par habitant (m ² /habt) en 2007		Région entière		
	Variation superficie artificialisée entre deux dates par habitant supplémentaire (m ² par habt) entre 1999 et 2007		Départements littoraux		Pression/Variations du capital foncier
	Evolution superficie artificialisée entre deux dates par habitant supplémentaire (% de m ² par logt) entre 1997 et 2009				

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs		
Dynamiques de logements							
Evaluer et suivre la capacité de logements	Nombre de logements en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif		
	Nombre de logements en 2007				Pressions		
	Variation du nombre de logements entre 1999 et 2007				Etat du capital productif		
Evolution du nombre de logements entre 1999 et 2007	Pressions						
Evaluer et suivre l'importance de la construction individuelle	Nombre de logements individuels (maisons) en 1999					Etat du capital productif	
	Nombre de logements individuels (maisons) en 2007						Pressions
	Part (%) des logements individuels par rapport au nombre total de logements en 1999						
	Part (%) des logements individuels par rapport au nombre total de logements en 2007						
	Variation (nbre) des logements individuels entre 1999 et 2007						
	Evolution (%) des logements individuels entre 1999 et 2007						
	Evaluer et suivre l'importance de la construction collective				Nombre de logements collectifs (appartements) en 1999		Etat du capital productif
Part (%) des logements collectifs par rapport au nombre total de logements en 1999					Pressions		
Nombre de logements collectifs (appartements) en 2007							
Part (%) des logements collectifs par rapport au nombre total de logements en 2007							
Variation (nbre) des logements collectifs entre 1999 et 2007							
Evolution (%) des logements collectifs entre 1999 et 2007							
Evaluer et suivre le degré de résidentialisation	Nombre de résidences principales en 1999				Etat du capital productif		
	Part (%) des résidences principales par rapport au nombre total de logement en 1999					Pressions	
	Nombre de résidences principales en 2007						
	Part (%) des résidences principales par rapport au nombre total de logement en 2007						
	Variation (nbre) des résidences principales entre 1999 et 2007						
Evaluer l'importance des logements secondaires	Evolution (%) des résidences principales entre 1999 et 2007	Etat du capital productif					
	Nombre de résidences secondaires en 1999		Pressions				
	Part (%) des résidences secondaires par rapport au nombre total de logement en 1999						
	Nombre de résidences secondaires en 2007						
	Part (%) des résidences secondaires par rapport au nombre total de logement en 2007						
Evaluer l'importance des logements vacants	Variation (nbre) des résidences secondaires entre 1999 et 2007	Etat du capital productif					
	Evolution (%) des résidences secondaires entre 1999 et 2007		Pressions				
	Nombre de logements vacants en 1999						
	Part (%) des logements vacants par rapport au nombre total de logement en 1999						
	Nombre de logements vacants en 2007						
Evaluer l'importance des logements vacants	Part (%) des logements vacants par rapport au nombre total de logement en 2007	Etat du capital productif					
	Variation (nbre) des logements vacants entre 1999 et 2007		Pressions				
	Evolution (%) des logements vacants entre 1999 et 2007						
	Nombre de logements pour 1000 habitants en 1999			Etat du capital productif			
	Nombre de logements pour 1000 habitants en 2007				Pressions		
Variation (nbre de logts) du nombre de logements pour 1000 habitants entre 1999 et 2007							
Evolution (%) du nombre de logements pour 1000 habitants entre 1999 et 2007							
Logements et population							
Quantifier et suivre le nombre de logements par rapport à la population	Nombre de logements pour 1000 habitants en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif		
	Nombre de logements pour 1000 habitants en 2007				Pressions		
	Variation (nbre de logts) du nombre de logements pour 1000 habitants entre 1999 et 2007						
	Evolution (%) du nombre de logements pour 1000 habitants entre 1999 et 2007						
Inverse de la densité nette (superficie artificialisée par logement)							
Quantifier et suivre la superficie artificialisée par logement	Superficie artificialisée (sans routes) par logement (m ² /logt) en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux	Recensements de population 1999 et 2007 + Taches Artificielles (Sans routes)	Etat du capital foncier		
	Superficie artificialisée (sans routes) par logement (m ² /logt) en 2007		Région entière		Pression/Variations du capital foncier		
	Variation (m ² par logt) superficie artificialisée (sans routes) entre deux dates par logement supplémentaire entre 1999 et 2007		Départements littoraux				
	Evolution (% de m ² par logt superficie artificialisée (sans routes) entre deux dates par logement supplémentaire entre 1997 et 2009						

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Artificialisation des sols sans continuité avec l'existant					
Evaluer le degré de discontinuité des espaces artificialisés	Superficie (ha) des nouveaux espaces artificialisés sans continuité avec l'existant entre 1997 et 2009	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux + sud Lozère	Taches Artificialisées sans routes sans continuité avec l'existant	Variations du capital foncier
	Part de la superficie (ha) des nouveaux espaces artificialisés sans continuité avec l'existant par rapport à la superficie totale des nouveaux espaces artificialisés entre 1997 et 2009				
Dispersion des espaces artificialisés					
Evaluer le degré de dispersion des espaces artificialisés	Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées inférieures à 3 ha en 1997	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux + sud Lozère	Taches Artificialisées grandes routes	Etat du capital foncier
	Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées supérieures à 3 ha en 1997		Region entière		
	Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées inférieures à 3 ha en 2009				
	Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées supérieures à 3 ha en 2009				
Evaluer le degré de dispersion des espaces artificialisés	Coefficient (%) de dispersion, rapport entre la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) inférieures à 3ha et la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) supérieures à 3 ha en 1997	Départementale, Cantonale, Communale	Départements littoraux + sud Lozère	Variations du capital foncier	
	Coefficient (%) de dispersion, rapport entre la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) inférieures à 3ha et la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) supérieures à 3 ha en 2009	Region entière			
Suivre le degré de dispersion des espaces artificialisés	Variation (points) du coefficient de dispersion entre 1997 et 2009		Départements littoraux + sud Lozère	Variations du capital foncier	
Polarisation/dilution des espaces artificialisés					
Evaluer et suivre l'influence du pôle urbain (degré de polycentrisme/monocentrisme ou polarisation/dilution)	Superficie (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain en 1997	Anneaux de distance de 1 km autour des communes constituant les pôles urbains (ZAUER) de Montpellier et Béziers	Aires urbaines élargies de Montpellier et de Béziers	Taches Artificialisées toutes routes + zones tampons de 1 km sur 30 km	Etat du capital foncier
	Part (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain par rapport à la superficie de l'intervalle de distance correspondant en 1997			Taches Artificialisées toutes routes + zones tampons de 1 km sur 30 km	
	Superficie (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain en 2009				
	Part (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain par rapport à la superficie de l'intervalle de distance correspondant en 2009				
	Variation (ha) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain entre 1997 et 2009				
	Evolution (%) des espaces artificialisés en fonction de la distance au pôle urbain entre 1997 et 2009			Taches Artificialisées toutes routes + zones tampons de 1 km sur 30 km	

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Documents de planification					
Vocation des sols	Part (%) des différentes catégories de zonage de sol par rapport à la superficie communale	Communale	Communes disposant d'un document	Documents d'urbanisme (POS, PLU et CC)	Réponses (stratégie des communes)
	Evolution de la superficie de la zone urbanisable des PLU				
Dynamiques de l'activité agricole					
Nature et dynamique des exploitations	Part (%) de la superficie des cultures dominantes par rapport à la superficie totale des ilots de culture déclarés	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Registre Parcellaire Graphique	Etat du capital foncier
	Part (%) des orientations culturales dominantes par rapport à la superficie totale des exploitations en 2000			Recensement Général Agricole (RGA)	
	Part (%) de la superficie de la SAU par rapport à la superficie totale de la zone d'étude en 2000				
	Superficie moyenne des exploitations en 2000				
Profil des exploitants	Part (en %) du nombre d'actifs agricoles dans la population active totale en 2000				Etat du capital productif
	Part (en %) du nombre d'exploitants dans la population active agricole en 2000				
	Age moyen des exploitants en 2000				
Dynamiques socio-économiques					
Dynamisme socio-économique	Part (%) de la population de moins de 20 ans par rapport à la population de plus de 60 ans en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif
	Part (%) de la population de moins de 20 ans par rapport à la population de plus de 60 ans en 1999				Variations du capital productif
	Evolution (%) de la population de moins de 20 ans par rapport à la population de plus de 60 ans entre 1999 et 2007			Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif
	Part (%) du nombre d'actifs dans la population totale en 1999 (taux d'activité)				Pressions (besoins en emplois)
	Part (%) du nombre d'actifs dans la population totale en 2007 (taux d'activité)				Etat du capital productif
	Evolution (%) du nombre d'actifs dans la population totale entre 1999 et 2007				Variations du capital productif
	Part (%) du nombre de personnes disposant d'un emploi dans la population active en 1999 (taux d'emploi)				Etat du capital productif
	Part (%) du nombre de personnes disposant d'un emploi dans la population active en 2007 (taux d'emploi)				Pressions (besoins en emplois)
	Evolution (%) du nombre de personnes disposant d'un emploi dans la population active entre 1999 et 2007				Etat du capital productif
	Part du nombre de demandeurs d'emploi dans la population active totale en 1999				Variations du capital productif
	Part du nombre de demandeurs d'emploi dans la population active totale en 2007				Pressions (besoins en emplois)
	Evolution (%) du nombre de demandeurs d'emploi dans la population active totale entre 1999 et 2007				Recensements de population 1999 et 2007
	Part (%) du nombre d'actifs dans les différentes catégories socioprofessionnelles par rapport au nombre total d'actifs en activité en 1999			Etat du capital productif	
	Part (%) du nombre d'actifs dans les différentes catégories socioprofessionnelles par rapport au nombre total d'actifs en activité en 2007			Variations du capital productif	
	Evolution (%) du nombre d'actifs par catégorie socioprofessionnelle entre 1999 et 2007			Pressions (besoins en emplois)/Etat du capital productif	
	Différentiel entre emplois créés et nombre de demandeurs d'emplois supplémentaires				

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Etendue	Données	Place dans le Système d'indicateurs
Dynamiques socio-économiques					
Potentiel économique (attractivité)	Part de la population active en activité travaillant dans la commune de résidence en 1999	Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif
	Part de la population active en activité travaillant dans la commune de résidence en 2007				Variations du capital productif
	Evolution de la population active en activité travaillant dans la commune de résidence entre 1999 et 2007				Etat du capital productif
	Nombre d'emplois dans la commune par rapport au nombre d'actifs en activité en 1999				Variations du capital productif
	Nombre d'emplois dans la commune par rapport au nombre d'actifs en activité en 2007				
Evolution (%) du nombre d'emplois dans la commune par rapport au nombre d'actifs en activité entre 1999 et 2007					
Profil des ménages	Part (%) des ménages dont la famille principale est composée d'un couple avec enfants en 1999	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Recensements de population 1999 et 2007	Etat du capital productif
	Part (%) des ménages dont la famille principale est composée d'un couple avec enfants en 2007				Variations du capital productif
	Evolution (%) du nombre de ménages dont la famille principale est composée d'un couple avec enfants entre 1999 et 2007				Etat du capital productif
	Revenu (euro) moyen des ménages en 1999				Impacts
	Revenu (euro) moyen des ménages en 2007				Etat du capital productif
	Evolution (%) du revenu moyen des ménages entre 1999 et 2007				Pressions
	Part (%) des ménages ayant une voiture ou plus dans l'ensemble des ménages en 1999				
	Part (%) des ménages ayant une voiture ou plus dans l'ensemble des ménages en 2007				
Evolution (%) du nombre de ménages ayant une voiture ou plus dans l'ensemble des ménages en 1999					
Services et Aménités					
Desserte en services et loisirs	Nombre d'équipements en services et loisirs	Départementale, Cantonale, Communale	Région entière	Base Permanente des Equipements	Etat du capital productif
	Evolution (%) du nombre d'équipements en services et loisirs				Réponses/Variations du capital productif
Patrimoine naturel	Superficies des zones protégées			Zonages	Réponses

Annexe n°9 : Exemple de fiches d'aide à l'interprétation fournies aux acteurs pour accompagner le système d'indicateurs final

Thématique	Artificialisation des sols
Sous-Thématique	Degré d'étalement urbain
Identifiant	coeff_dispersion_gdes_routes_09
Description de l'indicateur	Coefficient (%) de dispersion, rapport (%) entre la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) inférieures à 3ha et la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) supérieures à 3 ha en 2009
Nature	État
Informations techniques	
Description de la donnée source	Tache artificialisée grandes routes issue d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons positives puis négatives de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Décharges carrières et chantiers) extraits des images satellites RapidEye 2009. Tache agrégée aux grandes routes issue de la BDCarto© IGN 2000.
Précision de la donnée source	Mosaïque d'images satellites RapidEye résolution 5 m couleur pour 2009.
Étendue	Quatre départements littoraux du Languedoc-Roussillon + sud Lozère
Maille d'analyse	Région, Départements, catégories ZAUER, Cantons, Communes
Unité	Hectares
Date	1997-2009
Nomenclature de restitution	espaces artificialisés grandes routes
Méthode de calcul	<p>Calcul de la superficie de la superficie de la tache artificialisée (grandes routes) inférieure à 3ha en 2009 par rapport à la superficie de la tache artificialisée (grandes routes) supérieure à 3ha en 2009.</p> $CoefDisp\ 09 = \frac{TAGR09Inf\ 3}{TAGR09Sup\ 3}$ <p>TAGR09Inf3 = Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées inférieures à 3 ha en 2009 TAGR09Sup3 = Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées supérieures à 3 ha en 2009</p>
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un suivi dans le temps de l'artificialisation des sols dispersée et isolée. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la résolution de l'image traitée, pour une échelle de restitution au 1/15000e.
Comparabilité dans le temps	Le rapport entre la superficie des taches artificialisées inférieures et supérieures à 3 ha est comparable d'une année à l'autre à condition de tenir compte des différences de résolution entre les données source utilisées pour produire les taches artificialisées.
Comparabilité dans l'espace	Le rapport entre la superficie des taches artificialisées inférieures et supérieures à 3 ha est comparable entre les communes, les cantons et les départements.
Limites d'utilisation	L'indicateur offre un ordre de grandeur de la part que représente la superficie des espaces artificialisés inférieures à 3 ha relatif à la résolution des images traitées et à la méthode appliquée à l'échelle de l'espace régional.
Aide à l'interprétation	La part de la superficie des espaces artificialisés inférieure à 3ha indique l'importance des espaces artificialisés (grandes routes) définitivement perdus (non mobilisables pour la production agricole) dispersés et isolés.
Position au sein du système d'indicateur	
Indicateur qui exprime l'état du capital foncier en lien avec les pressions (variation des besoins en logements) et les réponses apportées (stratégies des communes en termes de planification)	

Thématique	Dynamiques de population
Sous-Thématique	Dynamiques démographiques et dynamiques d'artificialisation
Identifiant	ev_densite_nette_pop_97_09
Description de l'indicateur	Évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé (grandes routes) entre 1999 et 2006
Nature	Variation de l'État
Informations techniques	
Description de la donnée source	Recensements de population 1999 et 2006. Taches artificialisées grandes routes issues d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons positives puis négatives de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Décharges carrières et chantiers), extraits des images satellites RapidEye 2009 classées et des images satellites IRS 1997 classées à partir du plan thématique extrait de la classification des images RapidEye 2009. Taches agrégées aux grandes routes issues de la BDCarto© IGN 2000.
Précision de la donnée source	Mosaïque d'images satellites IRS résolution 25 m couleur, 5,8 m noir et blanc ré-échantillonnées à une résolution de 5 m pour 1997 ; Mosaïque d'images satellites RapidEye résolution 5 m couleur pour 2009.
Étendue	Quatre départements littoraux du Languedoc-Roussillon + sud Lozère
Maille d'analyse	Région, Départements, catégories ZAUER, Cantons, Communes
Unité	nombre d'habitants par ha artificialisé grandes routes
Date	1997-2009
Nomenclature de restitution	nombre d'habitants par espace artificialisé grandes routes
Méthode de calcul	Calcul de la variation du nombre d'habitants par hectare artificialisé entre 1997 et 2009. $EvDenNETTG = \frac{(VarDenNETT G \times 100)}{P99_POP}$ VarDenNETTG = Variation du nombre d'habitants par hectare artificialisé (grandes routes) entre 1999 et 2006 P99_POP = Nombre d'habitants en 1999
Évaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un suivi dans le temps du nombre d'habitants par hectare artificialisé. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la résolution de l'image traitée, pour une échelle de restitution au 1/15000e
Comparabilité dans le temps	L'évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé est comparable entre les périodes de douze ans d'intervalle à condition de tenir compte des différences de résolution entre les données source utilisées pour produire les taches artificialisées.
Comparabilité dans l'espace	L'évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé est comparable entre les communes, les cantons et les départements.
Limites d'utilisation	L'indicateur offre un ordre de grandeur de l'évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé entre deux dates, relatif à la résolution des images traitées et à la méthode de classification appliquée à l'échelle de l'espace régional. Les dates de production des recensements (1999-2006) sont décalées respectivement de deux et trois ans avec les dates de production des taches artificialisées (1997-2009).
Aide à l'interprétation	Cet indicateur permet de suivre la dynamique de densification de la population par hectare artificialisé entre deux dates.
Position au sein du système d'indicateur	
Indicateur qui exprime le lien entre une Pression et la variation de l'État du capital foncier	

Annexe n°10 : Extraits de la table de liaisons

Les tableaux ci-dessous sont extraits de la table de liaisons accompagnant le système d'indicateurs final et qui permet à chaque utilisateur de connaître précisément les relations de causalité entre chaque indicateurs.

indicateur qui est influencé	indicateur qui influence
coeff_dispersion_gdes_routes_97	densite_nette_logt_97
coeff_dispersion_gdes_routes_97	part_sup_art_gdes_routes_1997
coeff_dispersion_gdes_routes_97	sup_art_gdes_routes_1997
coeff_dispersion_gdes_routes_09	densite_nette_logt_2009
coeff_dispersion_gdes_routes_09	part_sup_art_gdes_routes_2009
coeff_dispersion_gdes_routes_09	sup_art_gdes_routes_2009
coeff_dispersion_gdes_routes_09	ev_densite_nette_logt_97_2009
coeff_dispersion_gdes_routes_09	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
coeff_dispersion_gdes_routes_09	var_densite_nette_logt_97_2009
coeff_dispersion_gdes_routes_09	var_sup_art_gdes_routes_97_09
coeff_dispersion_gdes_routes_09	tg9709disc
coeff_dispersion_gdes_routes_09	part_tg9709disc
densite_nette_pop_1997	part_sup_art_gdes_routes_1997
densite_nette_pop_1997	pop_sdc_99
densite_nette_pop_1997	sup_art_gdes_routes_1997
densite_nette_pop_1997	sup_artif_habt_1997
densite_nette_pop_2009	part_sup_art_gdes_routes_2009
densite_nette_pop_2009	pop_sdc_2006
densite_nette_pop_2009	sup_art_gdes_routes_2009
densite_nette_pop_2009	sup_artif_habt_2009
densite_nette_pop_2009	var_sup_art_gdes_routes_97_09
densite_nette_pop_2009	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
densite_nette_pop_2009	ev_sup_artif_habt_97_09
densite_nette_pop_2009	ev_pop_sdc_99_2006
densite_nette_logt_97	p99_log
densite_nette_logt_97	nb_logts_pour_1000_hab_99
densite_nette_logt_97	part_sup_art_gdes_routes_1997
densite_nette_logt_97	part_menages_couple_enfants_1999
densite_nette_logt_97	sup_artif_logt_97
densite_nette_logt_97	sup_art_gdes_routes_1997
densite_nette_logt_97	Part des logements individuels par rapport au nombre total de logements en 1999
densite_nette_logt_97	Part des logements collectifs par rapport au nombre total de logements en 1999
densite_nette_logt_2009	p06_log
densite_nette_logt_2009	nb_logts_pour_1000_hab_2006
densite_nette_logt_2009	part_sup_art_gdes_routes_2009
densite_nette_logt_2009	part_menages_couple_enfants_2006
densite_nette_logt_2009	sup_artif_logt_2009
densite_nette_logt_2009	sup_art_gdes_routes_2009
densite_nette_logt_2009	Part des logements individuels par rapport au nombre total de logements en 2007
densite_nette_logt_2009	Part des logements collectifs par rapport au nombre total de logements en 2007
densite_nette_logt_2009	var_sup_art_gdes_routes_97_09
densite_nette_logt_2009	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
densite_nette_logt_2009	ev_logts_tot_99_2006
densite_nette_logt_2009	var_logts_99_2006
densite_nette_logt_2009	Evolution du nombre de logements pour 1000 habitants entre 1999 et 2006
densite_nette_logt_2009	ev_sup_artif_logt_97_2009
densite_nette_logt_2009	var_sup_artif_logt_97_09
densite_nette_logt_2009	Evolution des logements individuels entre 1999 et 2007
densite_nette_logt_2009	Evolution des logements collectifs entre 1999 et 2007
densite_nette_logt_2009	Variation des logements individuels entre 1999 et 2007
densite_nette_logt_2009	Variation des logements collectifs entre 1999 et 2007
ev_sup_artif_habt_97_09	ev_pop_sdc_99_2006
ev_sup_artif_habt_97_09	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_sup_artif_habt_97_09	var_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_sup_artif_habt_97_09	var_pop_99_2006
ev_sup_artif_habt_97_09	pop_sdc_99
ev_sup_artif_habt_97_09	pop_sdc_2006
ev_sup_artif_habt_97_09	sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_artif_habt_97_09	sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_artif_habt_97_09	part_sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_artif_habt_97_09	part_sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_artif_habt_97_09	var_sup_artif_habt_97_09
ev_sup_artif_habt_97_09	sup_artif_habt_1997
ev_sup_artif_habt_97_09	sup_artif_habt_2009
ev_densite_nette_pop_97_09	densite_nette_pop_1997
ev_densite_nette_pop_97_09	densite_nette_pop_2009
ev_densite_nette_pop_97_09	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_densite_nette_pop_97_09	taux_annuel_ev_pop_99_2006_du_solde_mig_indic
ev_densite_nette_pop_97_09	taux_annuel_ev_pop_99_2006_du_solde_nat_indic
ev_densite_nette_pop_97_09	var_pop_99_2006
ev_densite_nette_pop_97_09	ev_pop_sdc_99_2006
ev_densite_nette_pop_97_09	var_densite_nette_pop_97_09
ev_densite_nette_pop_97_09	var_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_densite_nette_pop_97_09	sup_artif_habt_1997
ev_densite_nette_pop_97_09	sup_artif_habt_2009

indicateur qui est influencé	indicateur qui influence
ev_densite_nette_logt_97_2009	p99_log
ev_densite_nette_logt_97_2009	p06_log
ev_densite_nette_logt_97_2009	nb_logts_pour_1000_hab_99
ev_densite_nette_logt_97_2009	nb_logts_pour_1000_hab_06
ev_densite_nette_logt_97_2009	sup_art_gdes_routes_1997
ev_densite_nette_logt_97_2009	sup_art_gdes_routes_2009
ev_densite_nette_logt_97_2009	part_sup_art_gdes_routes_1997
ev_densite_nette_logt_97_2009	part_sup_art_gdes_routes_2009
ev_densite_nette_logt_97_2009	sup_artif_logt_97
ev_densite_nette_logt_97_2009	sup_artif_logt_2009
ev_pop_sdc_99_2006	pop_sdc_99
ev_pop_sdc_99_2006	pop_sdc_2006
ev_pop_sdc_99_2006	var_pop_99_2006
ev_pop_sdc_99_2006	taux_annuel_ev_pop_99_2006_du_solde_mig_indic
ev_pop_sdc_99_2006	taux_annuel_ev_pop_99_2006_du_solde_nat_indic
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	Population par classes d'âge en 1999
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	Population par classes d'âge en 2006
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	Evolution de la population par classes d'âge entre 1999-2006
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	ev_pop_sdc_99_2006
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	var_pop_99_2006
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	pop_sdc_99
ev_pop_moins20ans_dans_sup60ans_99_2006	pop_sdc_2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	part_agric_dans_csp_1999,part_artis_commerc_ce_dans_csp_1999,part_prof_intermed_1999,part_cadre_sup_dans_csp_99,part_employe_dans_csp_1999,part_ouvriers_dans_csp_1999,part_sans_activite_dans_csp_99,part_retraites_dans_csp_99
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	part_agric_dans_csp_2006,part_artis_commerc_ce_dans_csp_2006,part_prof_intermed_2006,part_cadre_prof_intel_dans_csp_2006,part_employe_dans_csp_2006,part_ouvriers_dans_csp_2006,part_sans_activite_dans_csp_2006,part_retraites_dans_csp_2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	ev_pop_sdc_99_2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	var_pop_99_2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	pop_sdc_99
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	pop_sdc_2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	Taux d'emploi en 1999
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	Taux d'emploi en 2006
evol_agriculteurs_99_2006,evol_artisans_commerçants_99_2006,evol_prof_intermediaire_99_2006,evol_cadre_prof_intellect_sup_99_2006,evol_employes_99_2006,evol_ouvriers_99_2006,evol_sans_activite_99_2006,evol_retraites_99_2006	Evolution du taux d'emploi entre 1999 et 2006
ev_sup_artif_logt_97_2009	ev_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_sup_artif_logt_97_2009	ev_logts_tot_99_2006
ev_sup_artif_logt_97_2009	p99_log
ev_sup_artif_logt_97_2009	p06_log
ev_sup_artif_logt_97_2009	sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_artif_logt_97_2009	sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_artif_logt_97_2009	part_sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_artif_logt_97_2009	part_sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_artif_logt_97_2009	sup_artif_logt_1997
ev_sup_artif_logt_97_2009	sup_artif_logt_2009
ev_sup_artif_logt_97_2009	var_sup_artif_logt_97_2009
ev_sup_artif_logt_97_2009	var_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	p99_log
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	p06_log
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	ev_logts_tot_99_2006
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	part_sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	part_sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	var_sup_art_gdes_routes_97_09
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	var_logts_99_2006
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	sup_art_gdes_routes_1997
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	sup_art_gdes_routes_2009
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Part des logements individuels par rapport au nombre total de logement en 2007
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Part des logements collectifs par rapport au nombre total de logement en 2007
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Part des logements individuels par rapport au nombre total de logement en 1999
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Part des logements collectifs par rapport au nombre total de logement en 1999
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Variation des logements individuels entre 1999 et 2007
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Variation des logements collectifs entre 1999 et 2007
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Evolution des logements individuels entre 1999 et 2007
ev_sup_art_gdes_routes_97_09	Evolution des logements collectifs entre 1999 et 2007

Annexe n°11 : Extraits du dictionnaire de variables

Les deux tableaux ci-dessous sont extraits du dictionnaire de variables accompagnant le système d'indicateurs final et qui permet à chaque utilisateur de connaître précisément le contenu de l'ensemble des tableaux chiffrés.

Ces fichiers sont issus d'une agrégation de la superficie des taches artificialisées et des classes de potentiel agronomique des sols à l'échelle communale							
Com_TASGRTR_LR_2009	Superficie des taches artificialisées sans routes, grandes routes et toutes routes en 2009 agrégée à l'échelle communale (étendue région Languedoc-Roussillon)						
SupTASR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (sans routes) en 2009						
SupTAGR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (grandes routes) en 2009						
SupTATR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (toutes routes) en 2009						
ParTASR09	Part (%) des espaces artificialisés (sans routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
ParTAGR09	Part (%) des espaces artificialisés (grandes routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
ParTATR09	Part (%) des espaces artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
Com_TASGRTR_DLSL_9709	Superficie et variation des taches artificialisées sans routes, grandes routes et toutes routes en 1997 et 2009 agrégée à l'échelle communale (étendue départements littoraux + sud Lozère)						
SupTASR97	Superficie (ha) des espaces artificialisés (sans routes) en 1997						
SupTASR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (sans routes) en 2009						
SupTAGR97	Superficie (ha) des espaces artificialisés (grandes routes) en 1997						
SupTAGR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (grandes routes) en 2009						
SupTATR97	Superficie (ha) des espaces artificialisés (toutes routes) en 1997						
SupTATR09	Superficie (ha) des espaces artificialisés (toutes routes) en 2009						
ParTASR97	Part (%) des espaces artificialisés (sans routes) par rapport à la superficie de la commune en 1997						
ParTASR09	Part (%) des espaces artificialisés (sans routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
ParTAGR97	Part (%) des espaces artificialisés (grandes routes) par rapport à la superficie de la commune en 1997						
ParTAGR09	Part (%) des espaces artificialisés (grandes routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
ParTATR97	Part (%) des espaces artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie de la commune en 1997						
ParTATR09	Part (%) des espaces artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie de la commune en 2009						
VaTASR9709	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés (sans routes) entre 1997 et 2009						
VaTAGR9709	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés (grandes routes) entre 1997 et 2009						
VaTATR9709	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés (toutes routes) entre 1997 et 2009						
EvTASR9709	Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés (sans routes) entre 1997 et 2009						
EvTAGR9709	Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés (grandes routes) entre 1997 et 2009						
EvTATR9709	Evolution (%) de la superficie des espaces artificialisés (toutes routes) entre 1997 et 2009						
PaTS9709ZE	Part (%) de la superficie des espaces artificialisés (sans routes) par rapport à la superficie de la commune entre 1997 et 2009						
PaTG9709ZE	Part (%) de la superficie des espaces artificialisés (grandes routes) par rapport à la superficie de la commune entre 1997 et 2009						
PaTT9709ZE	Part (%) de la superficie des espaces artificialisés (toutes routes) par rapport à la superficie de la commune entre 1997 et 2009						
ComCPAS	Superficie des classes de potentiel agronomique des sols initial agrégée à l'échelle communale (étendue région Languedoc-Roussillon)						
SupPAS1	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 1						
SupPAS2	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 2						
SupPAS3	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 3						
SupPAS4	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 4						
SupPAS5	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 5						
SupPAS6	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 6						
SupPAS7	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol 7						
SupPASND	Superficie (ha) initiale des espaces de Classe de Potentiel Agronomique des Sol non déterminée						
ParPAS1	Part (%) initiale des espaces de CPAS 1 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS2	Part (%) initiale des espaces de CPAS 2 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS3	Part (%) initiale des espaces de CPAS 3 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS4	Part (%) initiale des espaces de CPAS 4 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS5	Part (%) initiale des espaces de CPAS 5 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS6	Part (%) initiale des espaces de CPAS 6 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPAS7	Part (%) initiale des espaces de CPAS 7 par rapport à la superficie totale de la commune						
ParPASND	Part (%) initiale des espaces de CPAS non déterminée par rapport à la superficie totale de la commune						

Annexe n°12 : Extrait des variables calculées

Le tableau ci-dessous est extrait de la base de données chiffrées alimentant le système d'indicateurs final.

INSEE_Reg	INSEE_Dept	INSEE_Cant	Id_BDCarto	Shape_Leng	Shape_Area	SupTASR97	SupTASR09	SupTAGR97	SupTAGR09	SupTATR97	SupTATR09	VaTASR9709
91	11	16	11116	108646,61	21786668,50	549,97	609,56	635,65	695,06	1776,52	1843,56	59,59
91	11	06	11106	89919,49	177283472,50	594,95	639,53	833,35	878,53	2016,13	2062,77	44,58
91	34	03	34103	89381,22	153329994,00	380,81	436,88	478,97	535,39	1318,96	1371,69	56,07
91	34	33	34133	94318,19	271586166,50	157,05	205,40	262,68	313,99	2086,72	2128,83	48,35
91	11	07	11107	66542,07	60164448,00	391,78	433,27	413,52	454,79	734,04	766,30	41,49
91	66	01	66101	68764,39	174322647,50	1805,41	2178,10	1982,53	2369,51	3060,24	3432,11	372,70
91	66	11	66111	94810,24	254681026,00	103,91	137,92	103,91	137,92	1456,27	1508,27	34,01
91	66	02	66102	82516,26	187502973,50	255,92	325,43	283,05	352,07	1561,64	1640,62	69,51
91	34	30	34130	106026,05	218795040,50	642,16	719,42	728,69	805,52	1604,04	1688,48	77,26
91	30	05	30105	63165,54	110838043,50	785,71	953,51	803,43	970,25	1570,15	1738,19	167,80
91	66	03	66103	119589,24	239529282,00	1161,58	1347,45	1385,16	1582,68	3259,03	3468,14	185,87
91	30	14	30114	51321,78	90546998,50	478,94	657,29	576,08	752,31	1103,34	1262,15	178,36
91	30	24	30124	98655,40	179987753,00	874,75	1146,48	960,46	1225,90	1971,84	2219,19	271,72
91	34	11	34111	44692,20	78749157,50	374,17	453,34	425,25	504,42	963,07	1042,01	79,17
91	34	01	34101	82795,69	165067684,50	2577,70	3028,47	2924,42	3351,52	3831,49	4233,85	450,77
91	34	31	34131	92262,59	190496284,00	332,49	411,38	351,68	430,62	1475,28	1556,55	78,89
91	34	21	34121	82457,02	151802104,00	567,31	659,12	640,27	730,01	1576,62	1675,82	91,81
91	11	05	11105	87698,24	143890878,50	199,08	241,27	199,08	241,27	839,08	885,75	42,20
91	11	25	11125	121701,72	286552292,00	606,95	653,40	607,16	653,61	2331,52	2380,16	46,45
91	30	12	30112	65408,50	94255595,00	392,41	447,69	437,70	493,31	1230,14	1286,82	55,28
91	30	02	30102	48934,16	60716698,50	647,08	830,68	720,42	905,73	1049,82	1230,52	183,59
91	34	27	34127	114056,25	256939683,00	552,43	585,01	585,79	618,75	2027,53	2059,27	32,58
91	11	23	11123	94388,07	282592009,00	79,76	90,33	79,76	90,33	1240,61	1255,55	10,57
91	34	06	34106	74251,92	171741228,50	1083,72	1188,14	1229,16	1330,95	2144,34	2238,00	104,42
91	34	26	34126	111512,42	282487297,00	179,41	232,76	209,16	262,82	2087,30	2152,01	53,35
91	11	12	11112	61267,55	97094977,00	674,58	751,80	693,88	770,80	1296,04	1364,30	77,22
91	11	02	11102	72019,32	150481409,50	477,01	529,49	538,10	589,49	1389,72	1446,76	52,48
91	11	22	11122	75236,41	138121229,50	550,93	629,05	672,94	751,94	1407,13	1494,10	78,12
91	30	03	30103	68870,76	77657449,50	500,22	629,52	519,58	648,55	1047,99	1170,86	129,30
91	30	10	30110	37863,95	50233475,00	182,58	235,06	182,58	235,06	600,45	647,90	52,47
91	34	05	34105	64310,34	67978246,50	844,22	1070,35	987,24	1201,21	1444,33	1645,57	226,13
91	34	35	34135	77917,27	121734770,00	575,12	844,76	654,25	919,93	1431,89	1687,58	269,64
91	34	25	34125	83143,59	182061639,50	771,00	871,18	837,59	937,64	1597,03	1696,57	100,18
91	11	21	11121	77730,76	160889419,00	190,21	199,68	190,21	199,68	933,93	943,46	9,47
91	34	34	34134	77278,29	189328558,00	29,86	34,04	29,86	34,04	1001,18	1008,70	4,18
91	11	10	11110	105827,54	161512704,50	709,60	821,11	905,30	1018,10	2053,06	2171,80	111,50
91	30	11	30111	89330,35	185654083,00	71,47	97,34	79,70	106,00	1736,78	1770,48	25,88
91	30	41	30141	49701,04	81178227,50	1008,86	1252,85	1130,56	1369,89	1667,39	1895,61	243,99
91	34	38	34138	92681,12	101643783,00	954,95	1065,36	1045,43	1153,81	1548,92	1649,84	110,41

Annexe n°13 : Définition des indices de ségrégation

Afin de compléter le système d'indicateurs produit, dans le cadre de mes travaux de thèse, j'ai collaboré notamment avec Mihai Tivadar, chercheur à l'UR DTM du Cemagref Grenoble. Celui-ci a proposé un ensemble d'indices de ségrégation, accessibles depuis l'interface de consultation, présentée dans le chapitre 9.

Les indices de ségrégation sont des outils qui permettent de mesurer la ségrégation spatiale d'une population formée par plusieurs classes ou groupes. Ils proviennent et s'appliquent dans des domaines très divers, tels que l'économie, la sociologie, la biologie, l'écologie etc. Dans une synthèse de littérature sur les indices de ségrégation, Massey et Denton (1988) regroupent les formes, les manifestations spatiales de la ségrégation en cinq dimensions bien distinctes : l'égalité, l'exposition, la concentration, le regroupement ou l'agrégation spatiale et la centralisation.

Les indices d'égalité

L'égalité renvoie à la distribution d'un ou de plusieurs groupes de population à travers les unités spatiales de la zone d'étude. Les indices d'égalité mesurent la surreprésentation ou la sous représentation d'un groupe dans les unités spatiales : plus un groupe de population est inégalement réparti à travers ces unités spatiales, plus il est ségrégué. Généralement, les indices ont une valeur comprise entre 0 et 1, et expriment ainsi la part du groupe qui devrait se délocaliser pour obtenir une distribution parfaite.

L'indice de ségrégation de Duncan, mesure la distribution d'une catégorie et varie entre 0 (distribution parfaitement égale) et 1 (distribution ségréguative maximale). La valeur de l'indice exprime la part de la catégorie qui devrait déménager afin d'obtenir une distribution parfaite:

$$IS^k = \sum_{i=1}^n \left[\frac{t_i |p_i^k - P^k|}{2TP^k(1 - P^k)} \right]$$

où k = catégorie de population

t_i = population totale dans l'unité spatiale i

p_i^k = proportion du groupe k dans la population totale de l'unité spatiale i

T = population totale de la zone d'étude

P^k = proportion de la catégorie k dans la population totale T

n = nombre d'unités spatiales

L'indice de Wong (utilisé dans l'interface) corrige l'indice précédent en prenant en compte les interactions spatiales. Wong préconise la prise en compte de la frontière commune entre les unités adjacentes, de la taille et de la forme de chacune d'elles puisque plus une unité spatiale est petite et compacte (plus le rapport périmètre sur aire est faible), plus la possibilité d'interaction est forte :

$$IS(s)^k = IS^k - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} |p_i^k - p_j^k| \frac{\frac{Per_i}{A_i} + \frac{Per_j}{A_j}}{2 \max\left(\frac{Per}{A}\right)} \quad \text{avec} \quad w_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_i f_{ij}}$$

où f_{ij} = longueur de frontière commune entre les unités spatiales i et j
 Per_i, Per_j = périmètre de l'unité spatiale i respectivement j
 A_i, A_j = aire de l'unité spatiale i respectivement j
 $\max(Per/A)$ = rapport maximum entre le périmètre et l'aire des unités spatiales j

Les indices d'exposition

L'exposition est la possibilité d'interactions entre les membres d'une même catégorie ou entre les membres de deux catégories distinctes

L'indice d'isolement mesure la probabilité qu'un membre d'une catégorie partage la même unité spatiale avec un membre de son propre groupe. Il varie de 0 à 1, avec une valeur maximale signifiant que le groupe est totalement isolé dans les unités spatiales de l'espace étudié :

$$xPx^k = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i^k}{X^k} \frac{x_i^k}{t_i} \right)$$

L'indice d'isolement ajusté (utilisé dans l'interface) modifie l'indice d'isolement avec la proportion du groupe dans la ville afin d'éviter les effets liés à la composition de la population sur xPx :

$$Eta2^k = \frac{xPx^k - P^k}{1 - P^k}$$

Les indices de concentration

La concentration fait référence à l'espace (la superficie) occupé par une catégorie. Plus un groupe occupe une partie faible du territoire étudié, plus il est concentré.

L'indice de concentration absolue (utilisé dans l'interface) correspond à la comparaison de l'aire totale habitée par une certaine catégorie avec le minimum et le maximum d'unités spatiales où pourraient résider les membres de la catégorie dans les cas de concentrations maximales et minimales. L'indice a des valeurs comprises entre 0 et 1, qui correspondent respectivement à une concentration minimale et une concentration maximale :

$$ACO^k = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^k A_i / X^k) - \sum_{i=1}^{n1} (t_i A_i / T_1)}{\sum_{i=n2}^n (t_i A_i / T_2) - \sum_{i=1}^{n1} (t_i A_i / T_1)}$$

où $n1$ = numéro de l'unité spatiale quand la somme cumulée de la proportion totale des unités spatiales est égale à la somme de la population du groupe k dans la zone (somme de 1 à $n1$, les unités spatiales étant ordonnées par leur superficie)

$n2$ = numéro de l'unité spatiale quand la somme cumulée de la proportion totale des unités spatiales est égale à la somme de la population du groupe k dans la zone (somme de $n2$ à n)

$T1, T2$ = population totale dans les unités spatiales de 1 à $n1$ (de $n2$ à n)

Les indices de regroupement

On dit que plus une catégorie occupe des unités spatiales contiguës (voisines), formant ainsi une enclave dans la zone, plus elle est regroupée et donc ségréguée. A l'inverse, plus une catégorie occupe des unités spatiales éloignées les unes des autres, moins elle est ségréguée.

L'indice de regroupement absolu (utilisé dans l'interface) varie entre 0 et 1. Pour le calculer, on utilise une matrice de contiguïté c_{ij} , dont les éléments sont définis : $c_{ij}=1$ si les unités spatiales i et j ont une frontière commune et $c_{ij}=0$ sinon :

$$ACL^k = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \frac{x_i^k}{X^k} \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_j^k) \right] - \left[\frac{X^k}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right]}{\left[\sum_{i=1}^n \frac{x_i^k}{X^k} \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_j^k) \right] - \left[\frac{X^k}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right]}$$

Les indices de centralisation

Ces indices mesurent la proximité de la catégorie de population au centre de l'aire étudiée. Plus un groupe est localisé près du centre-ville, plus il est centralisé et ainsi ségrégué selon cette dimension.

La mesure la plus simple pour mesurer la centralisation d'une catégorie est la **proportion du groupe dans l'unité spatiale centrale** de la zone d'étude :

$$Pcc^k = \frac{Xcc^k}{X^k}$$

où Xcc^k la population du groupe k dans l'unité spatiale centrale cc .

L'information offerte par cet indicateur apparaît cependant insuffisante, on ne connaît pas la distribution de la catégorie autour du centre. C'est pour cette raison qu'on utilise **l'indice de centralisation absolue (utilisé dans l'interface)** qui est une mesure intragroupe dont la valeur est négative lorsque les membres d'une catégorie ont tendance à résider loin du centre de la ville, et positive dans le cas inverse. Une valeur nulle signifie que le groupe est parfaitement distribué dans la zone d'étude:

$$ACE^k = \left(\sum_{i=2}^n X_{i-1}^k A_i \right) - \left(\sum_{i=2}^n X_i^k A_{i-1} \right)$$

où X_i^k = la proportion cumulée du groupe k dans l'unité spatiale i (les unités spatiales sont triées selon la distance du centre)

A_i = la proportion cumulée de l'aire de l'unité spatiale i

