

## **Table des sigles et abréviations**

—

## **Glossaire**



## **Table des sigles et abréviations**

**AML** : Arc Macro Langage

**BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

**CA** : Chambre d'Agriculture

**CG34** : Conseil Départemental de l'Hérault

**CHRU** : Chemical Response Unit

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène à 5 jours

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**DDAF** : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

**DIREN** : Direction Régionale de l'Environnement

**Eh** : Equivalent-habitant

**EID** : Entente Interdépartementale pour la Démoustication

**ETP** : EvapoTransPiration

**FO** : Fonction Objectif

**GLUE** : Generalised Likelihood Uncertainty Estimation

**HRU** : Hydrologic Response Unit

**IFREMER** : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER

**IGN** : Institut Géographique National

**INRA** : Institut National de Recherche Agronomique

**INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

**MES** : Matière En Suspension

**MNT** : Modèle Numérique de Terrain

**NDVI** : Normalized Difference Vegetation Index

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : azote sous forme ammonium

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : azote sous forme nitrites

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : azote sous forme nitrates

**NOD** : azote organique dissout

**NOP** : azote organique particulaire

**Norg** : azote organique

**NTK** : azote kjeldahl

**OPA** : Organismes Professionnels Agricoles

**PRA** : Petite Région Agricole

**Pt** : phosphore total

**REA** : Representative Element Area

**RG** : Recensement Général Agricole

**SATESE** : Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration

**SIE** : Système d'Information pour Environnement

**SIG** : Système d'Information Géographique

**SIRS** : Système d'Information à Référence Spatiale

**SIT** : Système d'Information Territorial

**TIN** : Triangulated Irregular Network

**UGB** : Unité Gros Bovin

**UMR 3S** : Unité Mixte de Recherche « Structure et Systèmes Spatiaux »

## Glossaire

**Aérobic** : se dit de micro-organismes qui ne peuvent se développer qu'en présence d'air ou d'oxygène libre.

**Anaérobic** : se dit de micro-organismes qui se développent normalement dans un milieu dépourvu d'air ou d'oxygène.

**Arc** : une ligne complexe composée d'un ensemble de point.

**Base de données** : ensemble de données organisé en vue de son utilisation dans divers programmes correspondant à diverses applications, et de façon à faciliter l'évolution indépendante des données et des programmes.

**Base de données de Système d'Information Géographique** : ensemble structuré de données graphiques et non graphiques permettant de décrire un plan d'information, de définir des relations spatiales et des caractéristiques d'un site donné.

**Bassin versant** (ou bassin hydrographique) : surface drainée par un cours d'eau, en amont d'un point définissant son exutoire.

**Bief** : portion de rivière entre deux singularités (confluences, sources, ouvrages, ...)

**Carte d'occupation du sol** : carte thématique de la couverture physique de la surface terrestre mettant en évidence la nature des objets : forêts, cultures, zone urbaine, surfaces en eau, etc.

**Cartographie** : opération qui consiste à transcrire sous forme d'une carte numérique une information de nature géographique. La cartographie numérique permet donc de représenter sous forme de données numériques, la répartition spatiale d'un phénomène ou d'une variable ou d'attacher une information à un lieu donné.

**CHRU (Chemical Response Unit)** : portion du bassin qui présente une homogénéité en terme de production de flux de polluant (concept qui découle des HRU).

**Classification** : processus qui vise à assigner un attribut unique à un groupe d'éléments en fonction de leur propre attribut.

**Couche d'information** : version numérique d'une feuille cartographique décrivant un type d'éléments spatiaux (occupation du sol, réseau hydrographique).

**Courbe de niveau** : ligne artificielle qui relie des points de même altitude, par exemple pour mettre en évidence la topographie du terrain sur une carte topographique.

**Crue** : montée, nettement au-dessus des valeurs habituelles, du niveau d'un cours d'eau ou d'une retenue, attribuable aux précipitations ou à la fonte des neiges.

**Débit** : volume d'eau par unité de temps qui coule en un point donné de la rivière.

**Digitalisation** (ou numérisation) : encodage numérique d'éléments graphiques par saisie des coordonnées spatiales. Cette opération peut se faire de façon manuelle, à l'aide d'une table à digitaliser, ou de façon automatique, grâce à un scanner numérique.

**Echelle** : notion intimement liée à la résolution puisqu'il y a une limite physique au dessin d'un objet sur une carte, cette limite étant jugée en général à 0.5 mm (ce qui correspond par exemple à 12.5 m pour une carte au 1/25 000<sup>ième</sup>).

**Ecosystème** : ensemble d'un milieu naturel et des organismes qui y vivent. L'écosystème est l'unité fonctionnelle de base en écologie, puisqu'elle inclut à la fois les êtres vivants et le milieu dans lequel ils vivent, avec toutes les interactions entre le milieu et les organismes.

**Élément topographique** : objet ou élément concret, fixe et durable, existant à un moment donné à la surface du sol, éventuellement dans le sous-sol.

**Equifinalité** : existence de multiples jeux de paramètres acceptables pour une série de données expérimentales.

**Equivalent-habitant** : quantité de pollution engendrée quotidiennement par un habitant (en terme de matières en suspension, de matière organique, de matière azotée et de matière phosphorée).

**Eutrophisation** : phénomène correspondant à un enrichissement en sels nutritifs (azote et phosphore) des baies, lagunes, lacs et rivières dû aux rejets générés par les activités anthropiques.

**Exactitude** : relation entre une mesure et la réalité qu'elle se propose de représenter.

**Exutoire** : point à partir duquel on définit du bassin versant amont et par où s'écoule l'eau interceptée par le bassin correspondant.

**Facteur** : ensemble regroupant les variables d'entrée, les variables d'état et les caractéristiques physiques du bassin qui conditionne la variabilité spatio-temporelle des processus, leur importance et leurs interactions.

**Flux** : masse d'un élément par unité de temps qui transite en un point donné de la rivière.

**Fonction de production** : en hydrologie, passage de la pluie précipitée à la lame ruisselée qui génère la crue.

**Fonction de transfert** : opérateur hydrologique permettant le passage de la lame ruisselée au débit à l'exutoire.

**Géomatique** : ensemble de techniques de traitement informatique des données géographiques dont certaines peuvent provenir de la télédétection.

**Géomorphologie** : science qui a pour but d'expliquer les formes du relief, leurs genèses, leur évolution dans le temps et leurs relations dans l'espace.

**HRU (Hydrologic Response Unit)** : portion du bassin qui présente une homogénéité en terme de fonctionnement hydrologique.

**Hydrogramme** : courbe continue de variation du débit d'un cours d'eau (obtenue par exemple à l'aide d'un appareil hydrographique).

**Hydrographie** : partie de la topographie constituée par l'ensemble des eaux réparties à la surface de la terre, sous forme liquide ou solide, éventuellement dans le sous-sol, de façon permanente ou temporaire.

**Hydrologie** : discipline scientifique portant sur l'étude du cycle de l'eau : précipitations, écoulements ou infiltrations, évolution des réserves en eau et évaporation.

**Image satellitale** : image issue de données enregistrées par un capteur non photographique à bord d'un satellite.

**Limnimètre** : dans sa forme la plus simple, règle graduée plantée dans le lit du cours d'eau. Il existe aussi des limnimètres enregistreurs ou le niveau est indiqué périodiquement par l'intermédiaire d'un flotteur; si le mouvement en est constamment enregistré sur un graphique, c'est un limnigraphe.

**MNT (Modèle Numérique de Terrain)** : représentation numérique d'une surface géographique avec des coordonnées (x,y,z) qui peuvent être ordonnées de différentes façons selon la méthode de modélisation employée (raster, TIN, etc.).

**Modèle** : représentation simplifiée d'un système ou chaque processus est représenté par une relation mathématique.

**Paramètre** : grandeur mesurable (humidité, pente) ou grandeur abstraite (capacité d'un réservoir conceptuel).

**Parcimonie** : qualité d'un modèle liée au faible nombre de paramètres utilisés.

**Pixel** : contraction de "picture element", la plus petite unité d'une information contenue dans une représentation maillée de l'espace .

**Pluviographe** : pluviomètre qui enregistre automatiquement la hauteur des précipitations cumulées en fonction du temps.

**Pluviomètre** : instrument qui sert à mesurer la hauteur de pluie précipitée en un lieu et à un moment donné.

**Pollutogramme** : courbe continue de variation de la concentration d'un polluant chimique dans un cours d'eau.

**Polygone** : figure graphique élémentaire représentant une surface sur une carte.

**Précision** : sens premier de degré d'exactitude entre la mesure et la réalité qui est représentée ; par exemple, qualité de la mesure du positionnement géographique d'un point au sol (précision planimétrique) et de son altitude (précision altimétrique) ; dans un second sens, degré de détail dans le stockage ou la manipulation d'une information. A noter que l'on peut définir une valeur précisément mais de manière inexacte : par exemple, une valeur d'altitude donnée en cm pour une incertitude sur la valeur de quelques mètres.

**Processus** : changement dans le temps de matière, d'énergie ou d'informations.

**Raster** : format de données géographiques représentées sous forme de matrice de pixels.

**Rasterisation** : opération qui consiste à passer de la représentation vecteur d'une information à une représentation sous forme de matrice de pixels. Opération inverse de la vectorisation.

**REA (Representative Element Area)** : unité élémentaire du bassin dont la taille permet une variabilité intra-élément négligeable par rapport à la variabilité inter-élément en terme de caractéristiques physiques (occupation du sol, pédologie, ...).

**Relation** : équation mathématique utilisée dans un modèle pour représenter un processus du système (relation de conservation de la masse , de la quantité de mouvement).

**Réseau de drainage** : chemin suivi par l'eau pour atteindre l'exutoire.

**Réseau hydrographique** : ensemble des canaux de drainage naturels où s'écoulent les eaux provenant du ruissellement ou restituées par les nappes souterraines soit sous forme de sources, soit par restitution continue le long du lit du cours d'eau [Roche 1963].

**Résolution** : plus petite distance entre deux éléments dans une image qui puissent être distingués ; équivalent à la taille du plus petit élément visible dans une image. Ce terme est utilisé par extension et de manière abusive pour un MNT, sans aucune garantie de pouvoir séparateur : on distingue la résolution planimétrique ou spatiale, relative à la position planimétrique des points, et la résolution altimétrique relative à l'unité de mesure de l'altitude des points.

**RGA** : recensement général agricole qui vise à déterminer les caractéristiques sociales et techniques de la profession agricole.

**Satellite d'observation de la Terre** (ou de télédétection) : type de satellite développé à des fins civiles ou militaires, munis d'un ou de plusieurs capteurs permettant de photographier la Terre ou de mesurer des paramètres physiques et biologiques de la planète.

**SIG (Système d'Information Géographique)** : ensemble d'outils pour collecter, stocker, récupérer, modifier et représenter des données spatiales de notre environnement au sens large.

**SIRS (Système d'Information à référence spatiale)** : système d'information qui intègre à la fois un SIG au sens d'outil mais aussi les moyens et les ressources humaines nécessaires à l'utilisation de la base d'information.

**Surface drainée** : surface du bassin située en amont d'un point du cours d'eau.

**Système** : structure organisée en plusieurs composants distincts mais interdépendants qui associe à toute cause un effet.

**Talweg** (ou thalweg) : ligne qui relie les points les plus bas d'une vallée. Correspond donc au fond de vallée mais qui n'est pas nécessairement occupé par un cours d'eau.

**Télédétection** : ensemble de techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci.

**TIN** : en anglais « Triangulated Irregular Network ». Système de représentation du terrain sous forme de facettes triangulaires reliant des points d'altitude connue.

**Variable** : grandeur mesurable du système qui évolue au cours du temps. On différencie les variables d'état qui caractérisent l'état du système (température du sol, teneur en oxygène dissous dans la rivière, ...), les variables d'entrée qui comprennent à la fois les variables atmosphériques et les apports de matière (azote, pesticides, ...), les variables de sortie qui caractérisent les sorties du système (de matière : eaux, nutriments, ... ou d'énergie). Le terme de variable de forçage est préféré au terme de variable d'entrée pour les variables atmosphériques.

**Vecteur** : type de format où les données spatiales sont définies par des points, des lignes et des polygones.

**Vectorisation** : opération qui consiste à passer des données numériques du format raster au format vecteur (ensembles de points, lignes et polygones). L'opération inverse est nommée rasterisation.



---

**Titre :** Modélisation distribuée des flux d'azote sur des petits bassins versants méditerranéens

---

**Résumé**

Un modèle d'exportation d'azote a été développé pour fournir un outil opérationnel d'estimation des masses produites en contexte méditerranéen. Le modèle, dénommé POL, est de type conceptuel distribué. Il repose sur un découpage du bassin en unités de production (les sous-bassins versants) dont le flux est contrôlé par un paramètre F et en unités de transport (les biefs de rivières) qui véhiculent les flux produits sur les sous-bassins. La dynamique des flux d'azote dans les biefs est contrôlée par un paramètre T. Les 2 paramètres F et T du modèle POL sont définis globalement sur le bassin. Les flux générés sur les sous-bassins versants dépendent également du stock d'azote potentiellement mobilisable lors d'un épisode de pluie. On suppose que cette grandeur conceptuelle est liée à l'occupation du sol et aux pratiques culturales. Le modèle peut être utilisé en mode événementiel ou en mode continu.

La sensibilité des réponses du modèle événementiel aux valeurs des paramètres est tout d'abord analysée sur un bassin élémentaire. Le modèle POL est ensuite appliqué sur 4 bassins versants d'une cinquantaine de km<sup>2</sup> situés dans l'Hérault (France).

Les résultats obtenus après la phase de calage et de vérification montrent la capacité du modèle événementiel à reproduire les flux d'azote générés lors des épisodes de crue. Le modèle utilisé en continu fournit une estimation des exportations d'azote avec un degré d'incertitude acceptable pour un premier diagnostic des apports annuels des bassins.

---

**Mots clés**

Modèle conceptuel, Flux d'azote, Contexte méditerranéen, Analyse de sensibilité, Calage, Vérification, Outil opérationnel.

---

**Title :** Distributed modelling of nitrogen loads on small Mediterranean catchments

---

**Abstract**

The POL model was developed to determine the nitrogen loads produced at the outlet of a catchment in Mediterranean climate. The model is based on a conceptual and distributed approach. The catchment is divided into subcatchments and river reaches. This delineation allows the distinction between nitrogen production function on subcatchment surfaces and nitrogen transport along the river reaches. The two parameters of POL model are defined for the whole catchment. The nitrogen storage defined for each subcatchment is function of land use and agricultural inputs. The model can be used for event-based or continuous simulations.

First of all, an elementary catchment is considered to run a sensitivity analysis on the event-based model. Then, the event-based model is applied on four catchments (43 km<sup>2</sup> to 67 km<sup>2</sup>) located in South of France.

The results obtained after calibration and verification of the event-based model show good agreement with nitrogen loads monitored during flood events. For continuous simulations, the uncertainty degree of model results is acceptable for a first step of annual nitrogen load diagnosis.

---

**Key-word**

Conceptual model, Nitrogen loads, Mediterranean climate, Sensitivity analysis, Calibration, Verification, Operational tool

---

**Spécialité :** Sciences de l'eau

**Ecole doctorale :** Sciences de la Terre et de l'Eau

**Intitulé et adresse du laboratoire :** Unité Mixte de Recherche « Structures et Systèmes Spatiaux » Cemagref-ENGREF, 500, rue J. F. Breton 34093 Montpellier Cedex 5