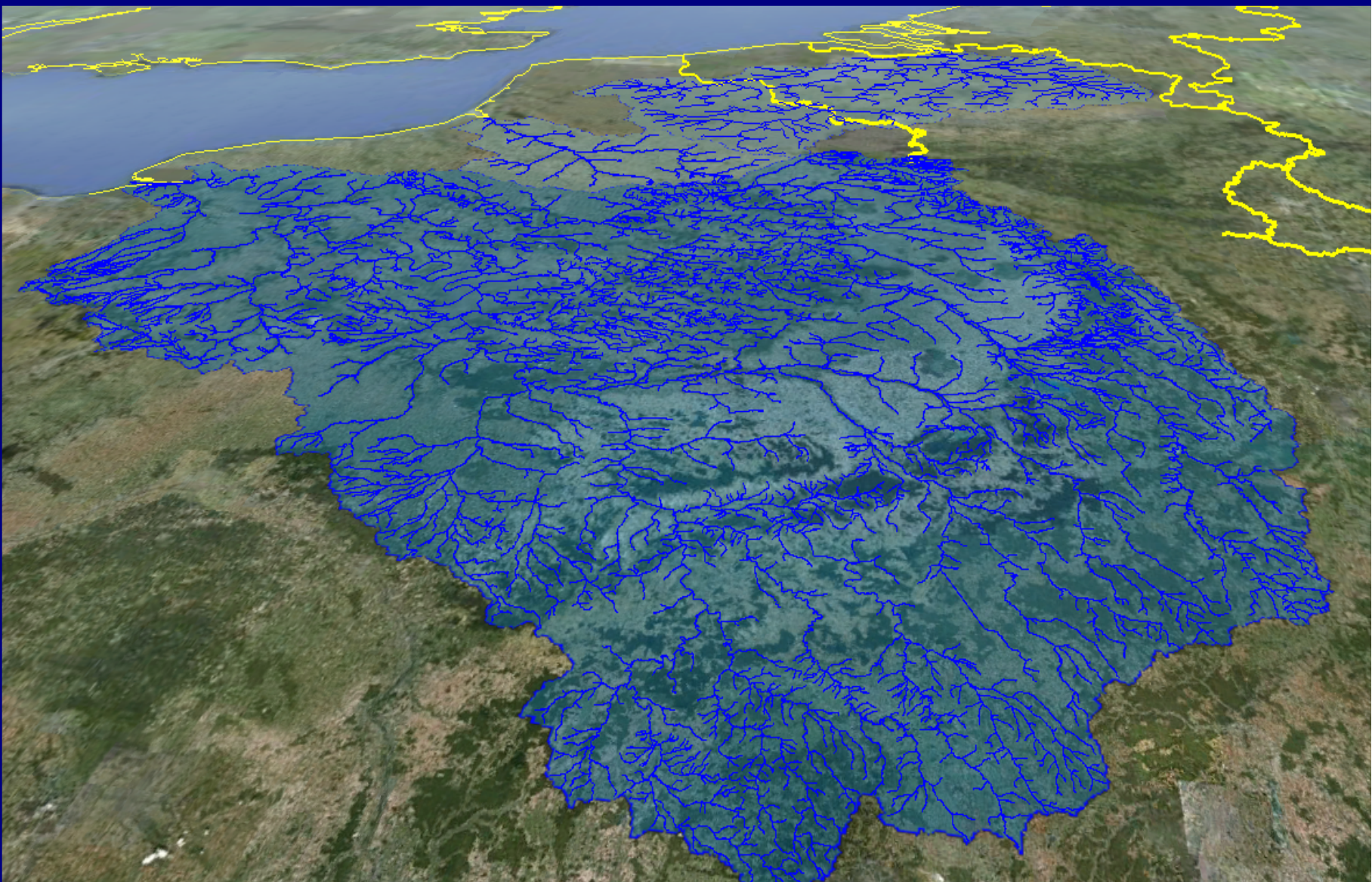


Passé, présent et devenir de la cascade de nutriments dans les bassins de la Seine, de la Somme et de l'Escaut

Paul Passy



Sous la codirection de Josette Garnier et Gilles Billen
4 décembre 2012

**Efflorescences
d'algues indésirables**



Ulva armoricana
sur les côtes bretonnes

**Efflorescences
d'algues indésirables**



Phaeocystis, à Ambleteuse



Phaeocystis, sur les côtes belges

**Efflorescences
d'algues indésirables**



Dinoflagellés, large du Québec

Nuisibles pour
l'économie touristique



Plages interdites aux activités
touristiques en Bretagne



De 500 000 à 1 500 000 € de
ramassage et de traitement

Nuisibles pour l'économie touristique



Des touristes indisposés par une *Marée verte* en Chine

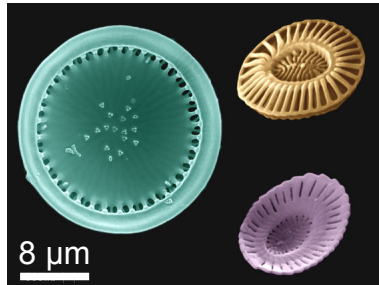


Plages rendues dangereuses fermées en Louisiane

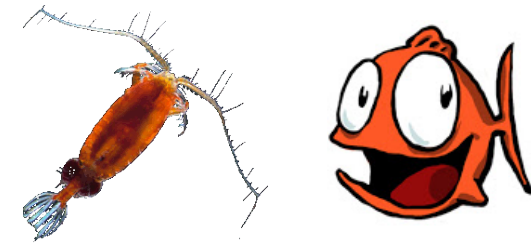
Nuisibles pour la biodiversité et la pêche

2 types (principaux) d'algues

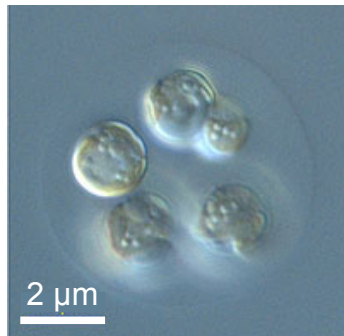
Algues siliceuses
(*Diatomées*)



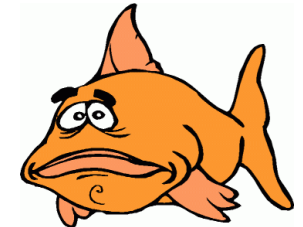
Facilement assimilables par la chaîne trophique supérieure



Algues non siliceuses
(*Phaeocystis*)



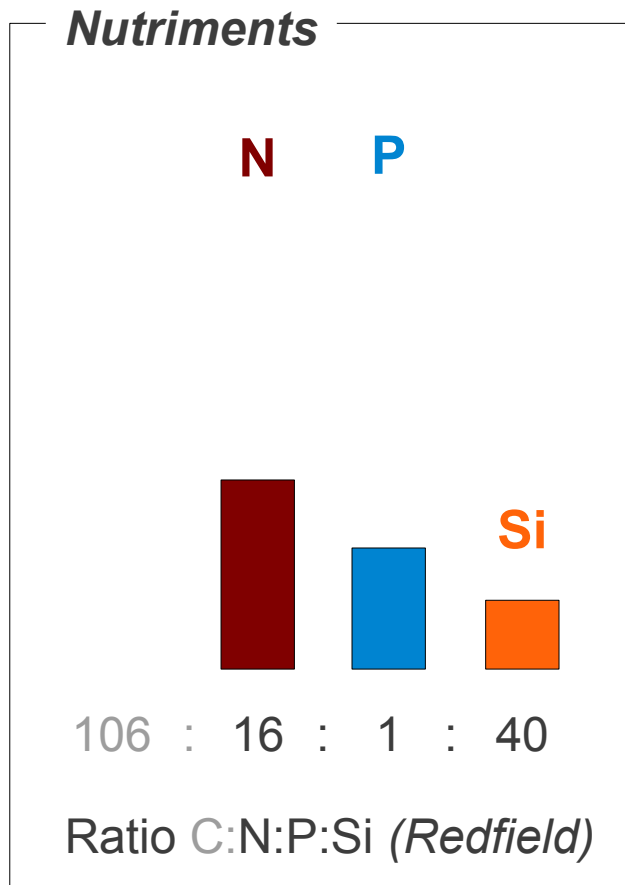
Organismes individuels trop petits et colonies trop grandes =
Difficilement assimilables par la chaîne trophique supérieure



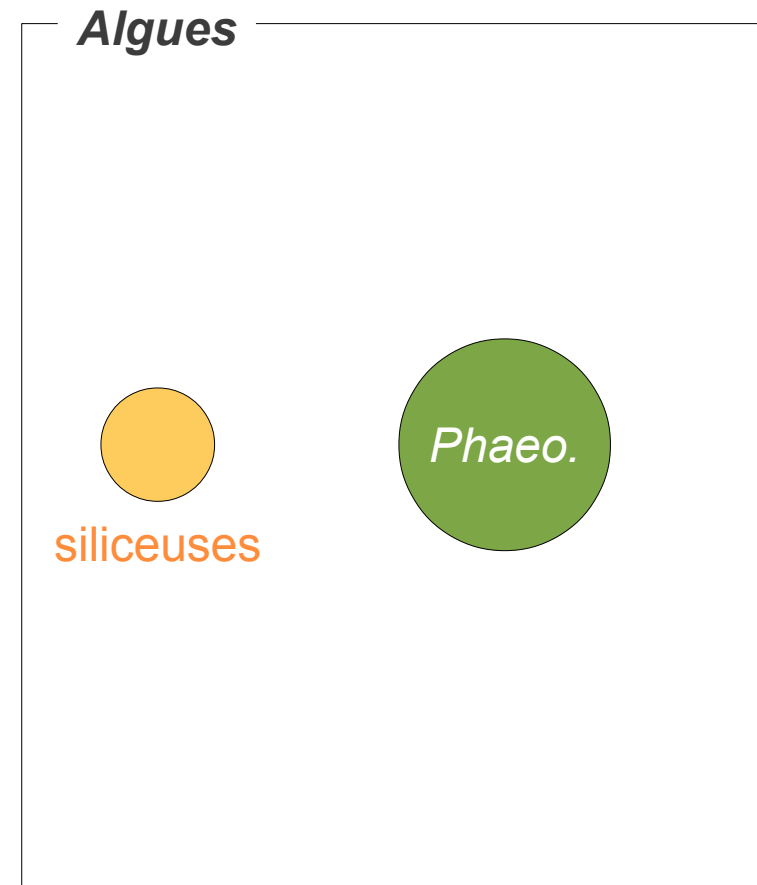
Développements algaux liés aux nutriments disponibles dans le milieu

Développements algaux

Équilibre théorique

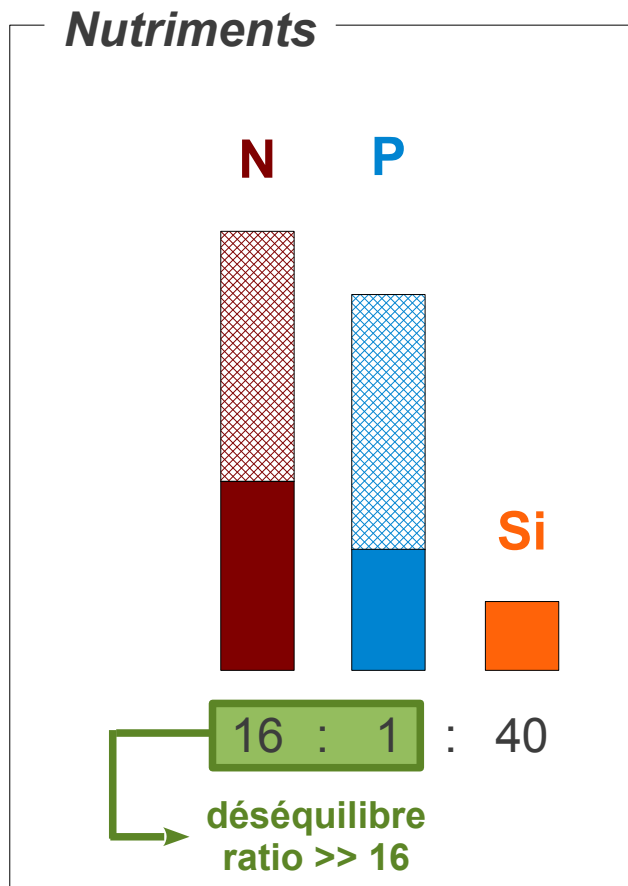


prélèvement



Développements algaux

Enrichissement du milieu
(par les activités humaines)



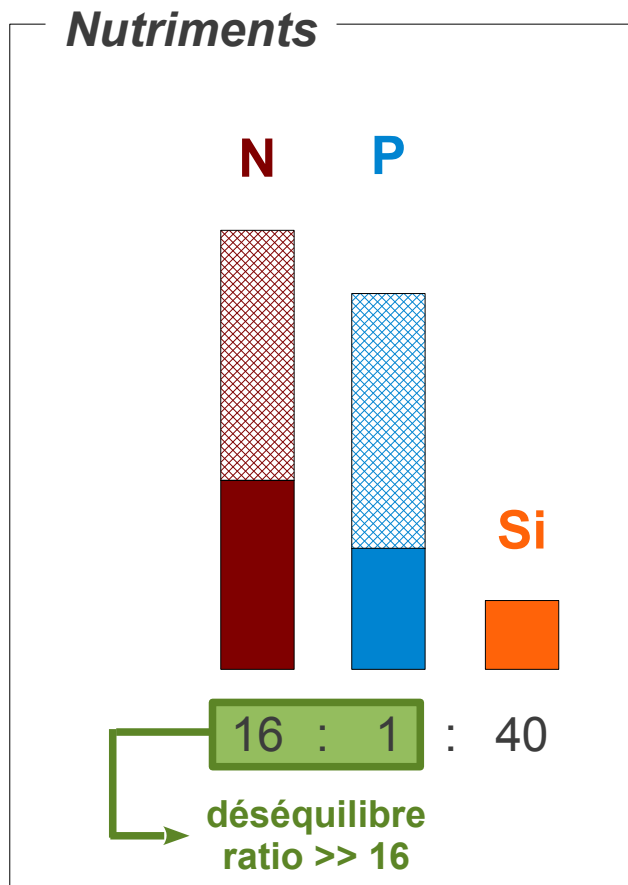
prélèvement

ratio C:N:P:(Si)

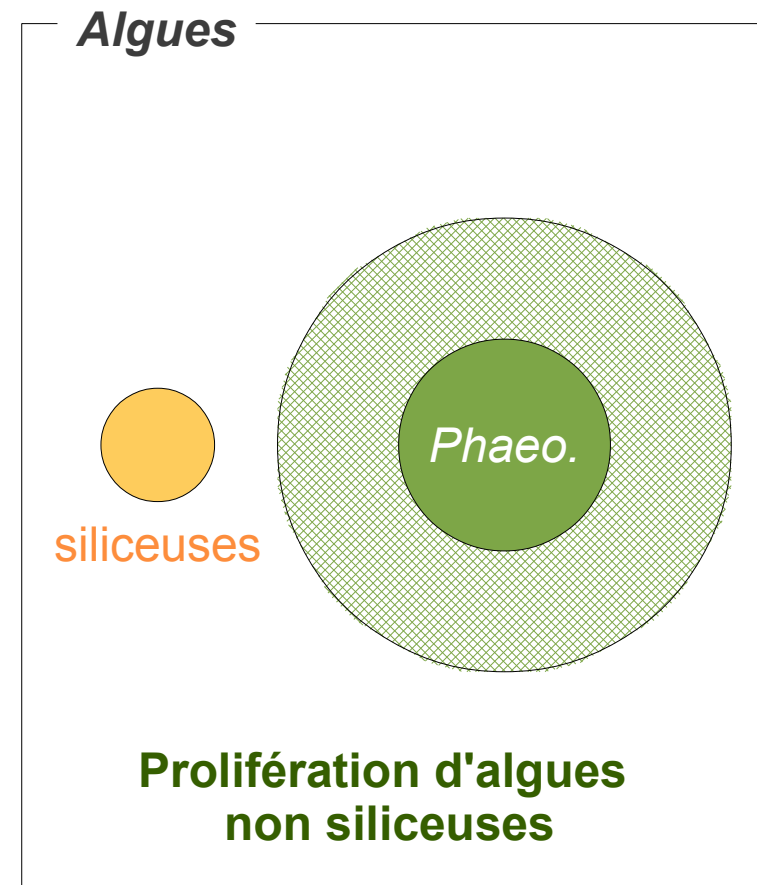


Développements algaux

Enrichissement du milieu
(par les activités humaines)



prélèvement
→
ratio C:N:P:(Si)



Objectif : tendre de nouveau vers l'équilibre

Nuisibles pour la biodiversité et la pêche

**N et P en excès par rapport à Si
à la zone côtière**

Accumulation
d'algues non siliceuses

Mortalité en masse

Matière organique abondante

Prolifération microbienne et bactérienne

Consommation de l'oxygène dissous

Hypoxie / Anoxie

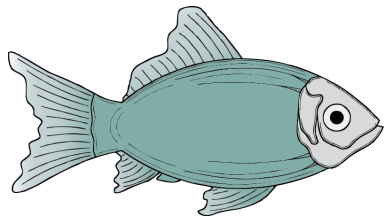




Tourisme

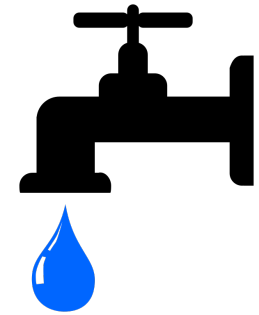


Agriculture

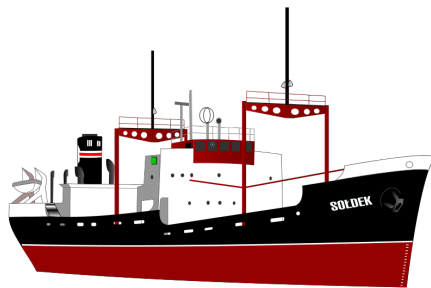


Écosystème

**De nombreuses interactions
entre de (très) nombreux acteurs
avec des enjeux conflictuels**



Adduction d'eau



Pêche



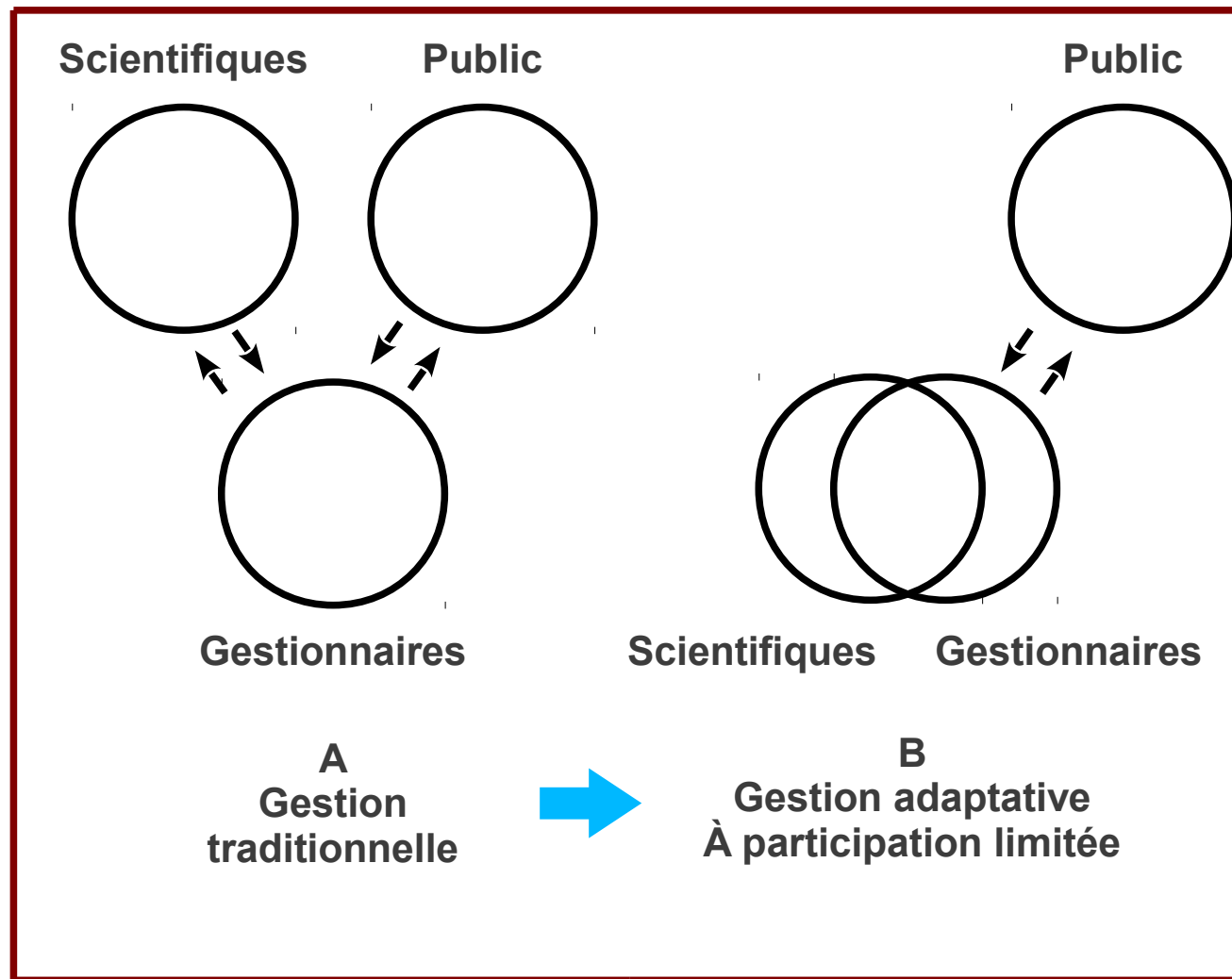
Épuration des eaux



Législation

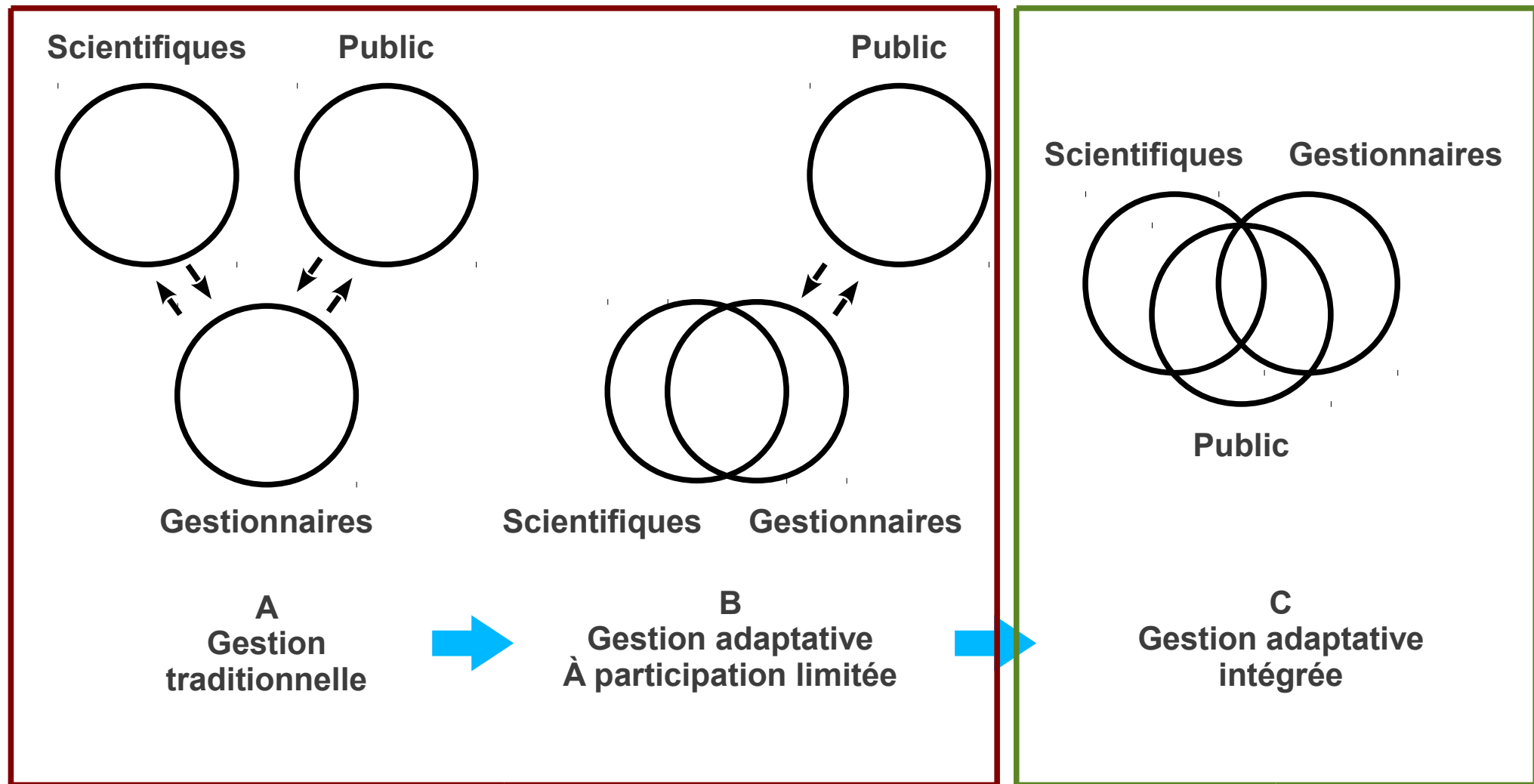
... et plus encore

« Mettre en relation des citoyens, des scientifiques et des gestionnaires pour améliorer la santé des eaux côtières européennes »



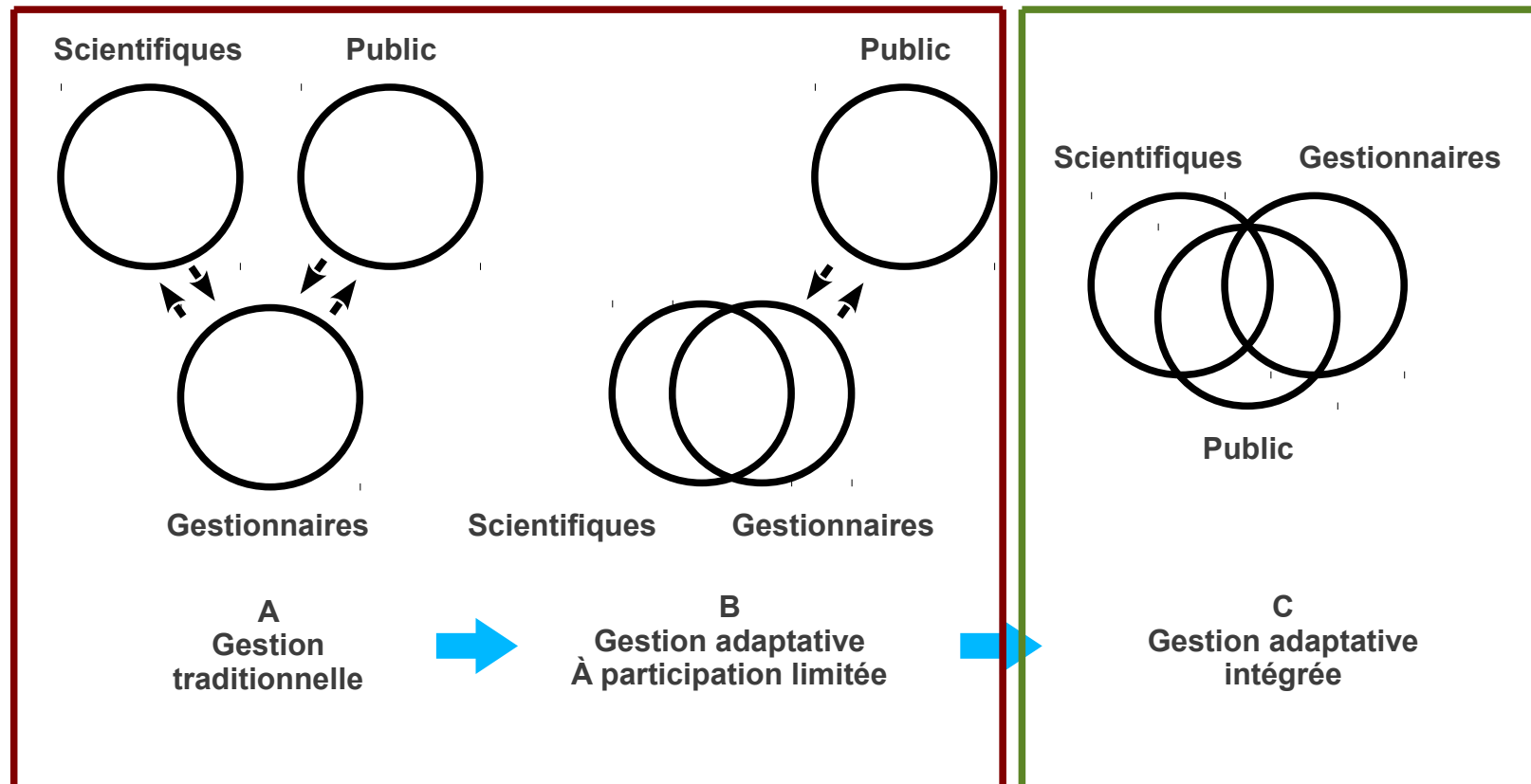
Les schémas d'interaction existants

« Mettre en relation des citoyens, des scientifiques et des gestionnaires pour améliorer la santé des eaux côtières européennes »



Les schémas d'interaction existants

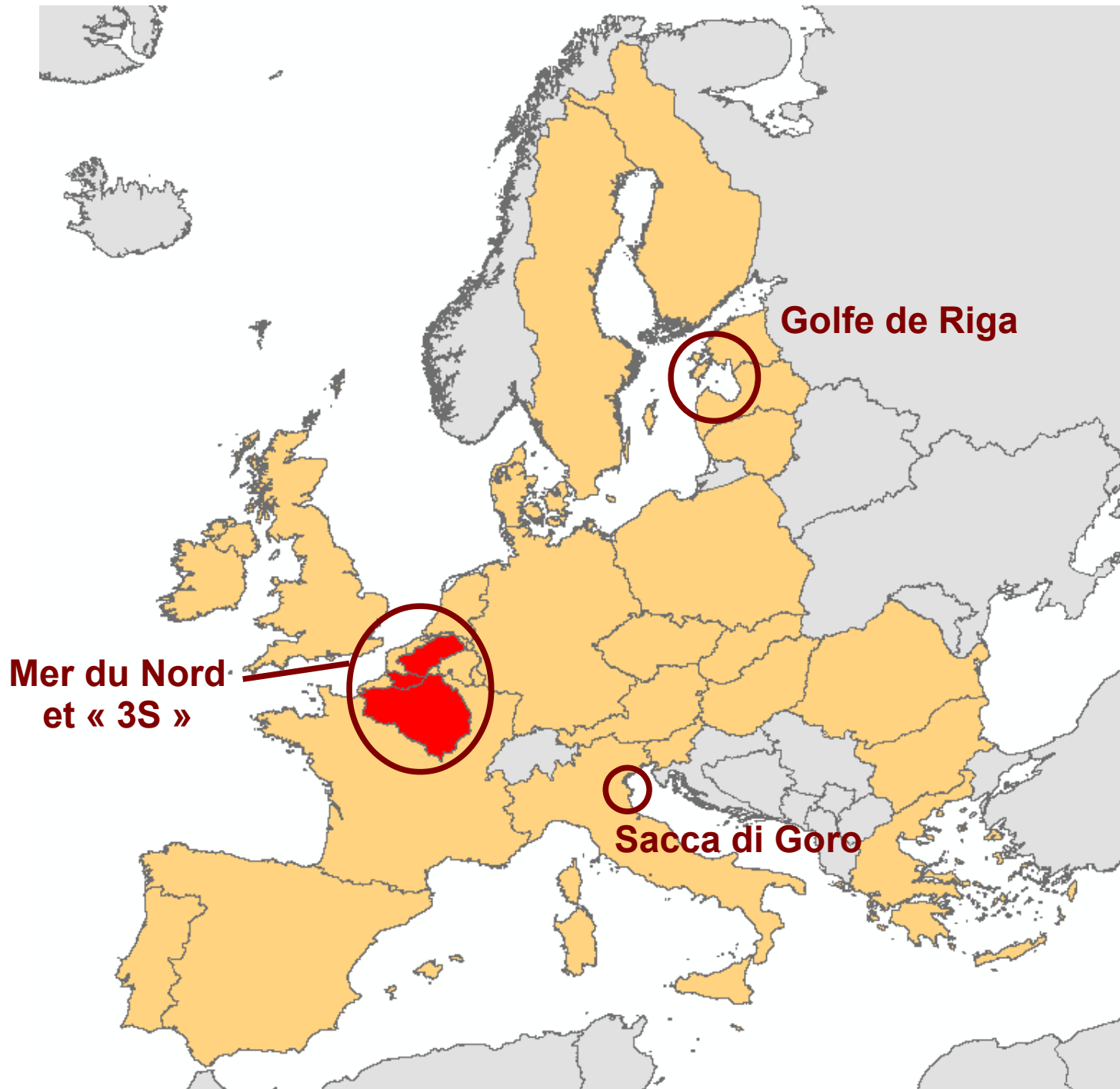
Schéma d'interaction plus efficace que vise le projet AWARE



Thèse effectuée au sein du projet AWARE

Rôle des scientifiques : *informer le public et construire les scénarios en vue de l'amélioration des hydrosystèmes côtiers*

Trois cas d'études



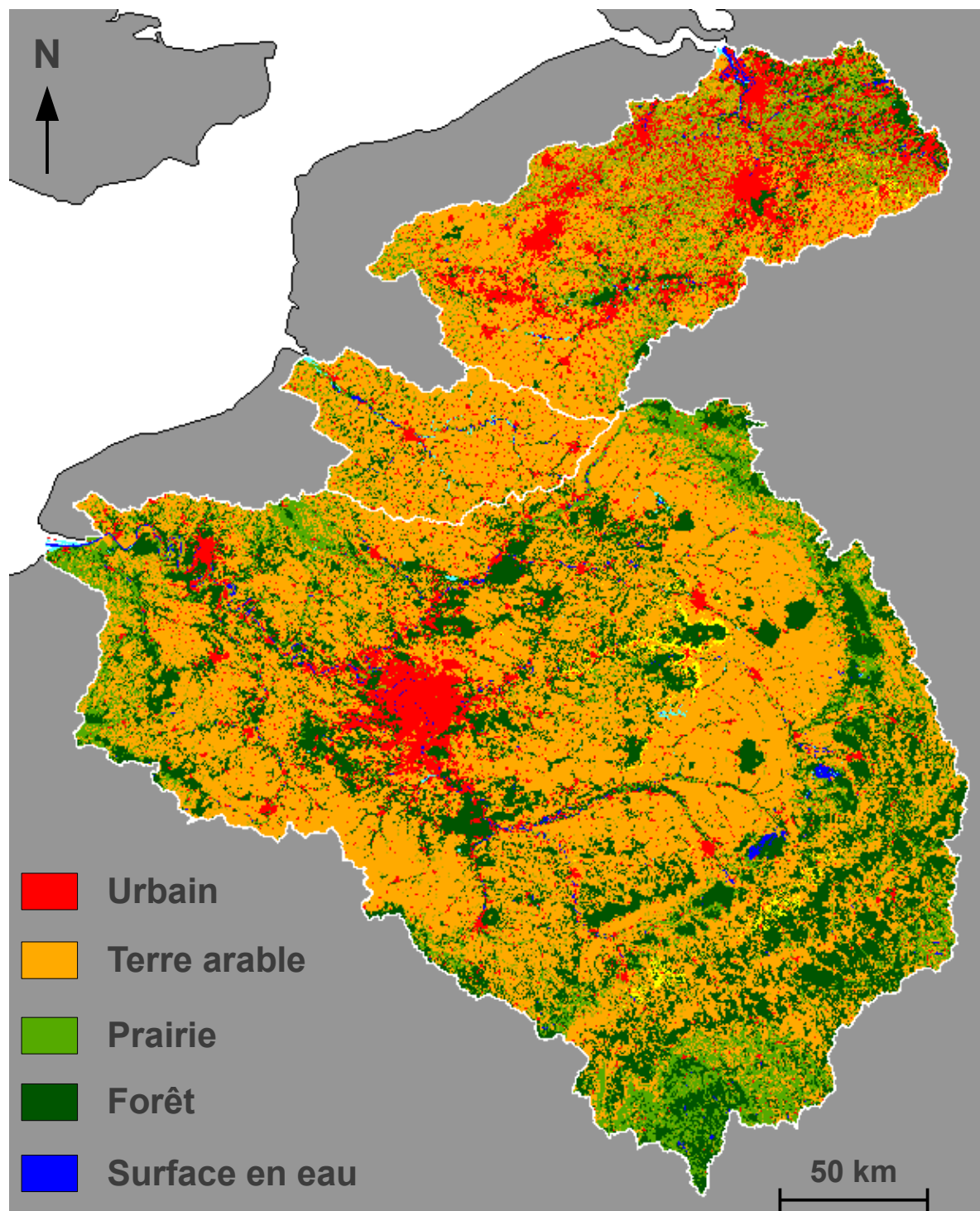


Superficies :

- Seine 76 265 km²
- Somme 6 200 km²
- Escaut 19 900 km²

Strahler à l'exutoire :

- Seine 7
- Somme 4
- Escaut 6

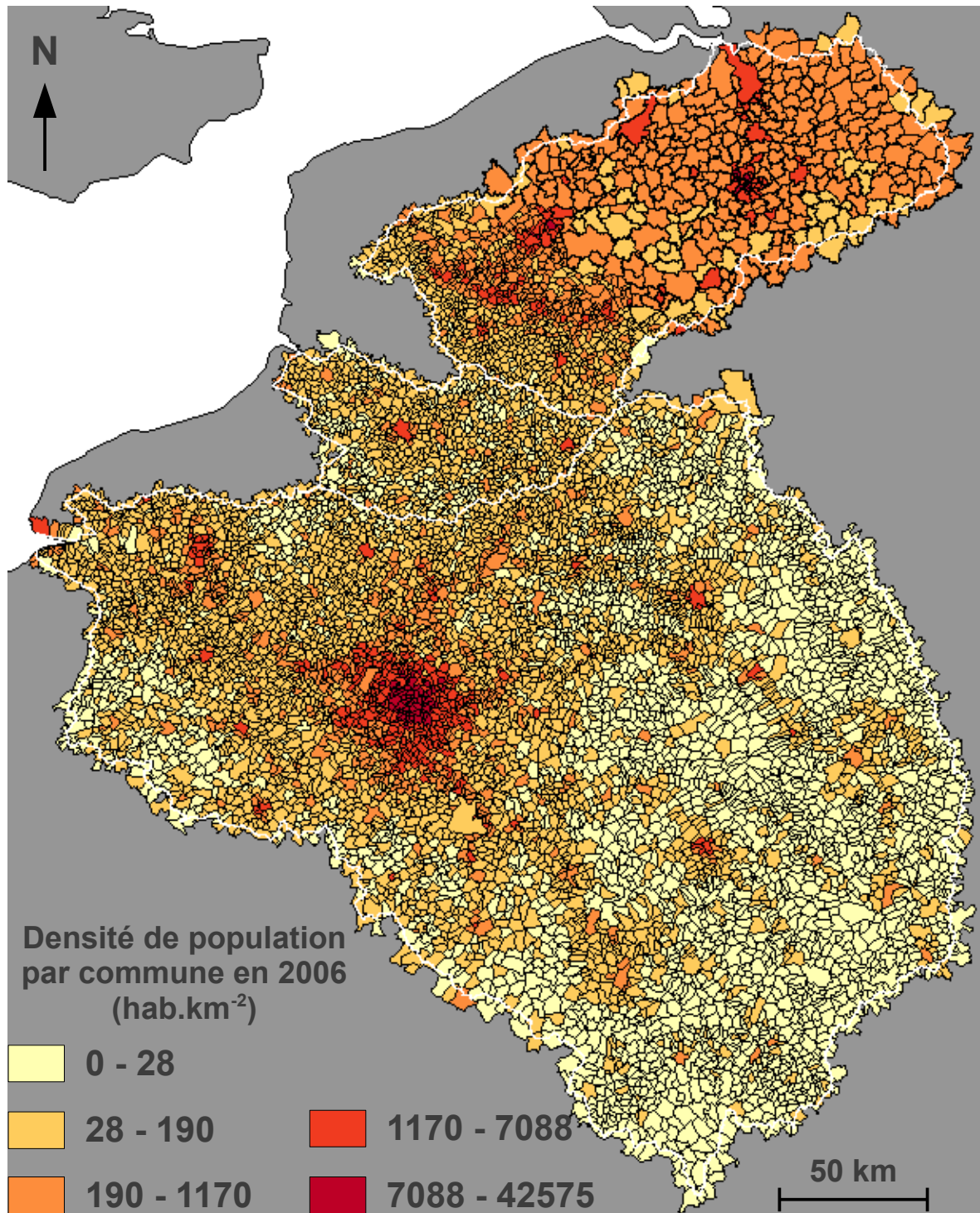


Usage du sol :

Escaut : plutôt urbain
avec élevage intensif

Somme : grandes
cultures

Seine : urbain au centre,
grandes cultures et
prairies et forêts sur les
marges



Escaut

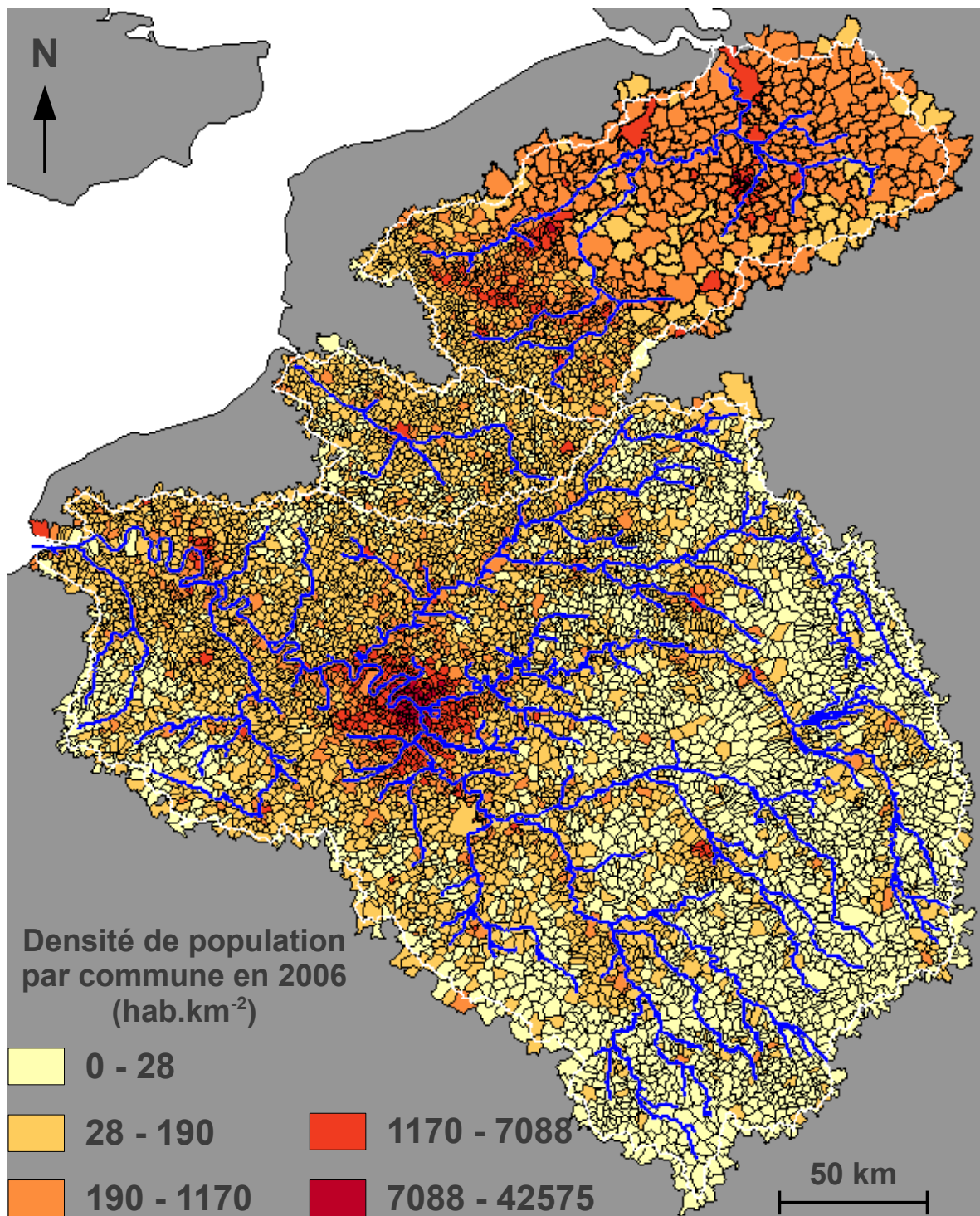
10 797 719 hab
545 hab.km⁻²

Somme

683 675 hab
110 hab.km⁻²

Seine

16 440 175 hab
215 hab.km⁻²



Escaut

10 797 719 hab
545 hab.km⁻²

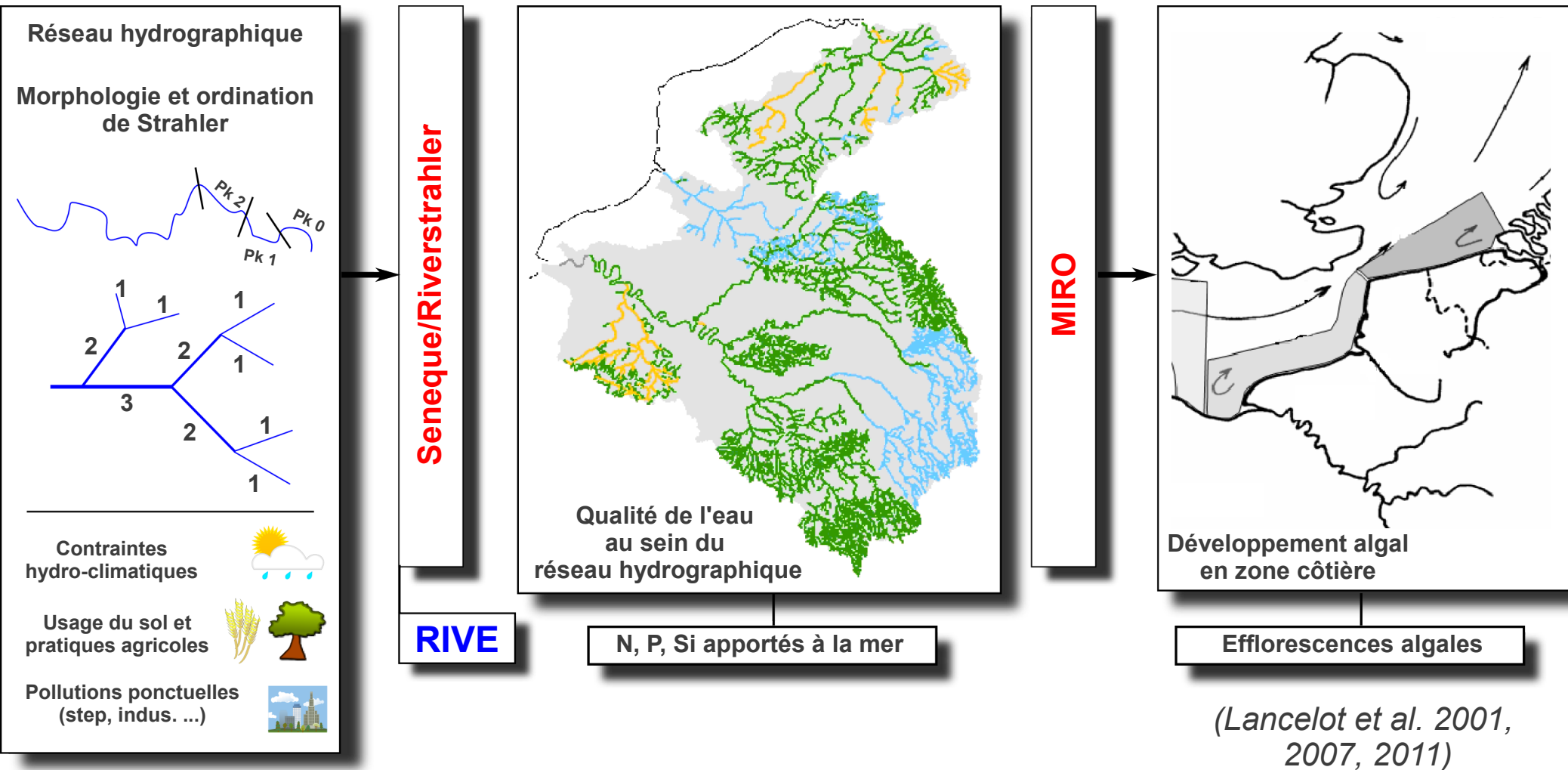
Somme

683 675 hab
110 hab.km⁻²

Seine

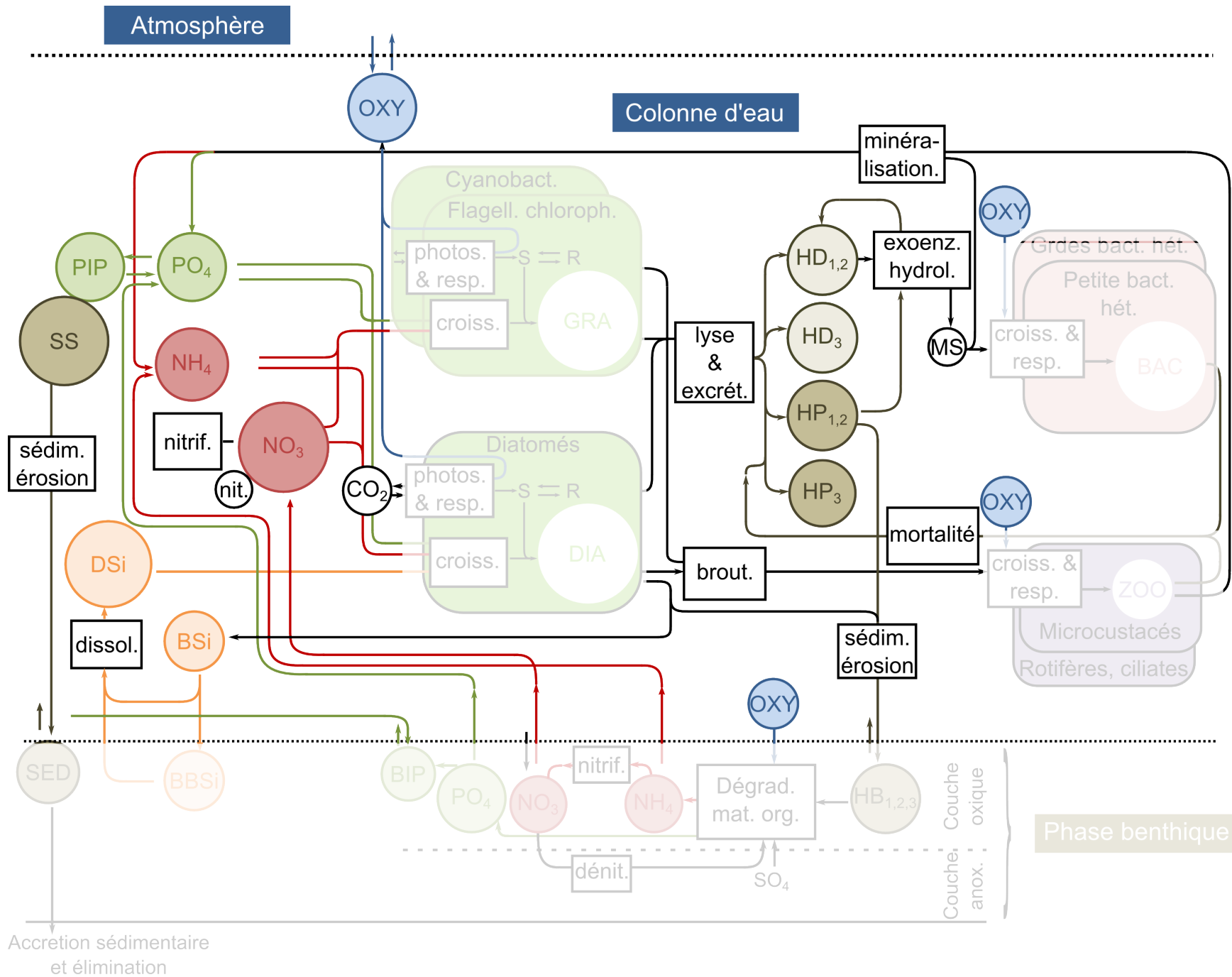
16 440 175 hab
215 hab.km⁻²

La chaîne de modélisation Seneque/Riverstrahler - MIRO

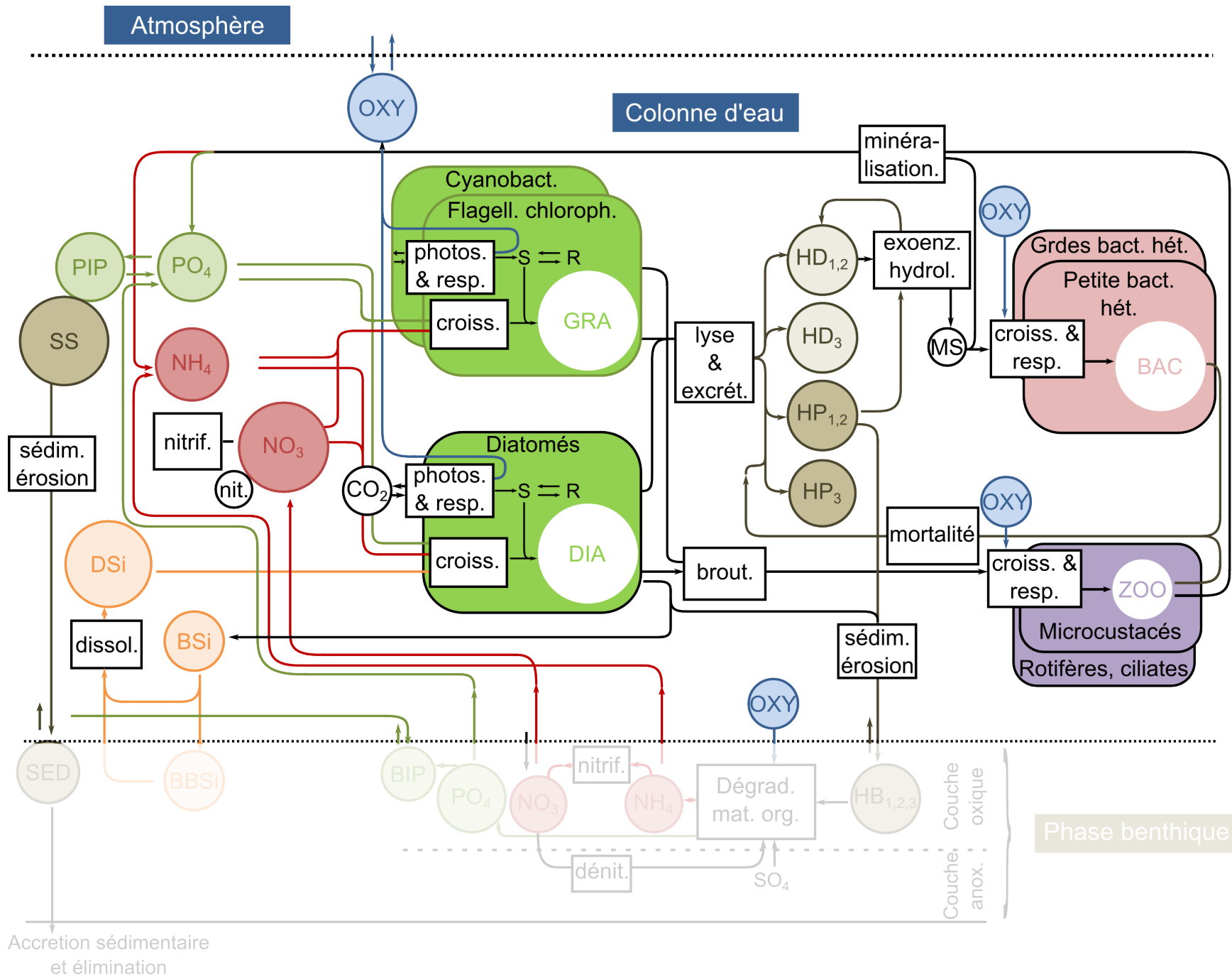


Modélisation du continuum aquatique terre - mer

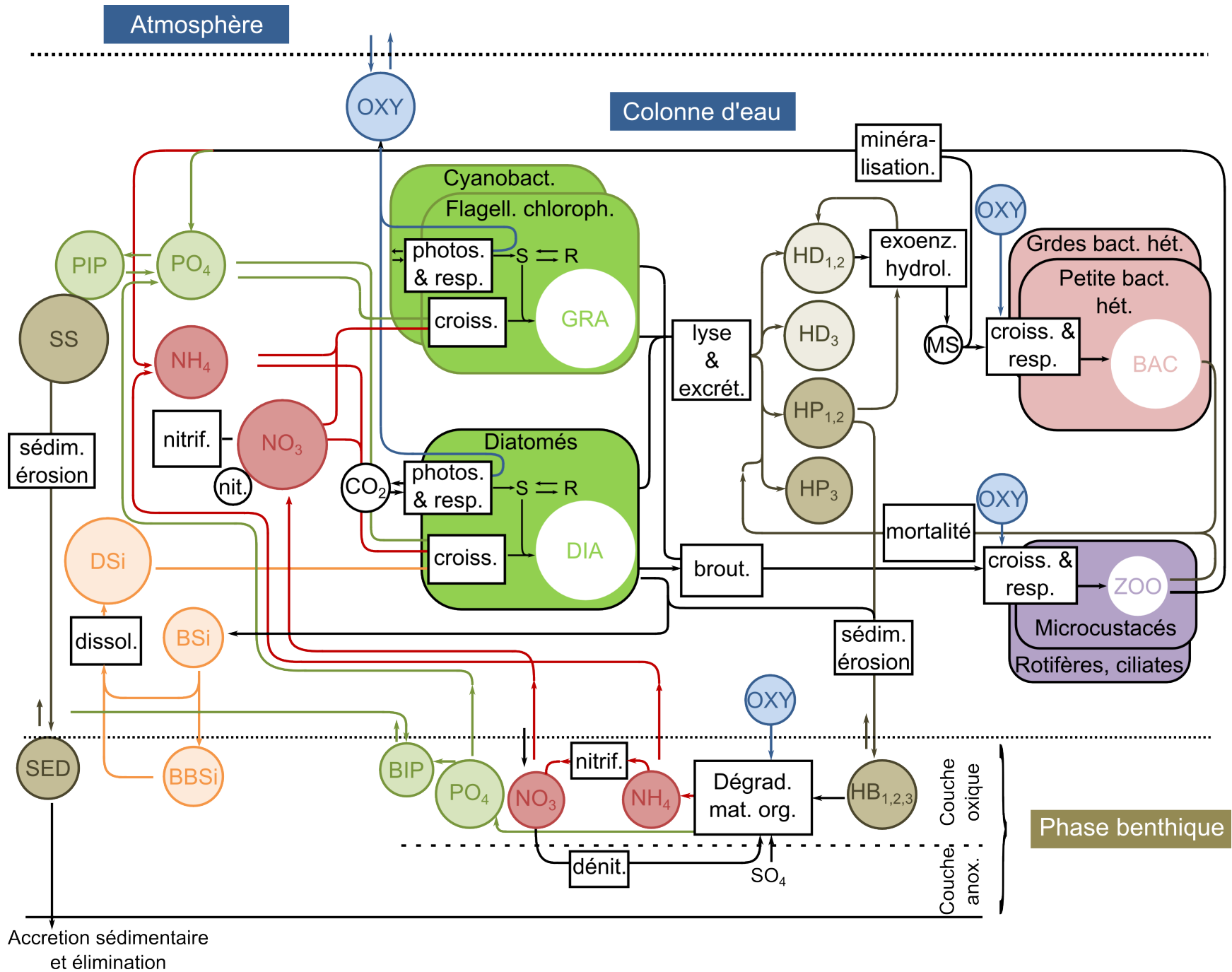
Le module RIVE - variables d'état



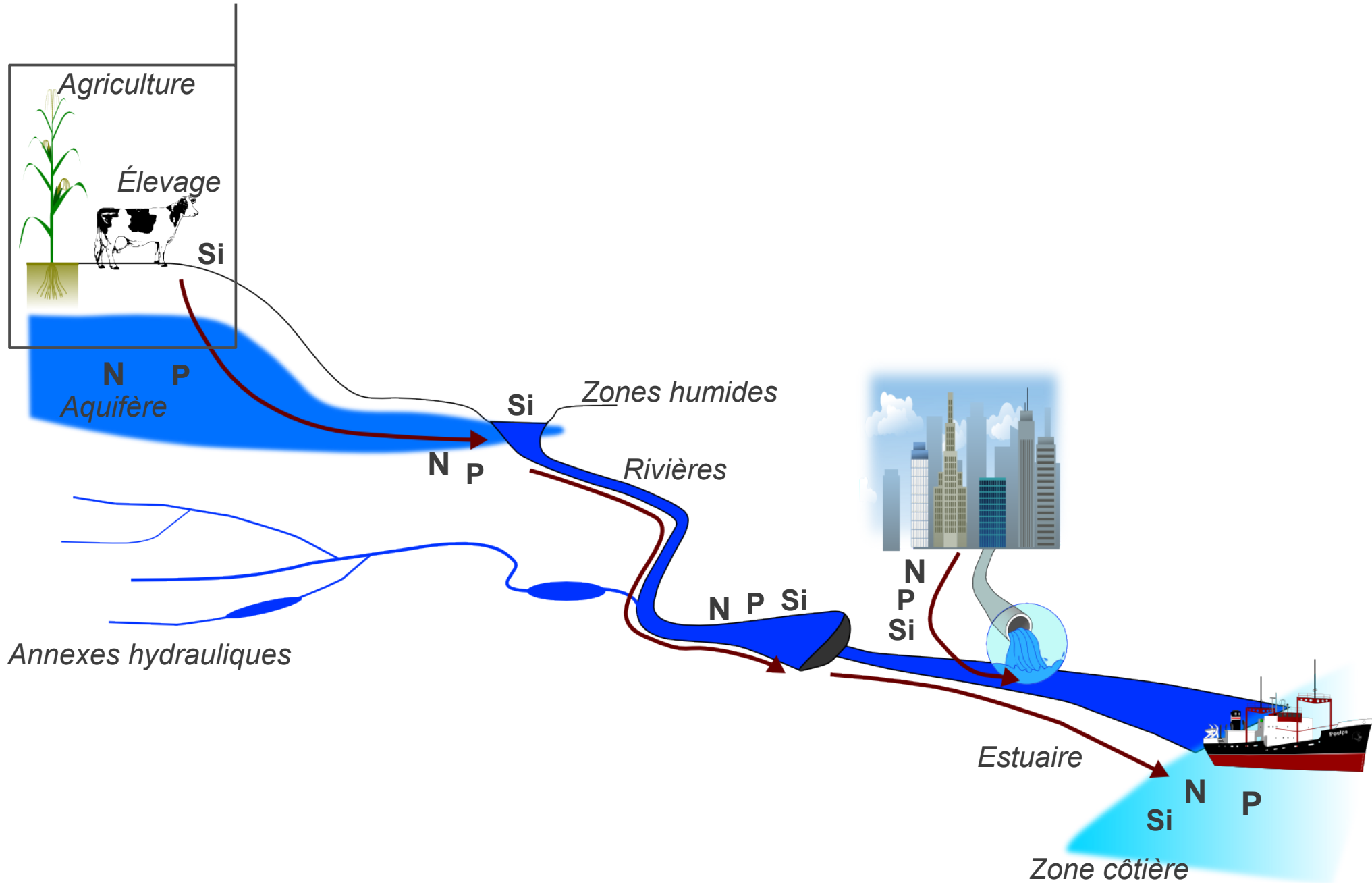
Le module RIVE - compartiments



Le module RIVE - phases

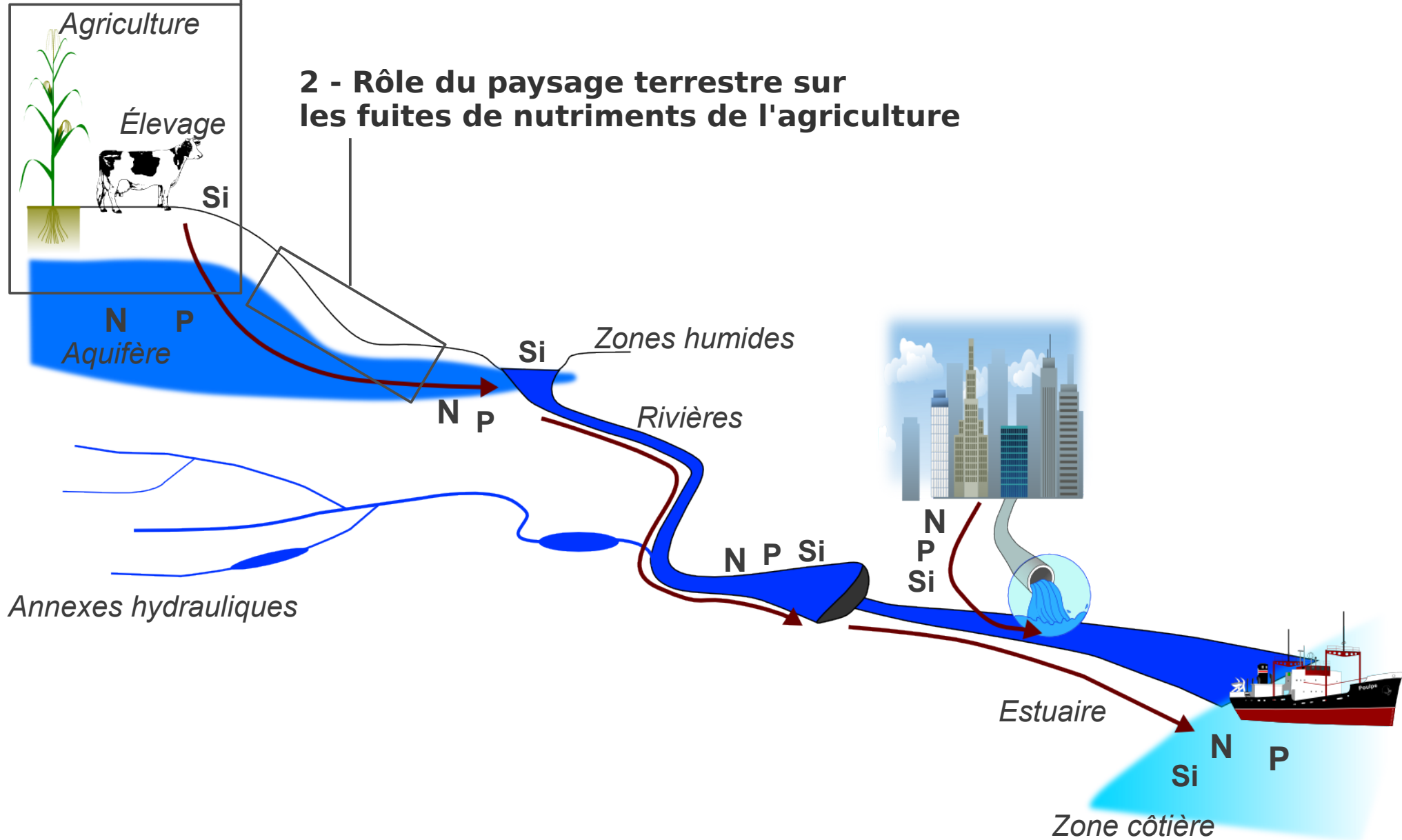


1 - Fuites de nutriments de l'agriculture



1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

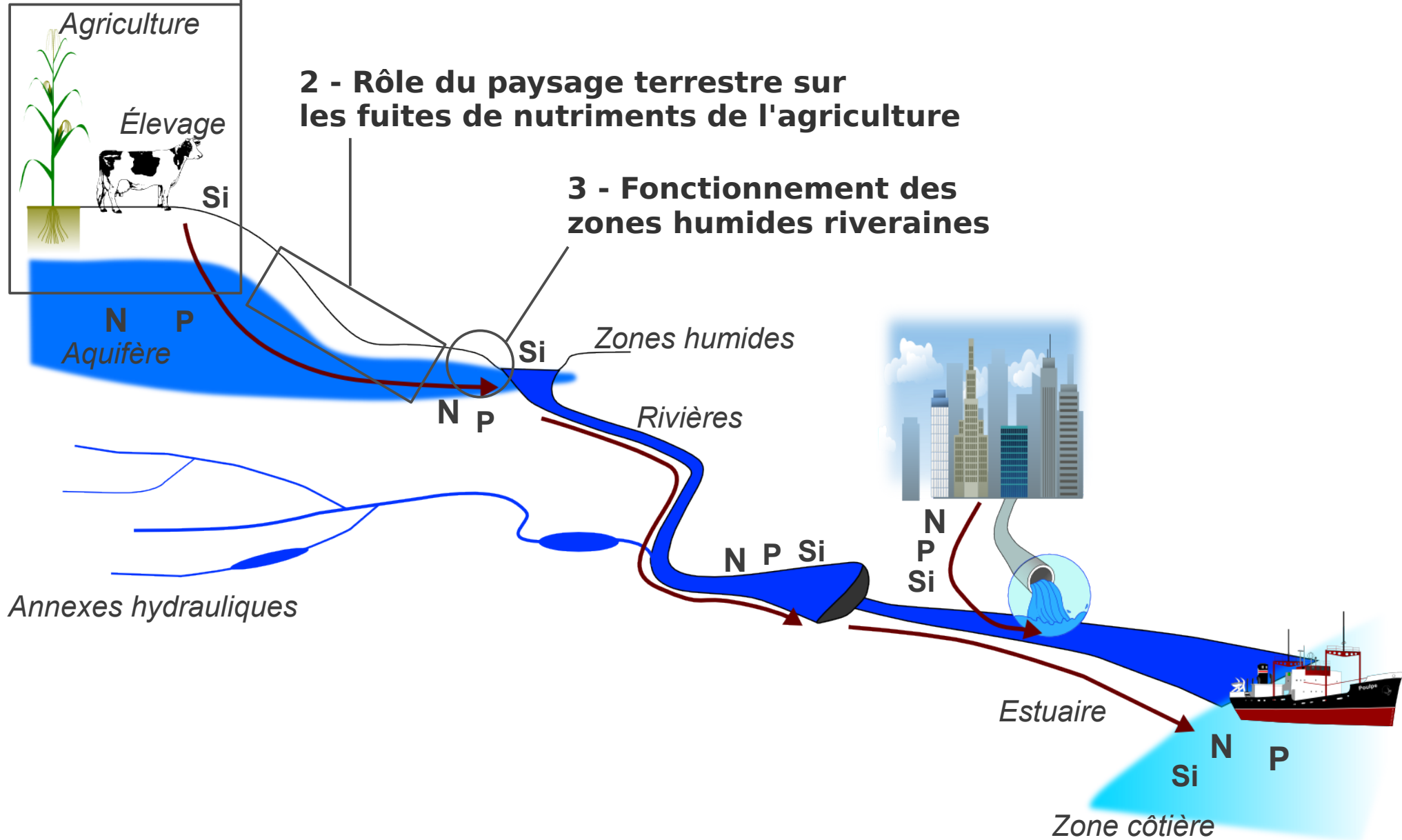
2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture



1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture

3 - Fonctionnement des zones humides riveraines

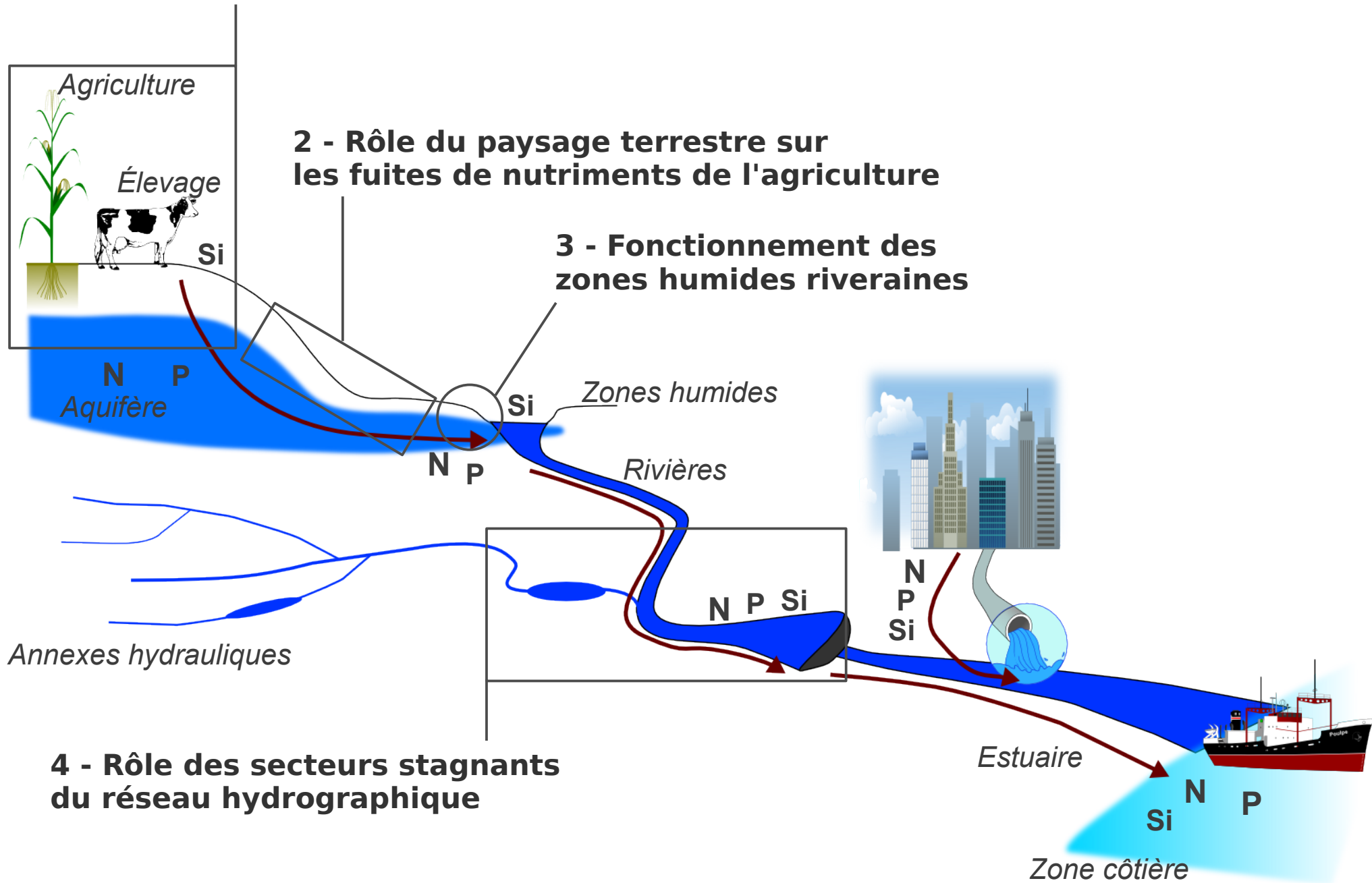


1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture

3 - Fonctionnement des zones humides riveraines

4 - Rôle des secteurs stagnants du réseau hydrographique

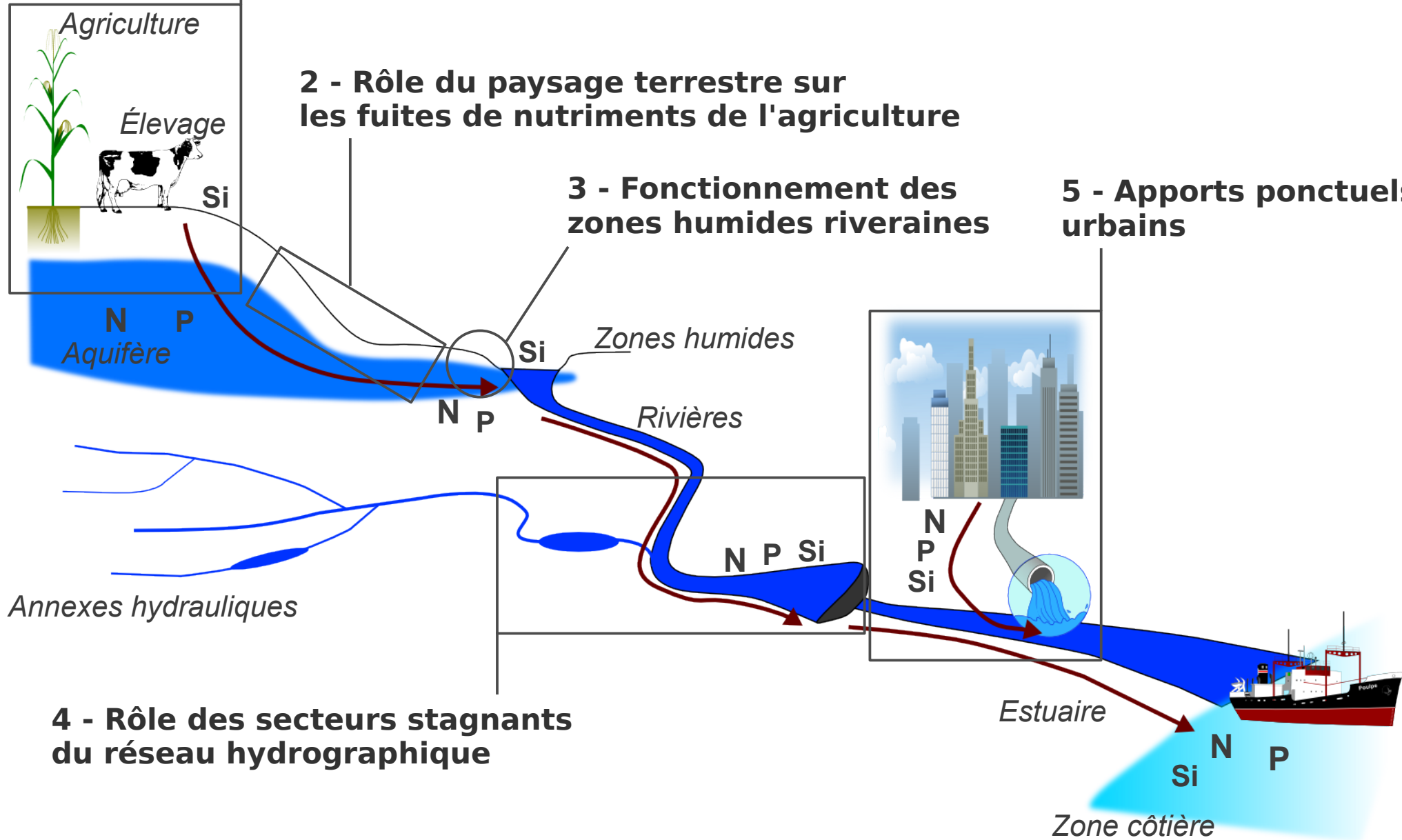


1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture

3 - Fonctionnement des zones humides riveraines

5 - Apports ponctuels urbains



1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

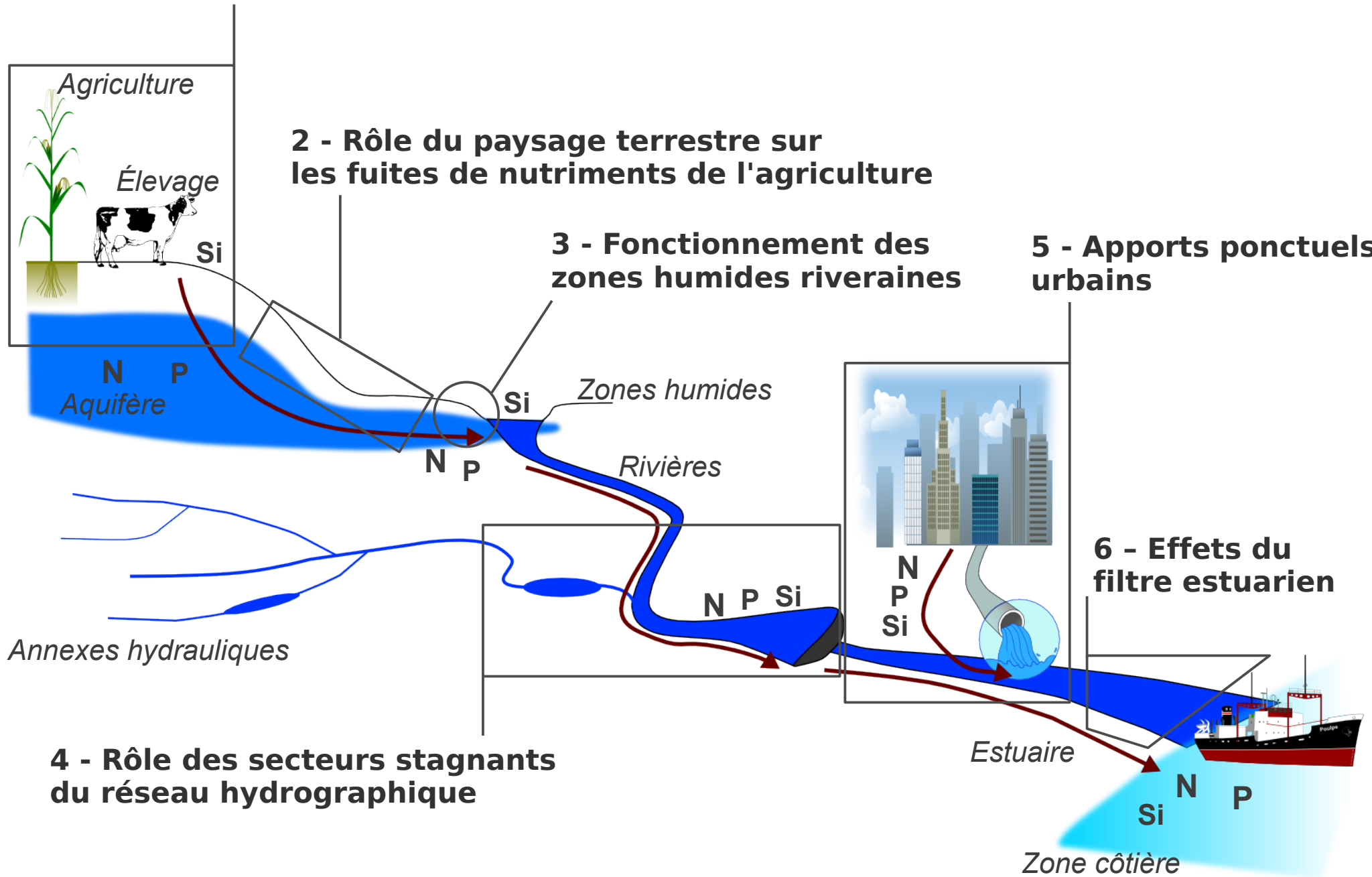
2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture

3 - Fonctionnement des zones humides riveraines

5 - Apports ponctuels urbains

6 - Effets du filtre estuarien

4 - Rôle des secteurs stagnants du réseau hydrographique



1 - Fuites de nutriments de l'agriculture

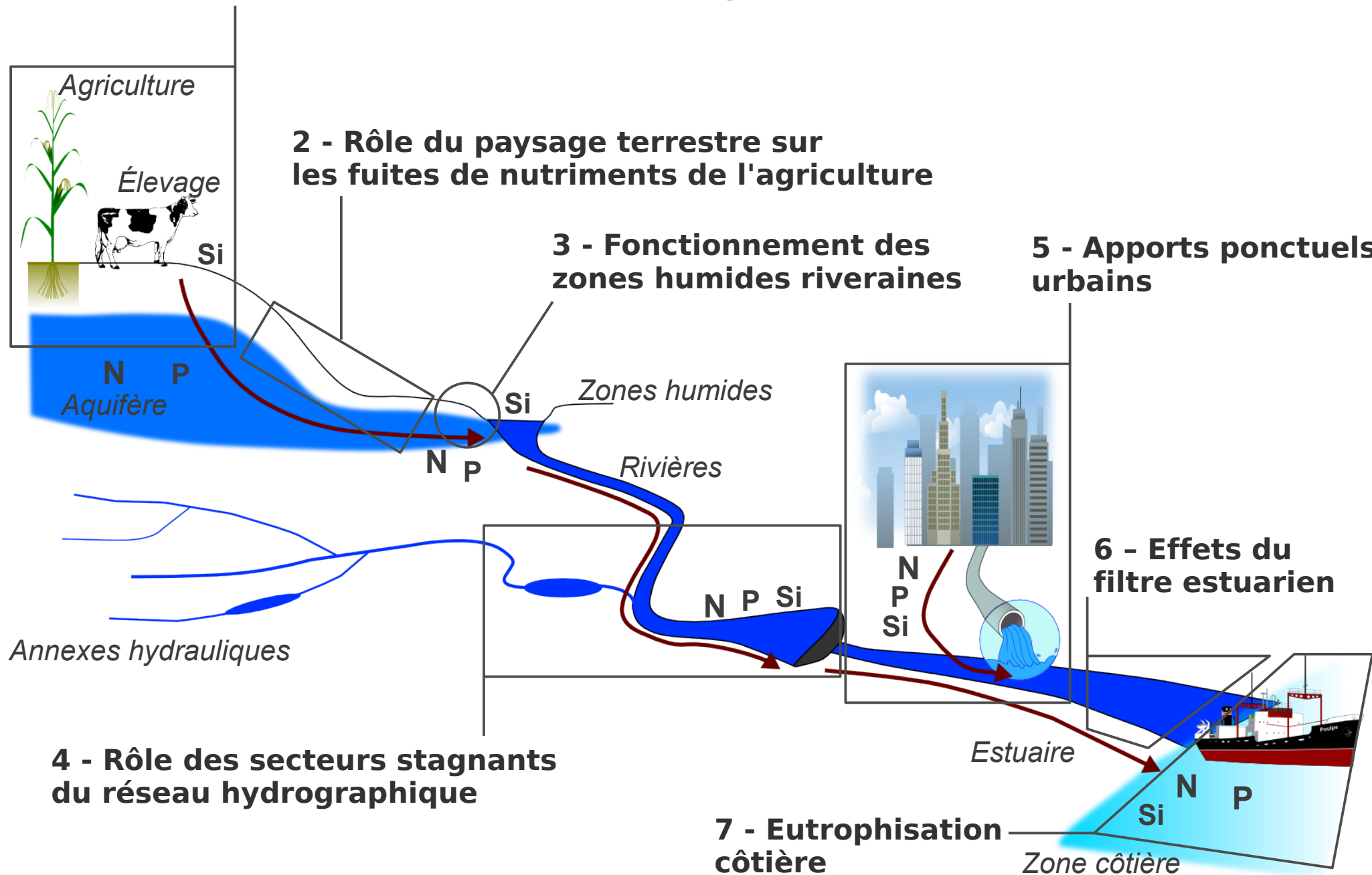
2 - Rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture

3 - Fonctionnement des zones humides riveraines

5 - Apports ponctuels urbains

6 - Effets du filtre estuarien

7 - Eutrophisation côtière



4 - Rôle des secteurs stagnants du réseau hydrographique

I - La situation présente au regard du passé, quelles évolutions en termes de pollutions diffuses et ponctuelles depuis 1984 ?

II - Quels rôles jouent les secteurs stagnants sur les flux de nutriments ?

III - Quels scénarios pour le futur ?

Conclusions générales et perspectives

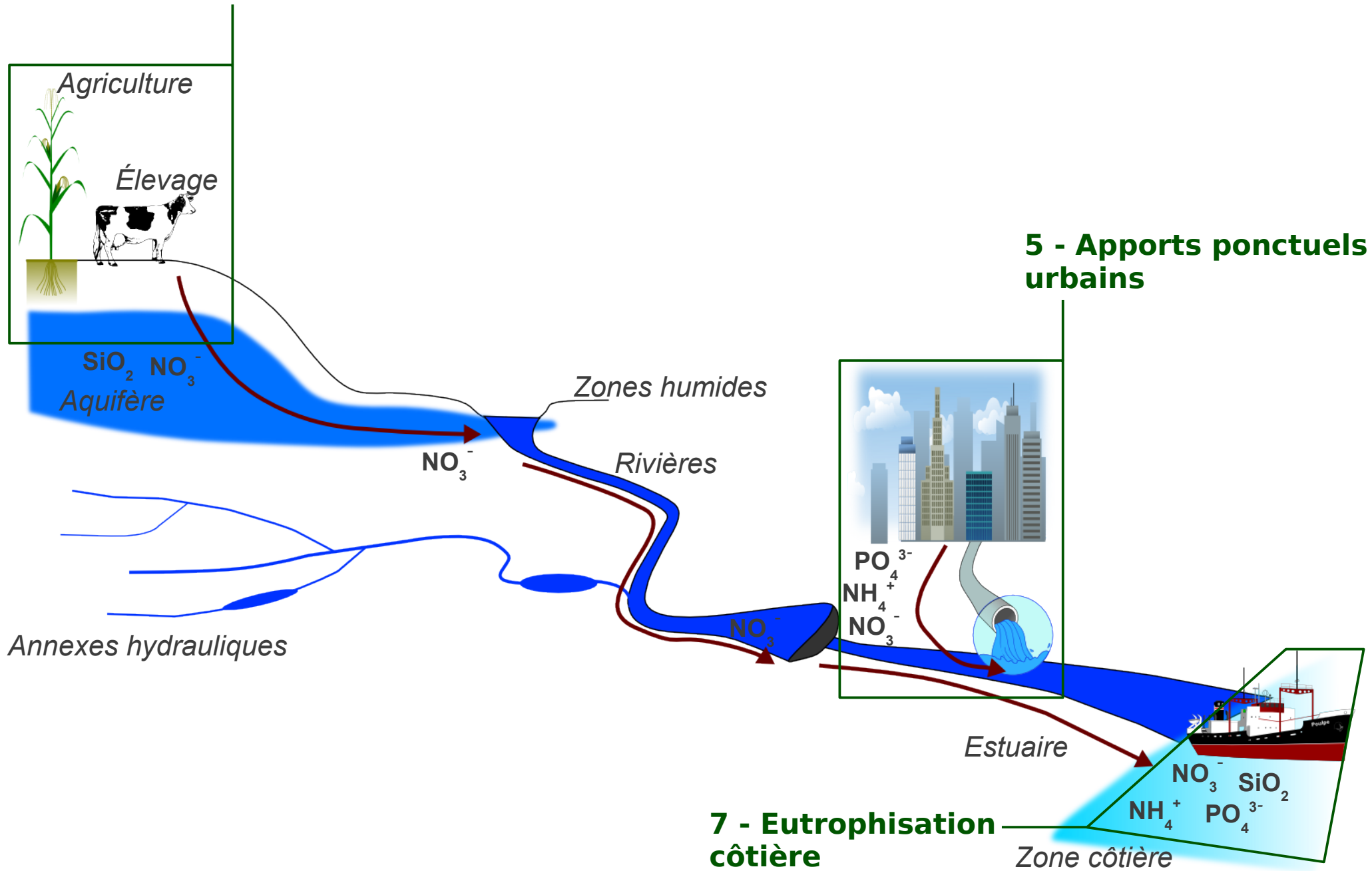
I - LA SITUATION PRÉSENTE AU REGARD DU PASSÉ, QUELLES ÉVOLUTIONS EN TERMES DE POLLUTIONS DIFFUSES ET PONCTUELLES DEPUIS 1984 ?

Quels changements en termes de nutriments exportés à la mer ?

Quels impacts pour la zone côtière ?



1 - Fuites de nutriments de l'agriculture





**COMMISSION
OSPAR**

« Protéger l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est »

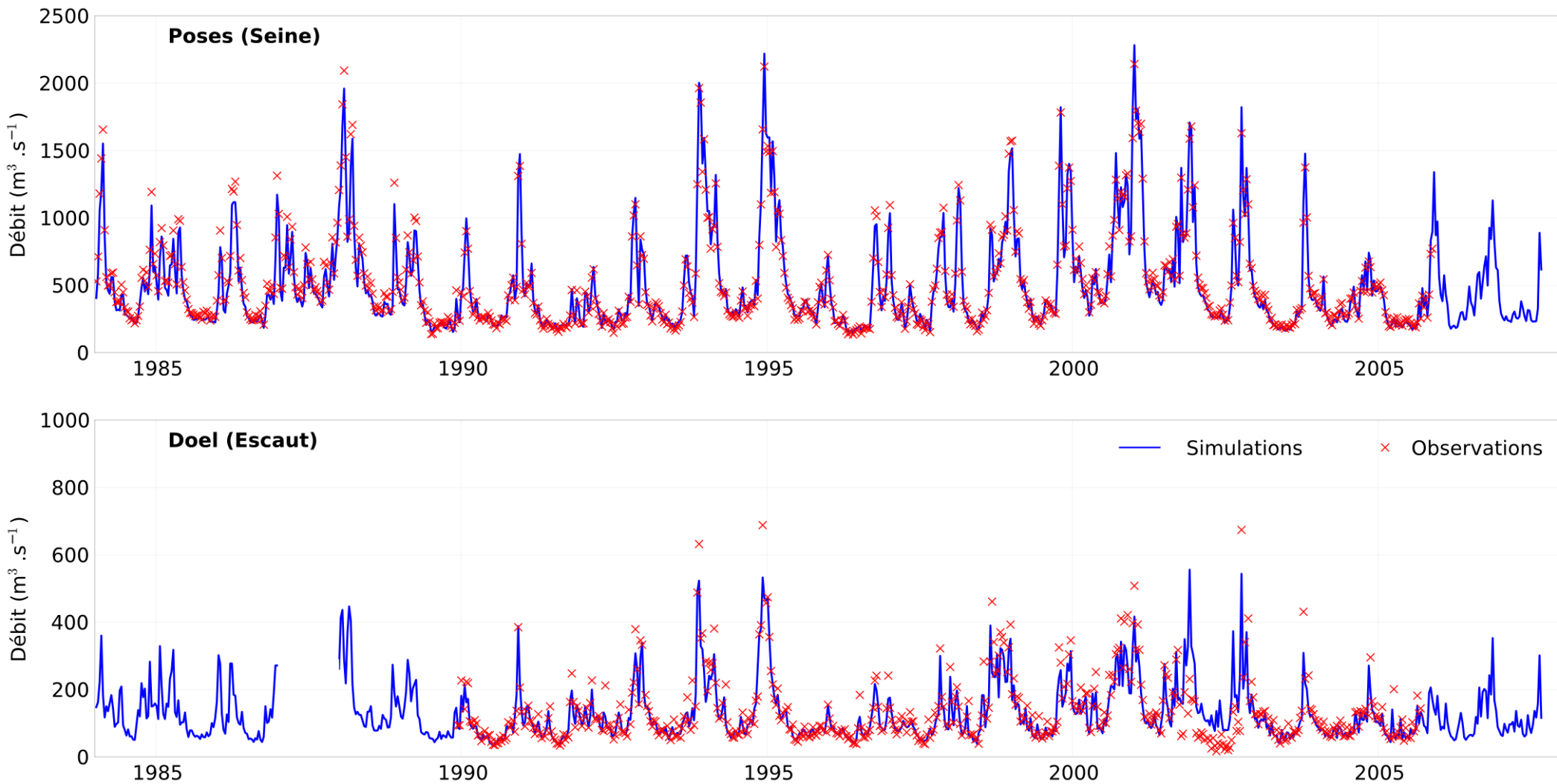


Les 5 secteurs d'action pris en compte par la commission OSPAR

50 %

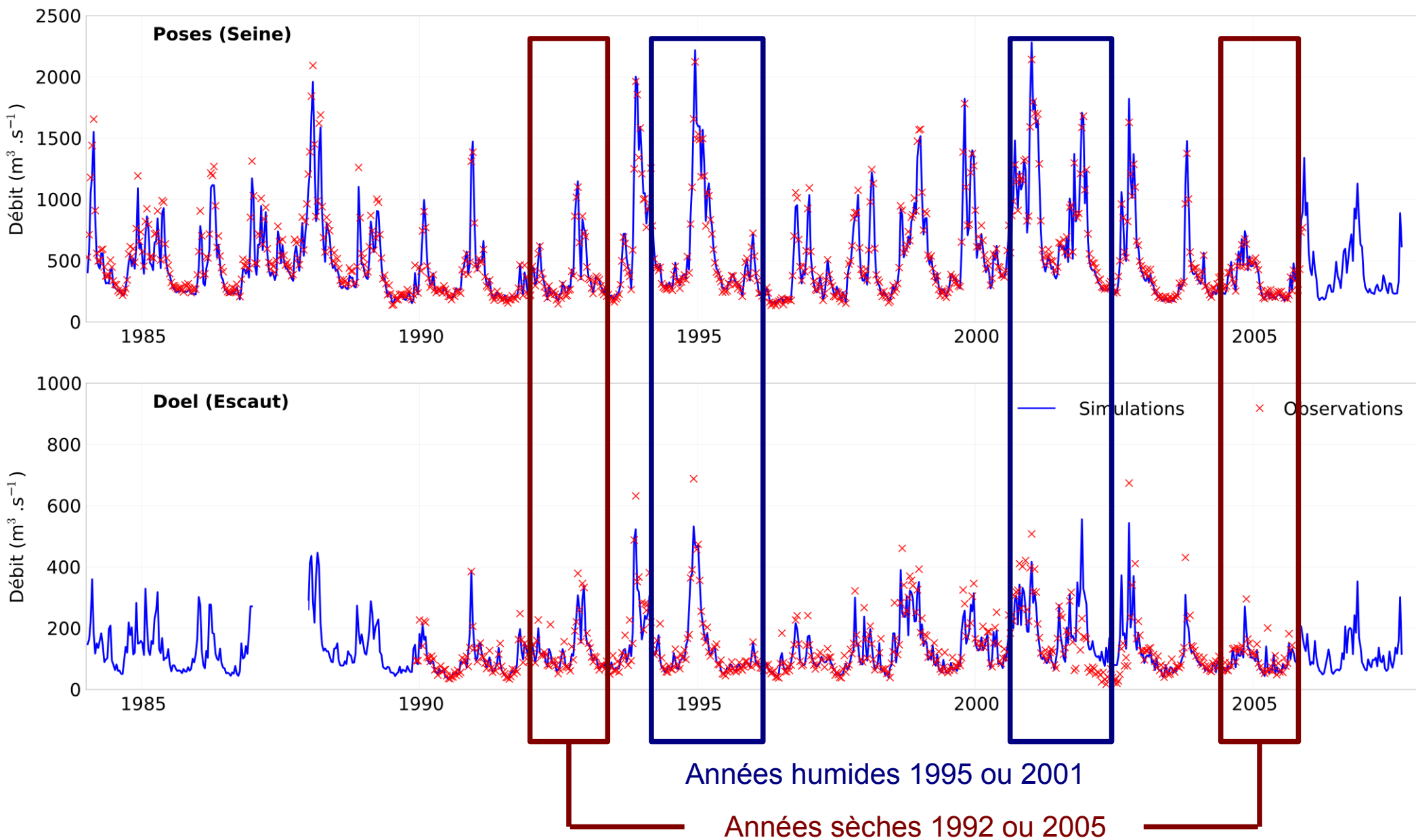
Objectifs OSPAR de réduction des flux de N et de P entre 1985 et 2010, fixés par 15 états européens

Une hydrologie similaire



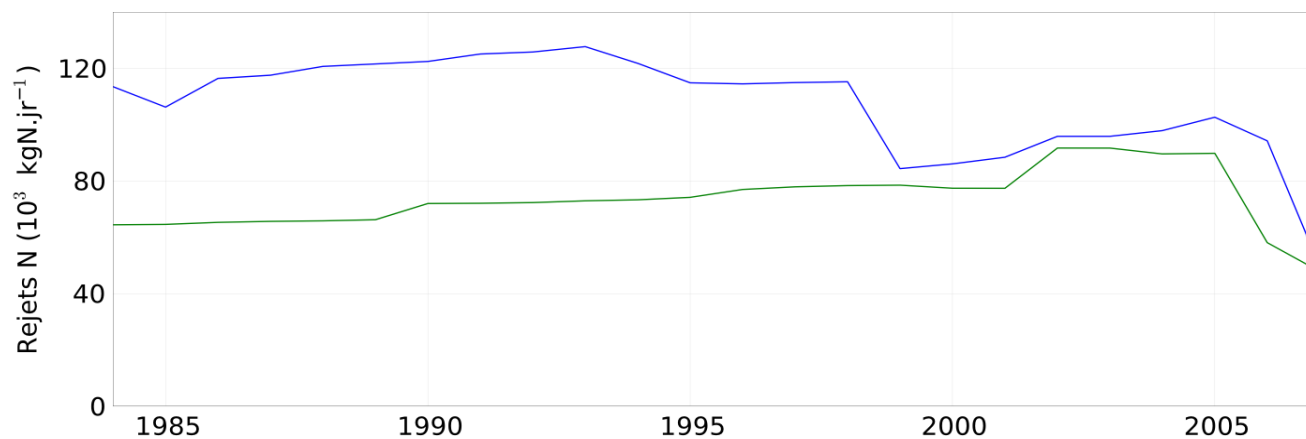
*Nouvelle méthode de simulation des débits
(Eckhardt et al, 2007)*

Une hydrologie similaire

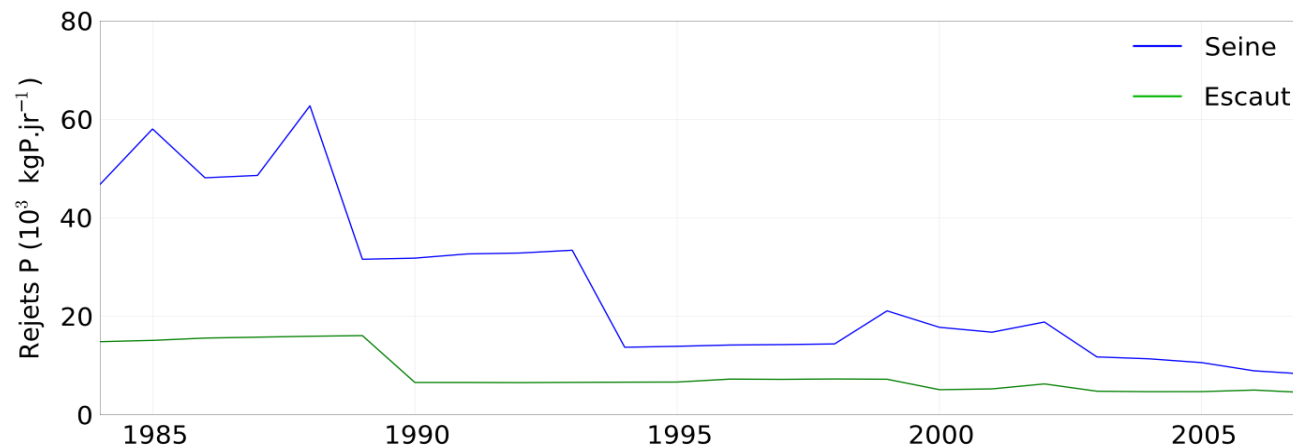


Évolution des pollutions ponctuelles

N



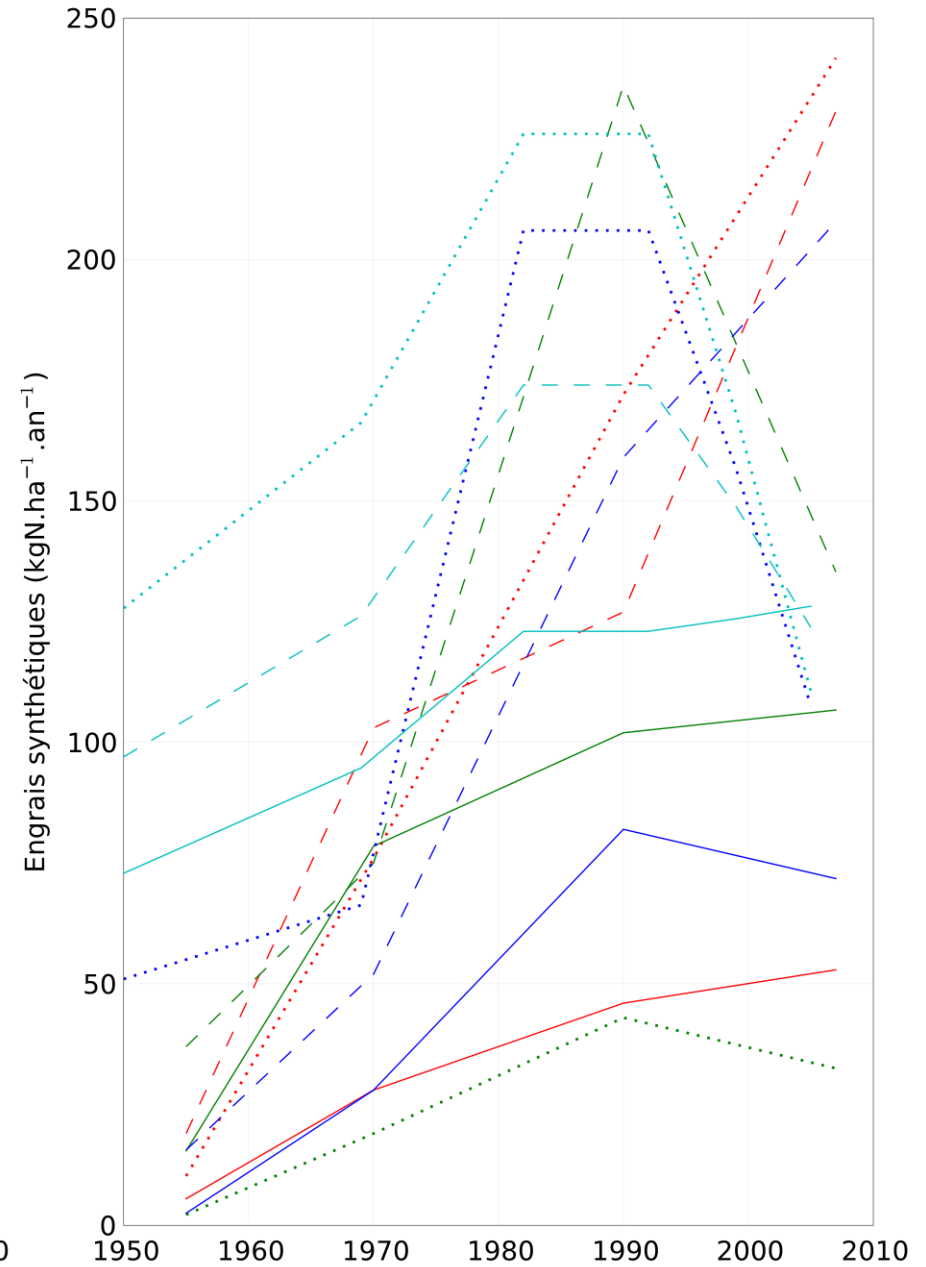
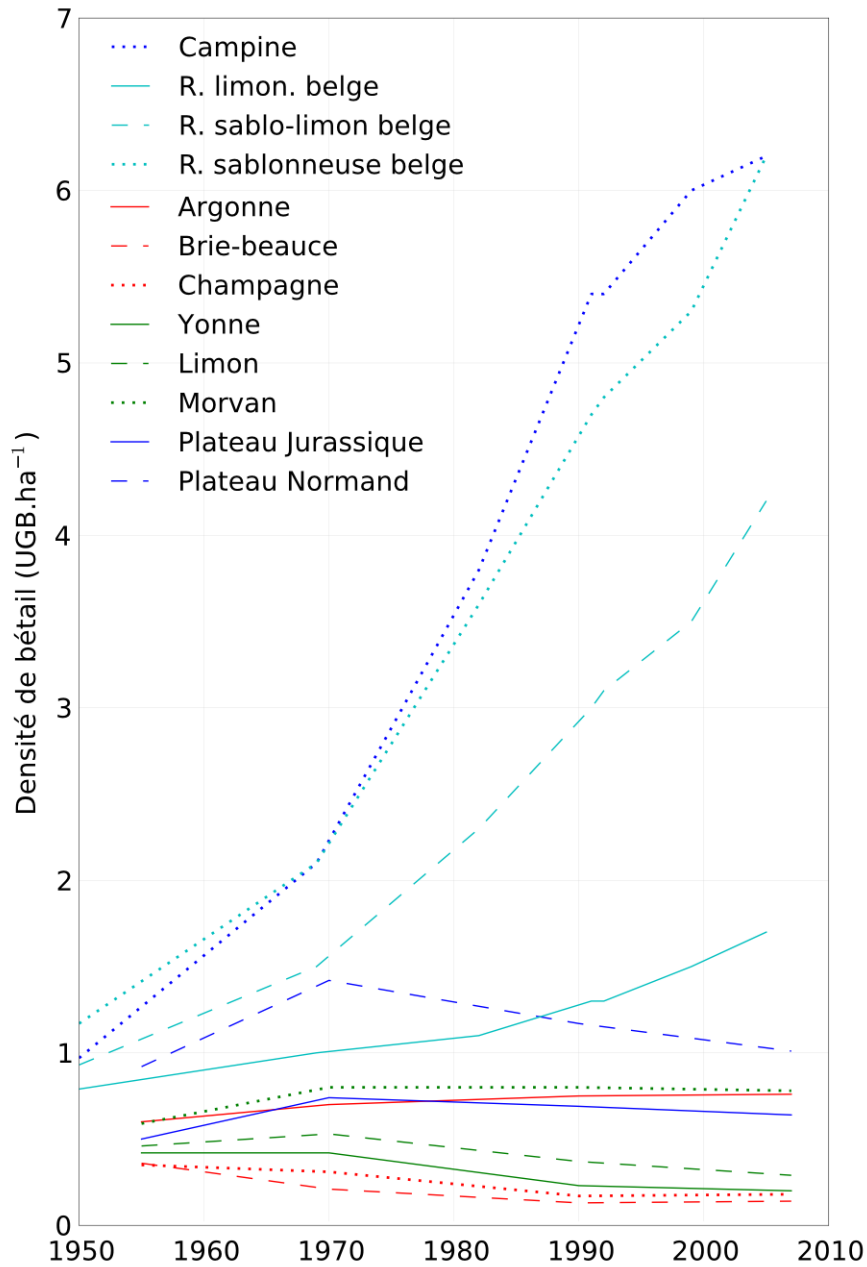
P



Effets contradictoires entre taux de raccordement en progression et meilleurs traitements en stations d'épuration

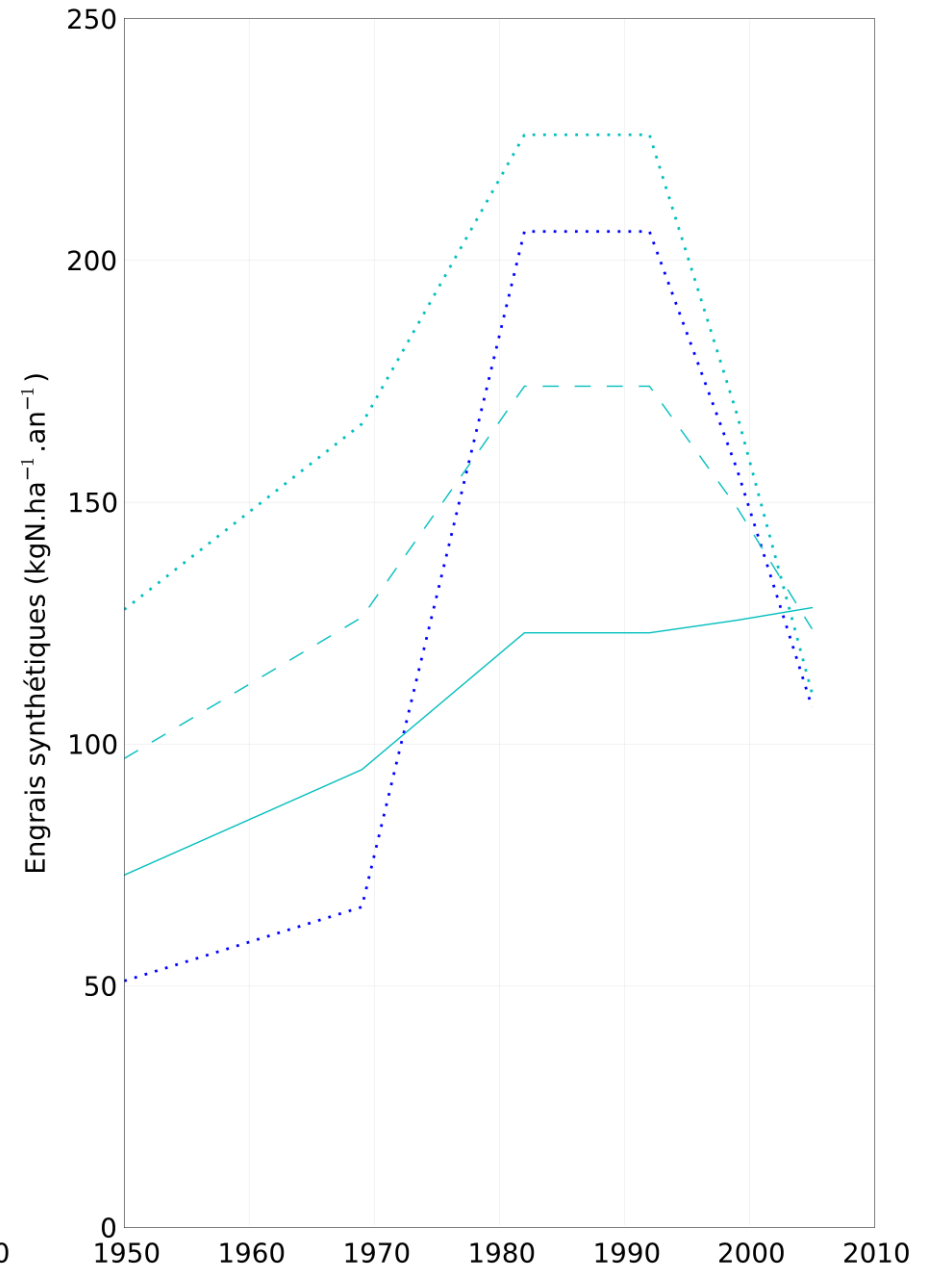
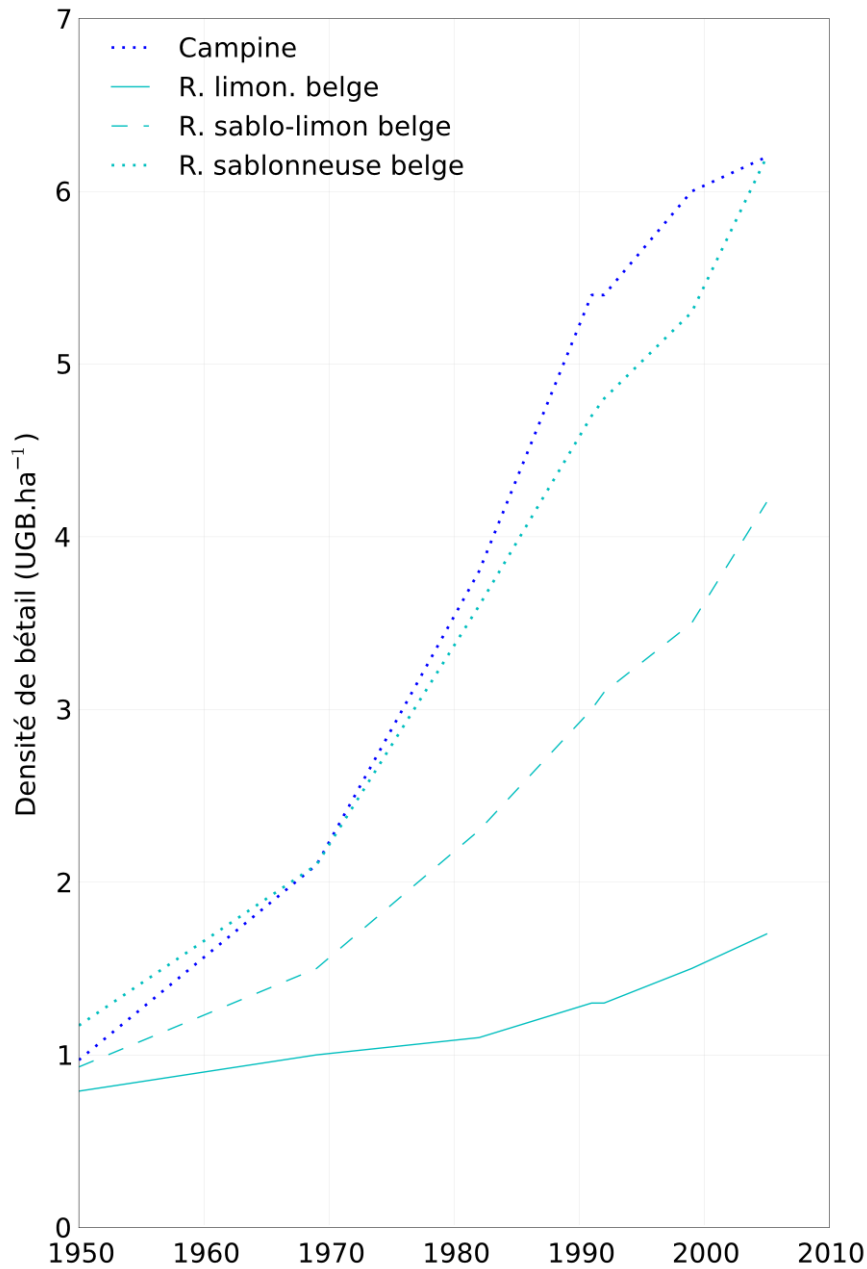
Vers une spécialisation des régions agricoles

Cheptel et fertilisation



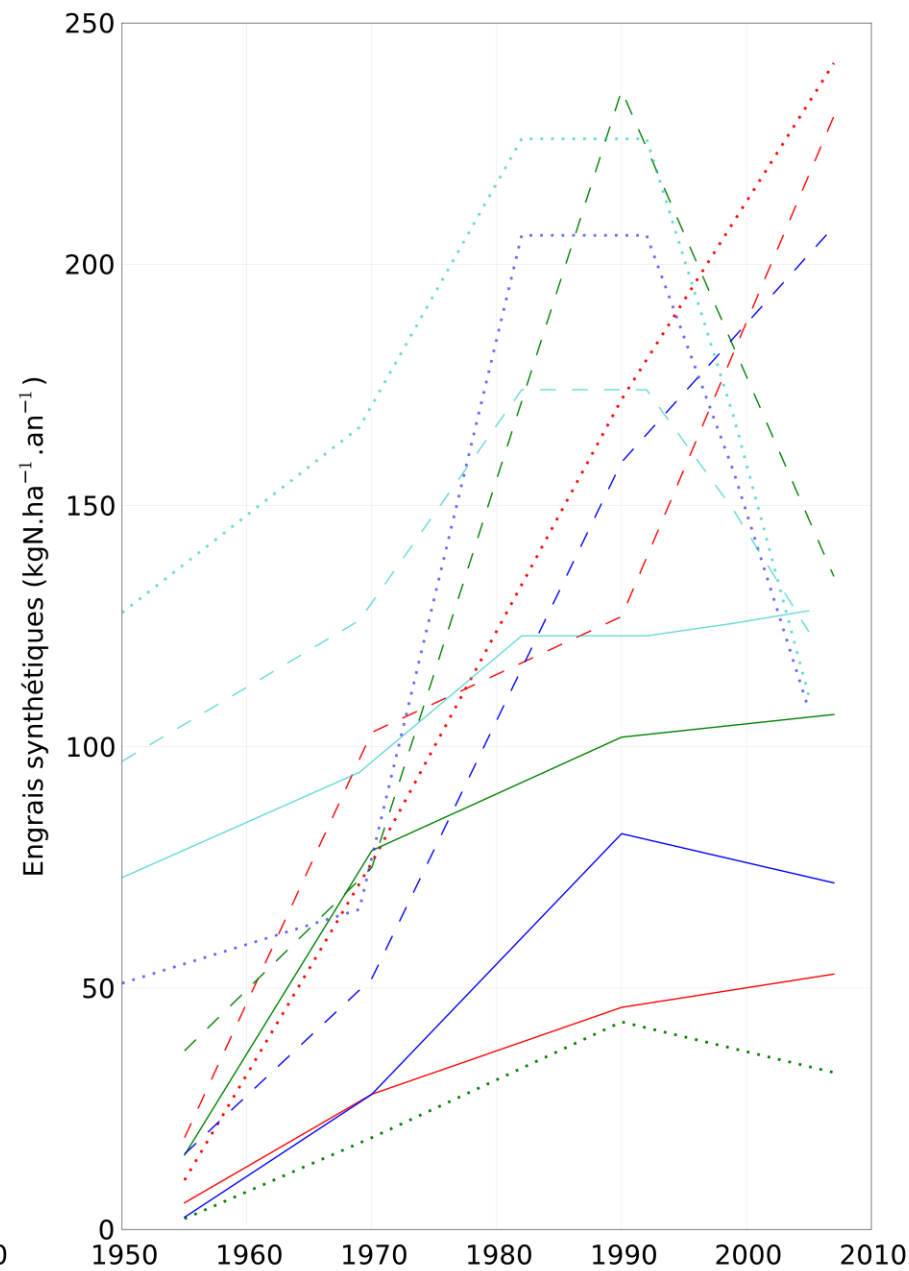
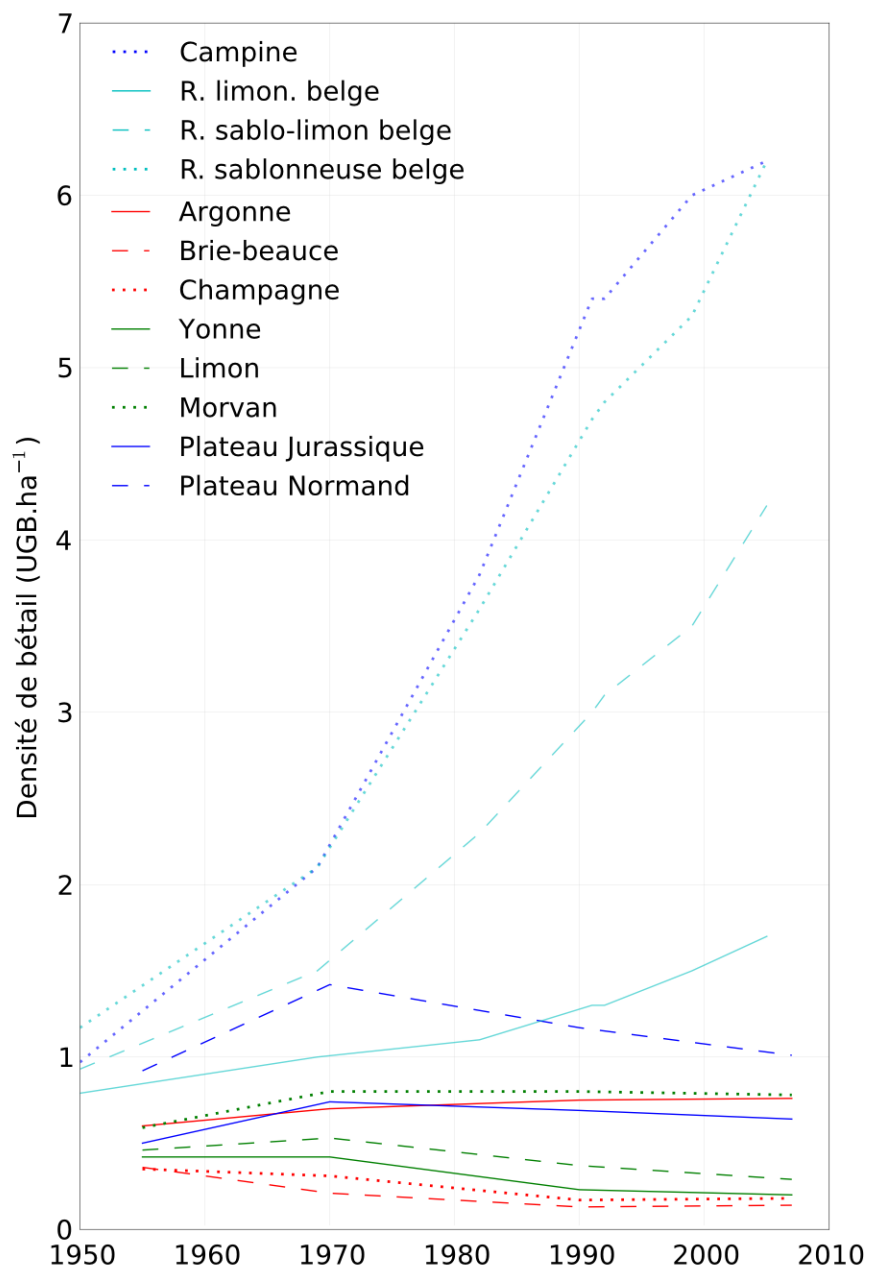
Vers une spécialisation des régions agricoles

Des régions tournées vers l'élevage

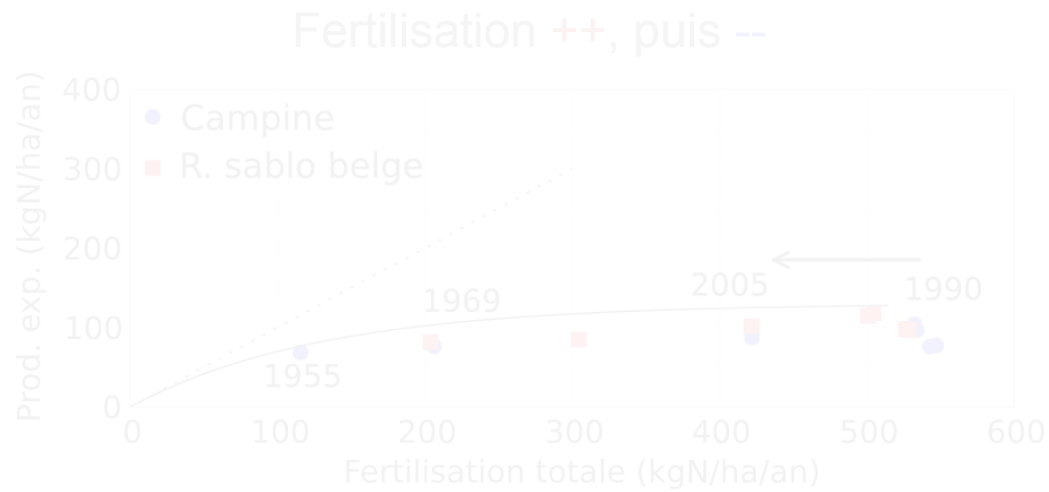
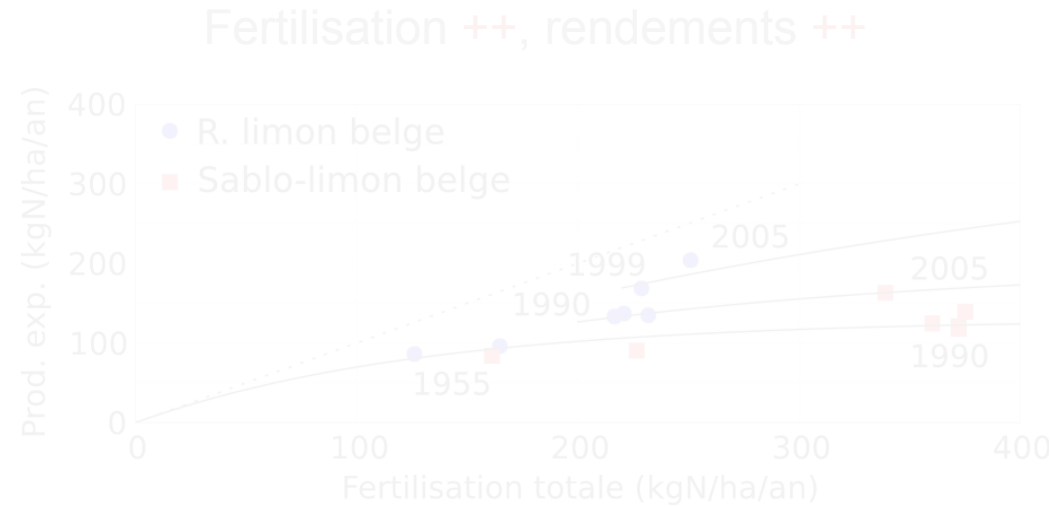
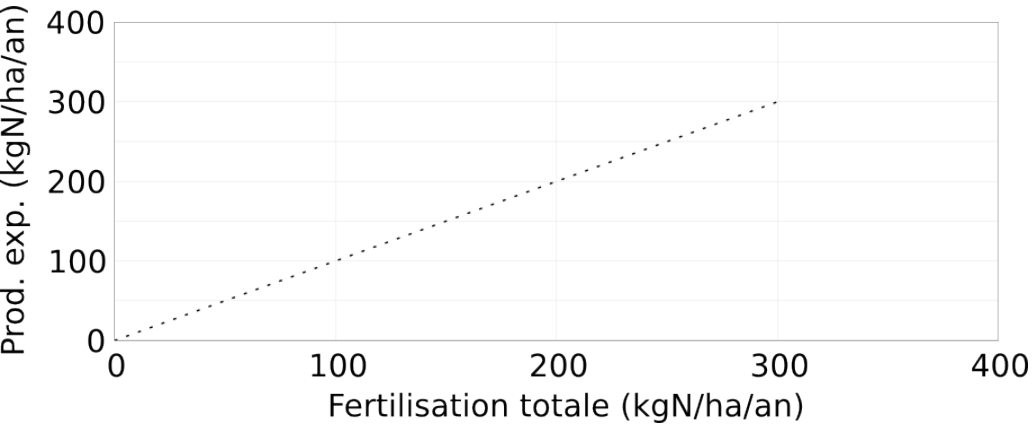


Vers une spécialisation des régions agricoles

Des régions à élevage peu présents et à fertilisation minérale en augmentation

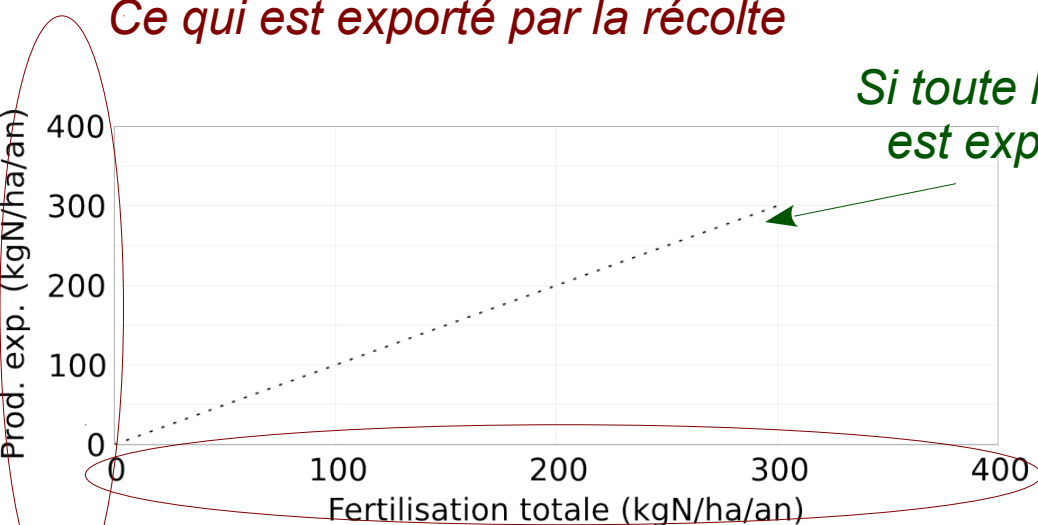


Des trajectoires contrastées

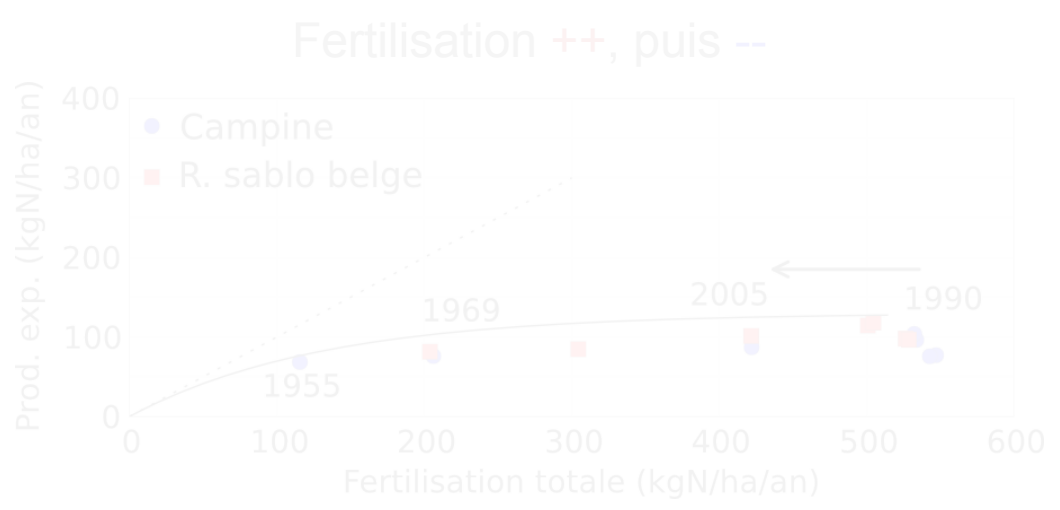
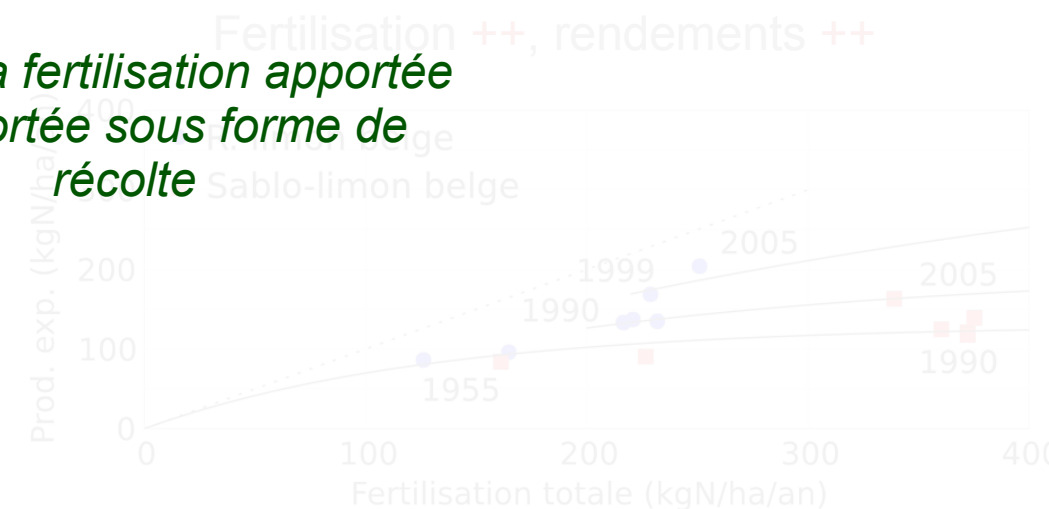


Des trajectoires contrastées

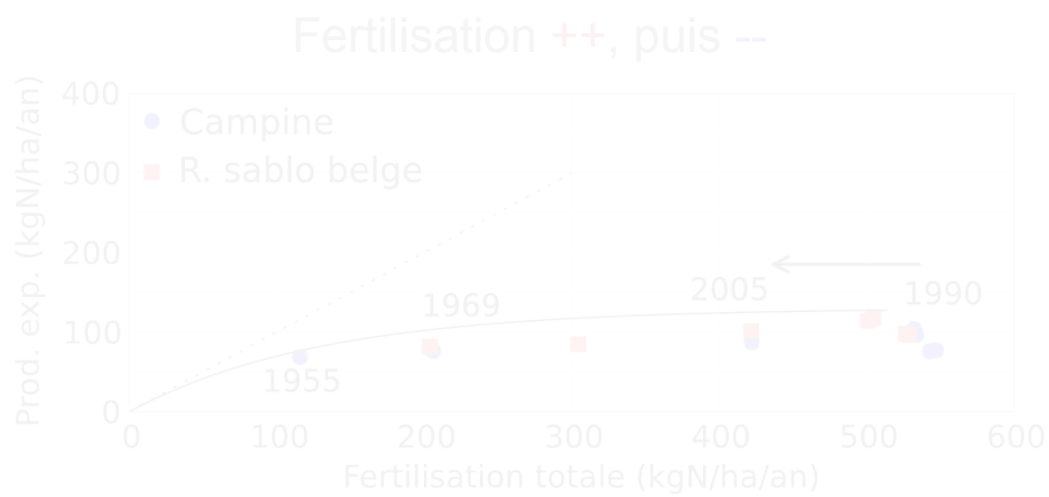
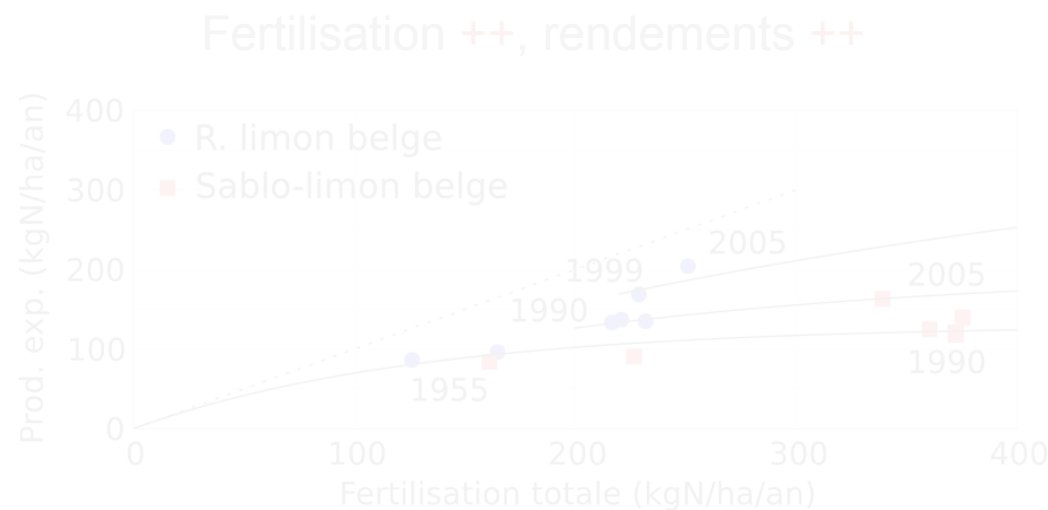
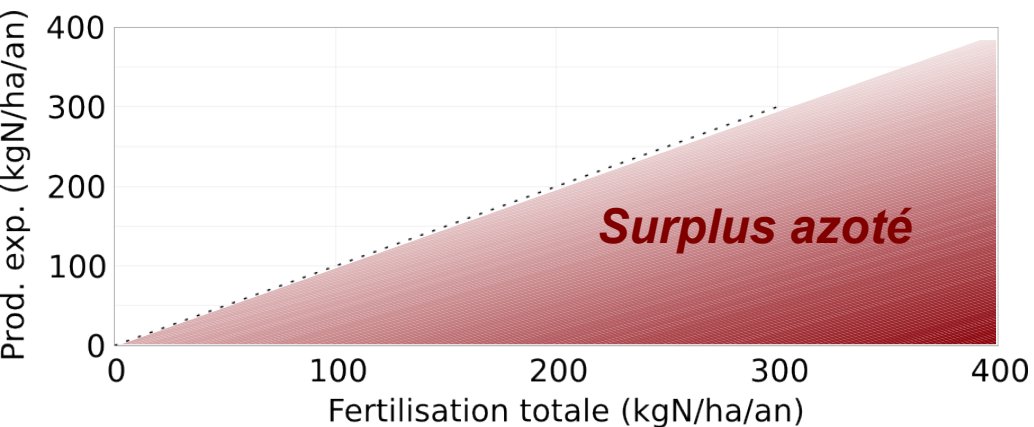
Ce qui est exporté par la récolte



Fertilisation apportée aux champs

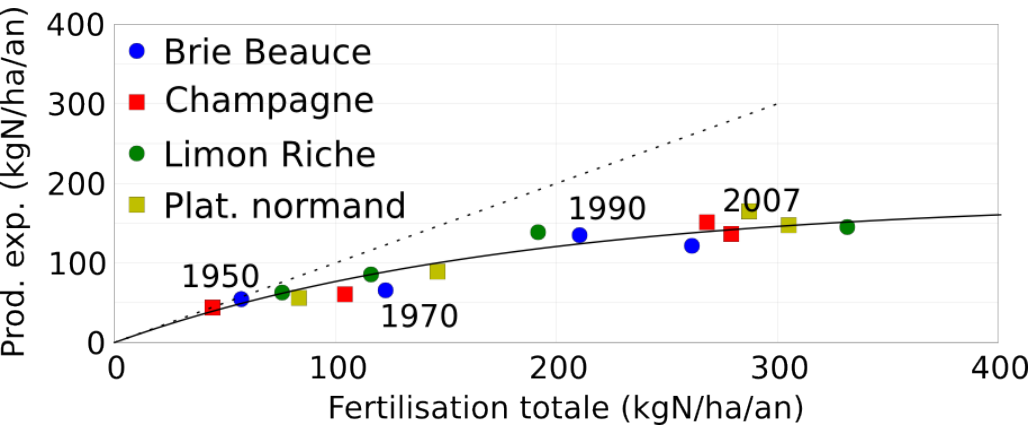


Des trajectoires contrastées

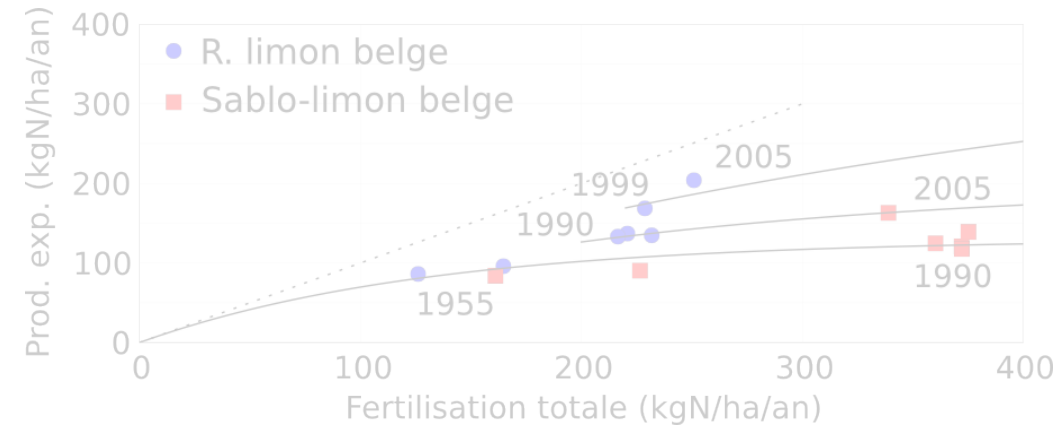


Des trajectoires contrastées

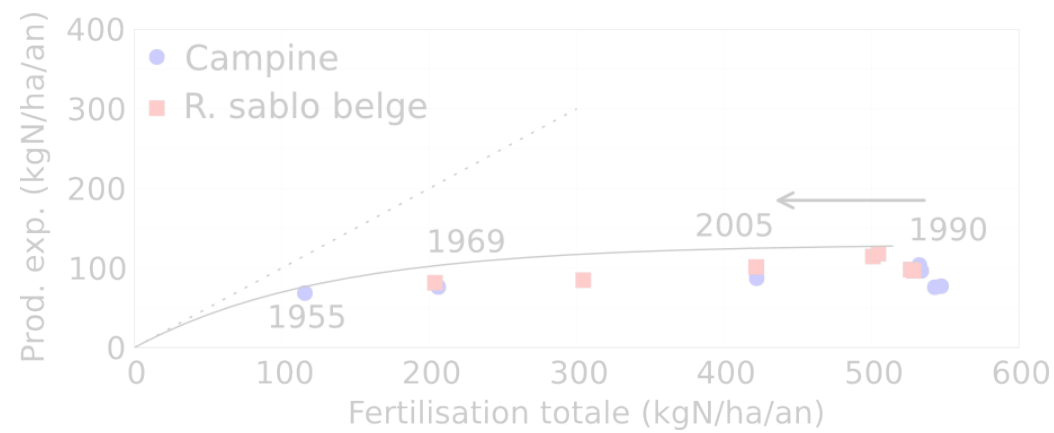
Fertilisation ++, rendements +



Fertilisation ++, rendements ++

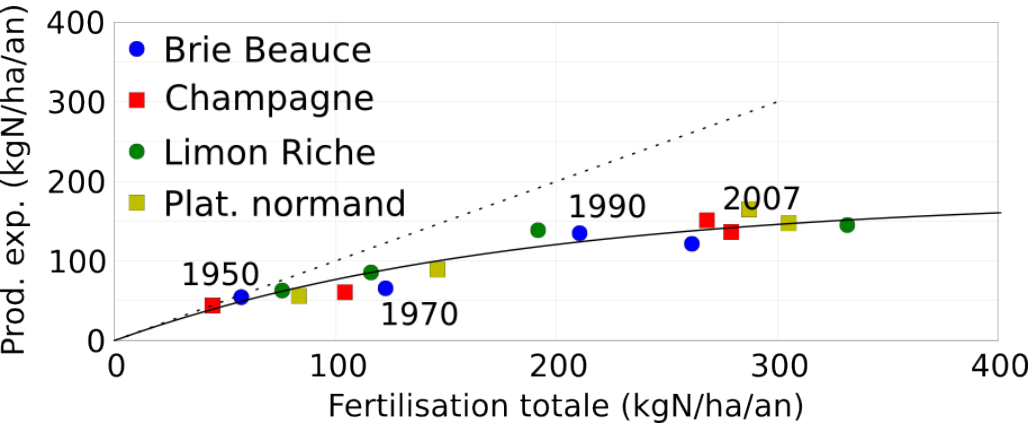


Fertilisation ++, puis --

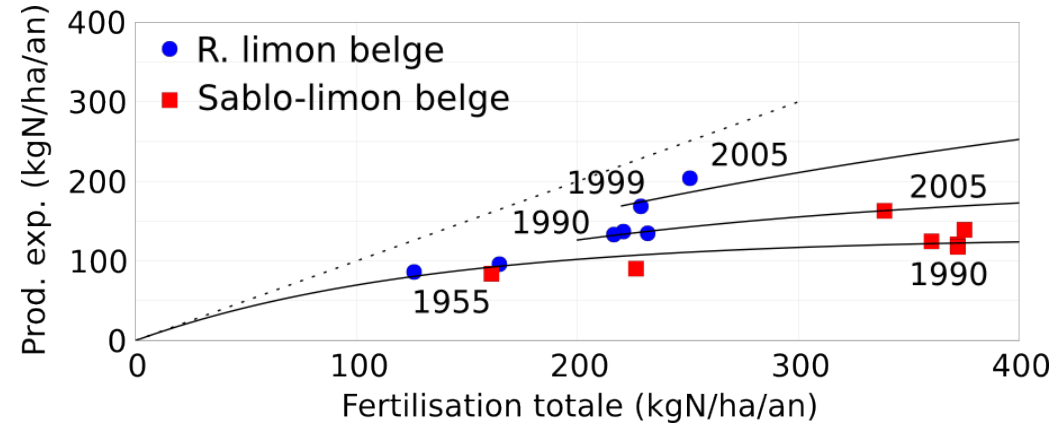


Des trajectoires contrastées

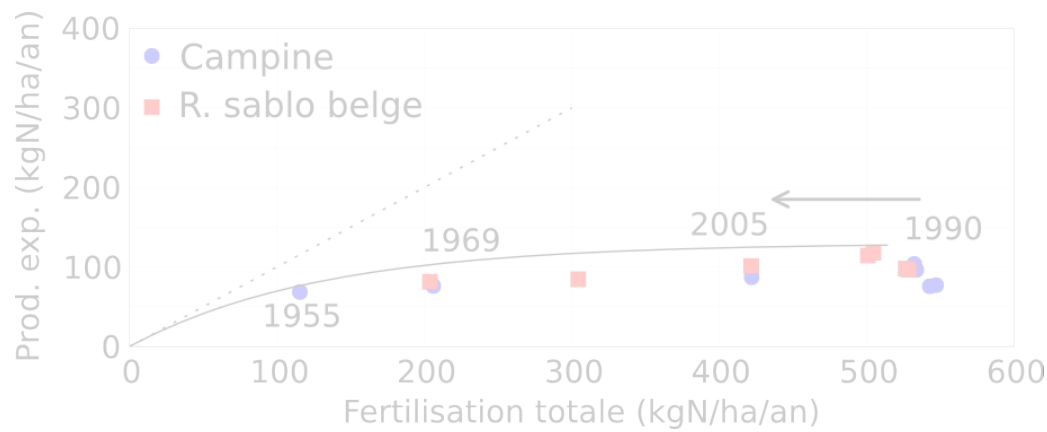
Fertilisation ++, rendements +



Fertilisation ++, rendements ++

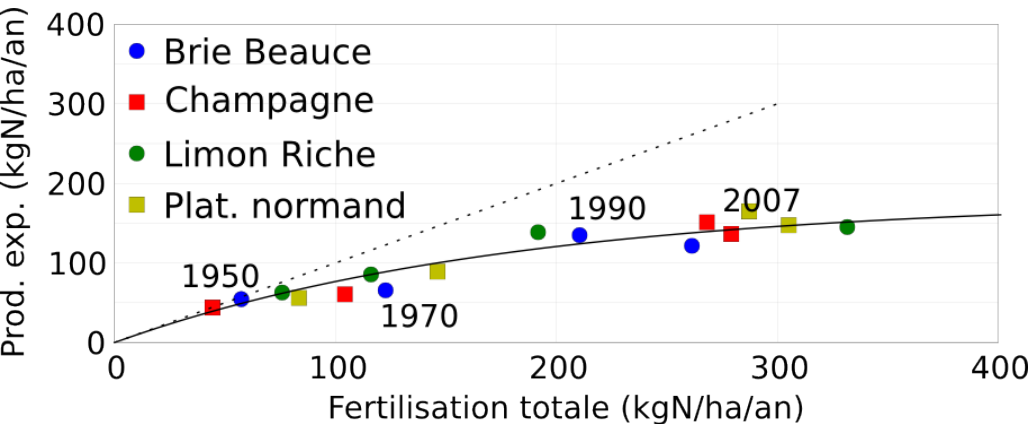


Fertilisation ++, puis --

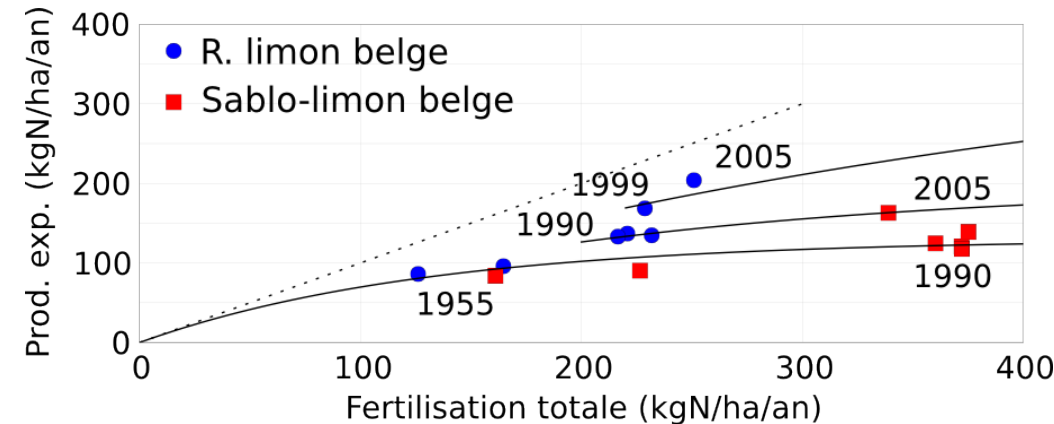


Des trajectoires contrastées

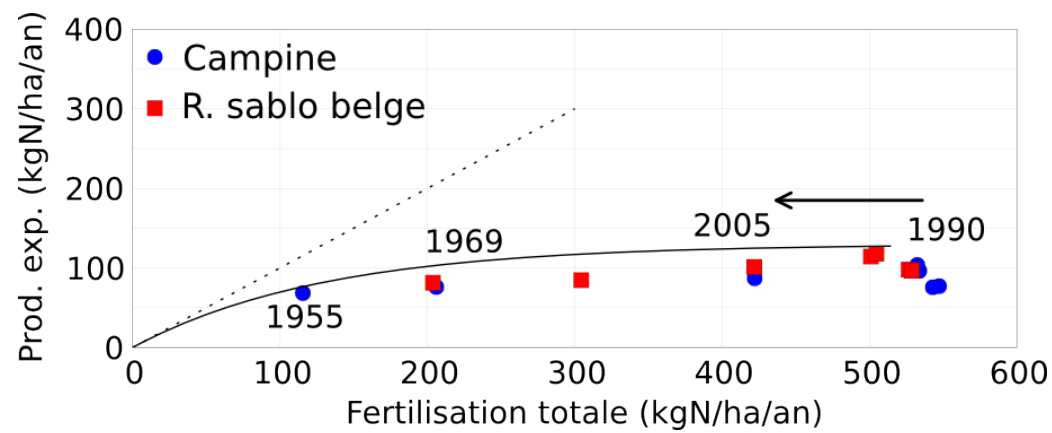
Fertilisation ++, rendements +

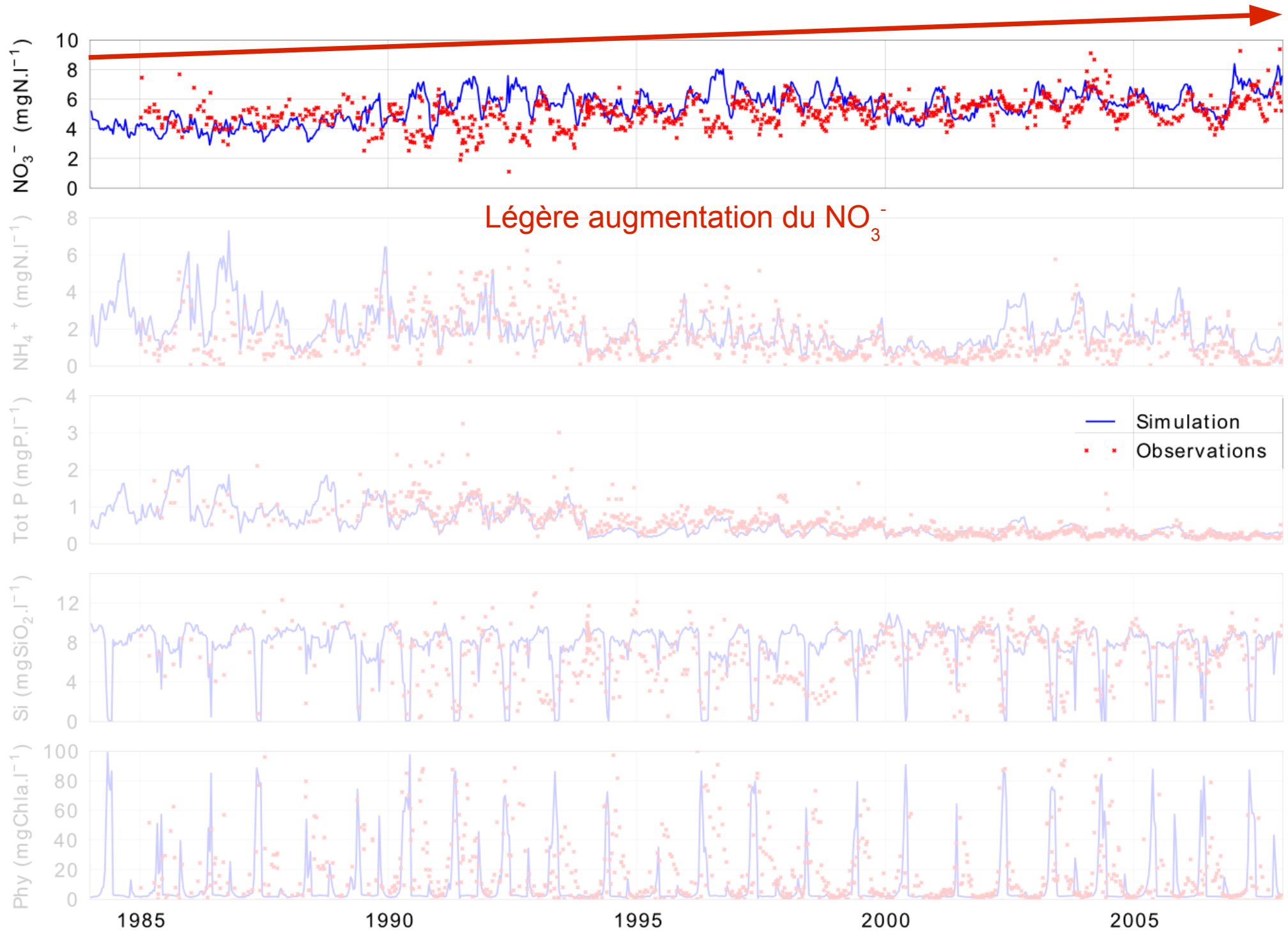


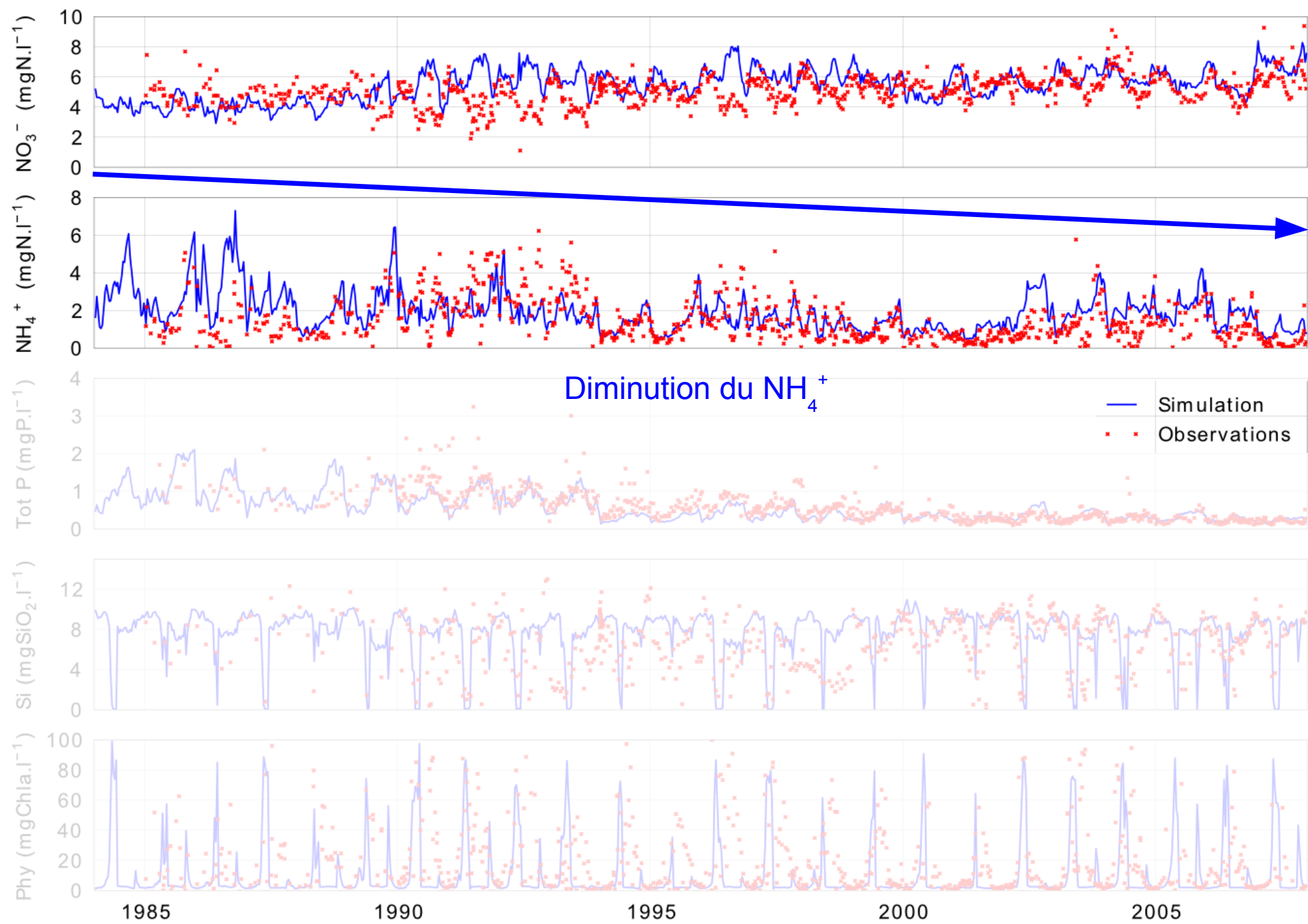
Fertilisation ++, rendements ++

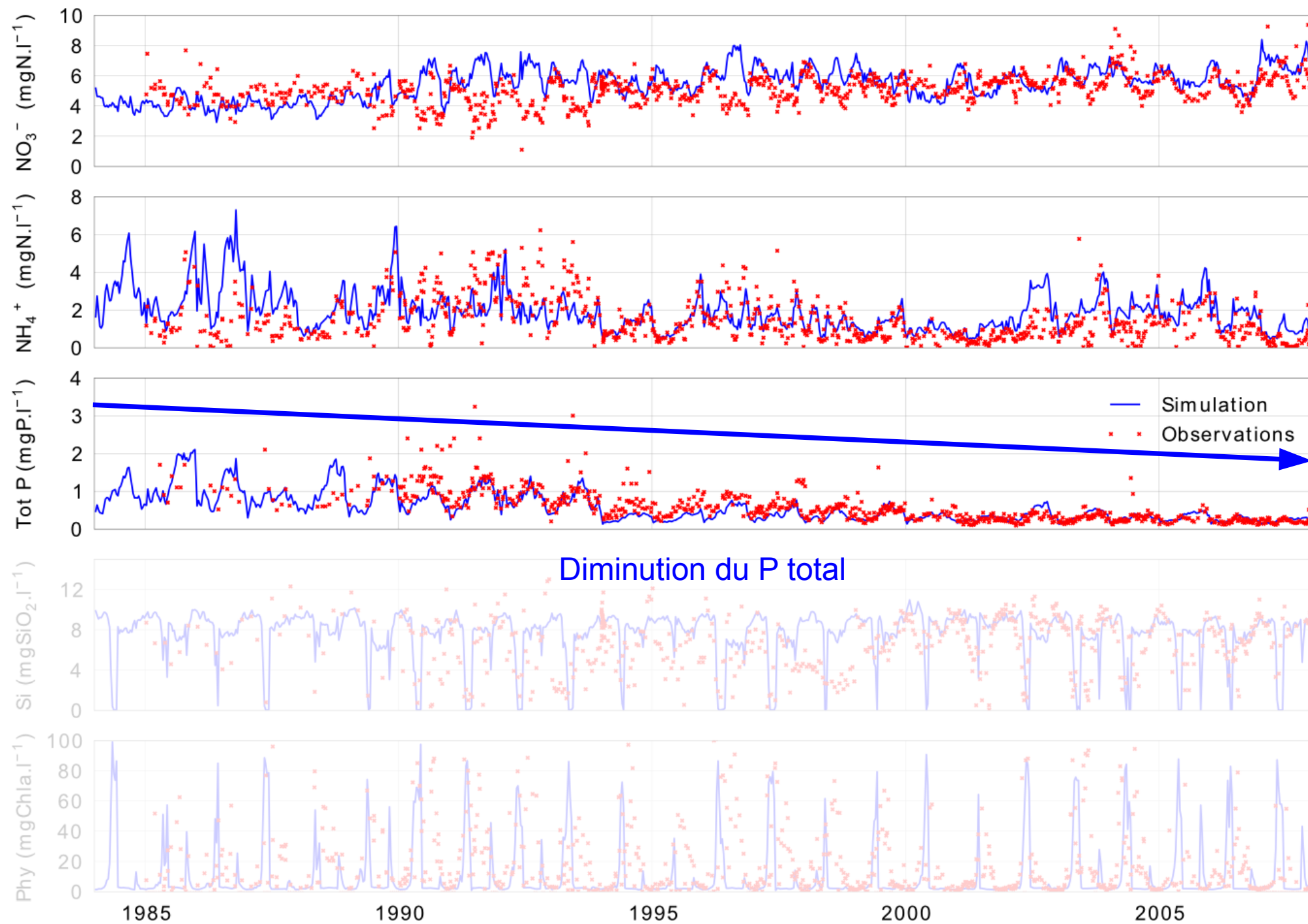


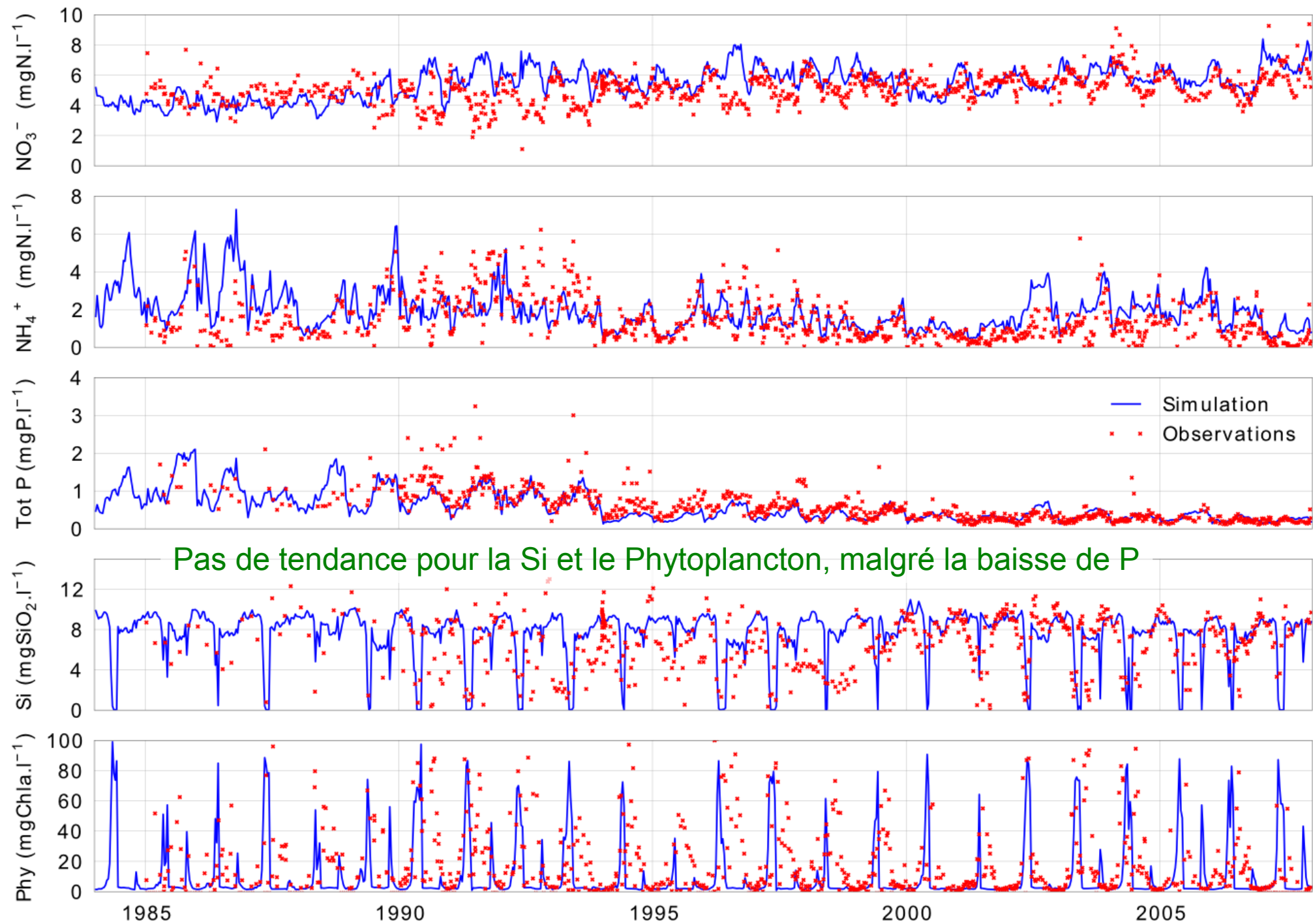
Fertilisation ++, puis --

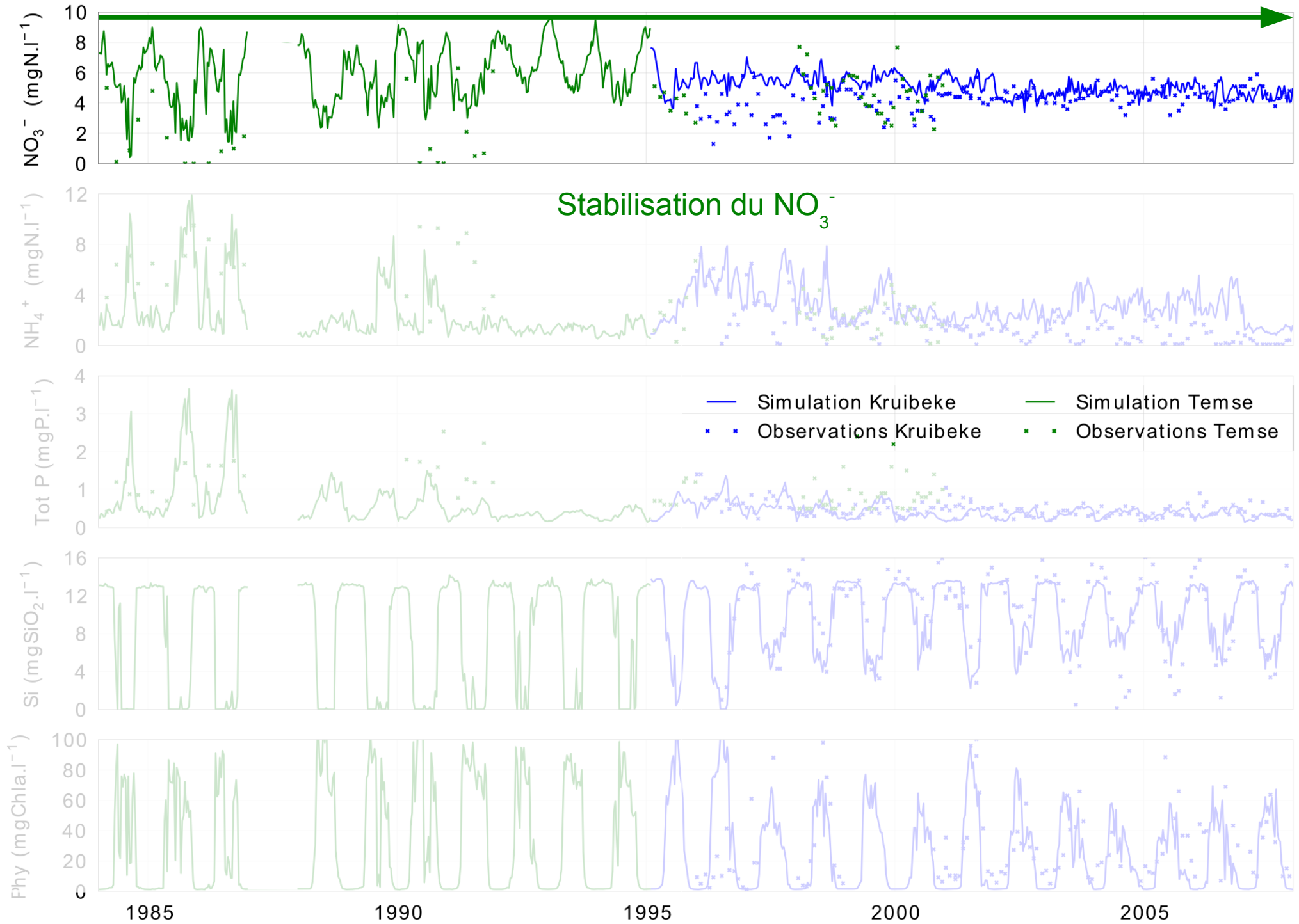


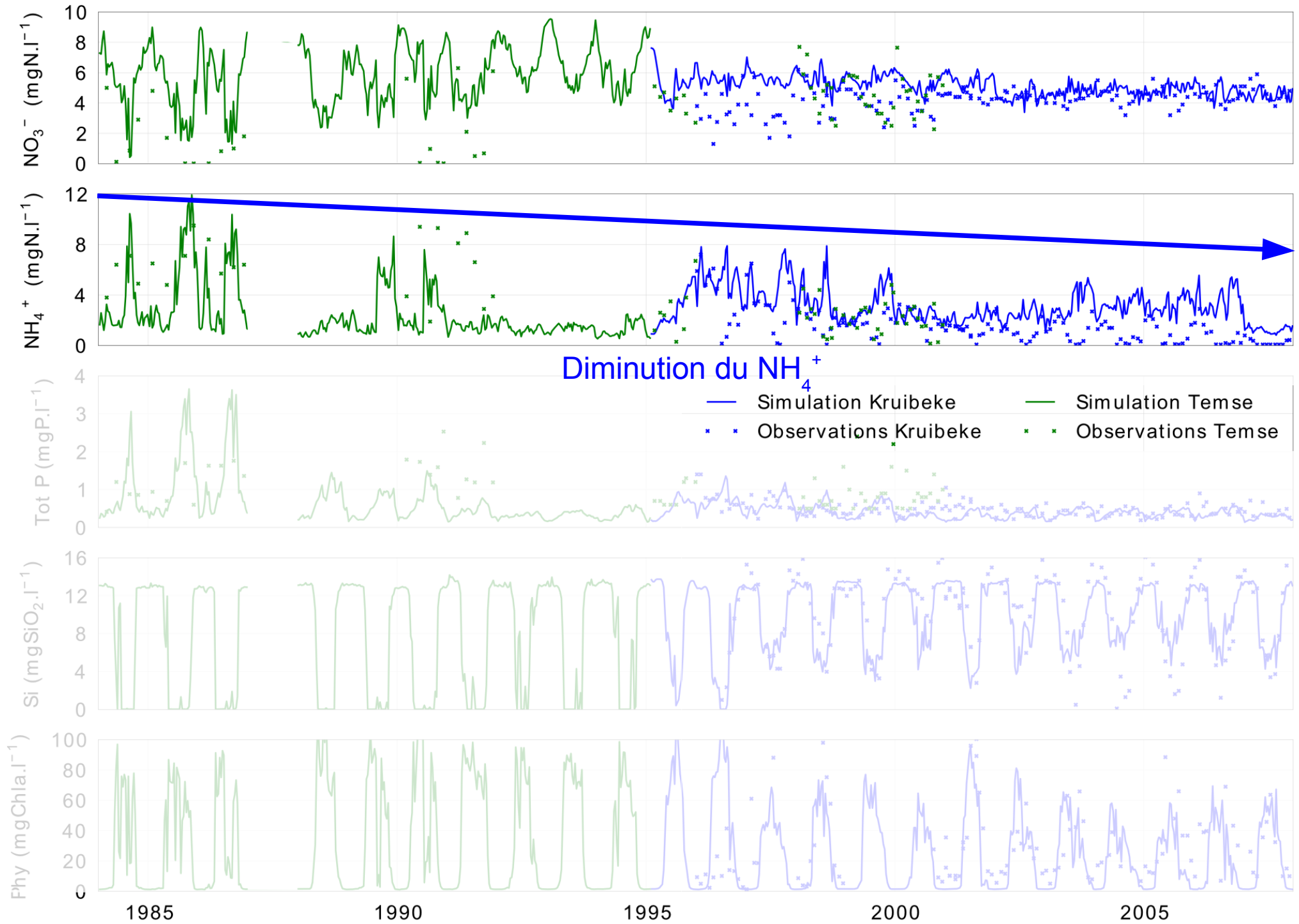


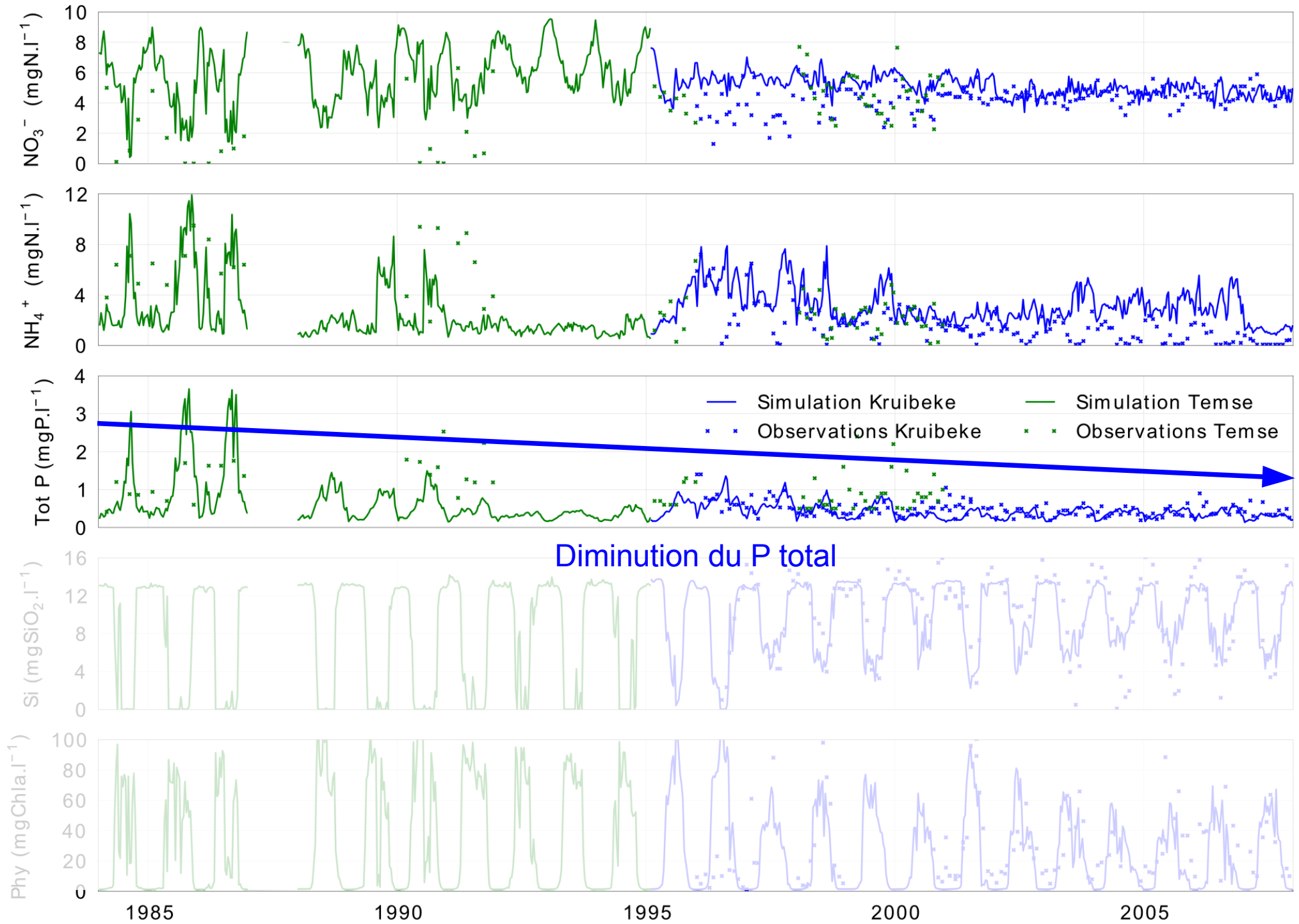


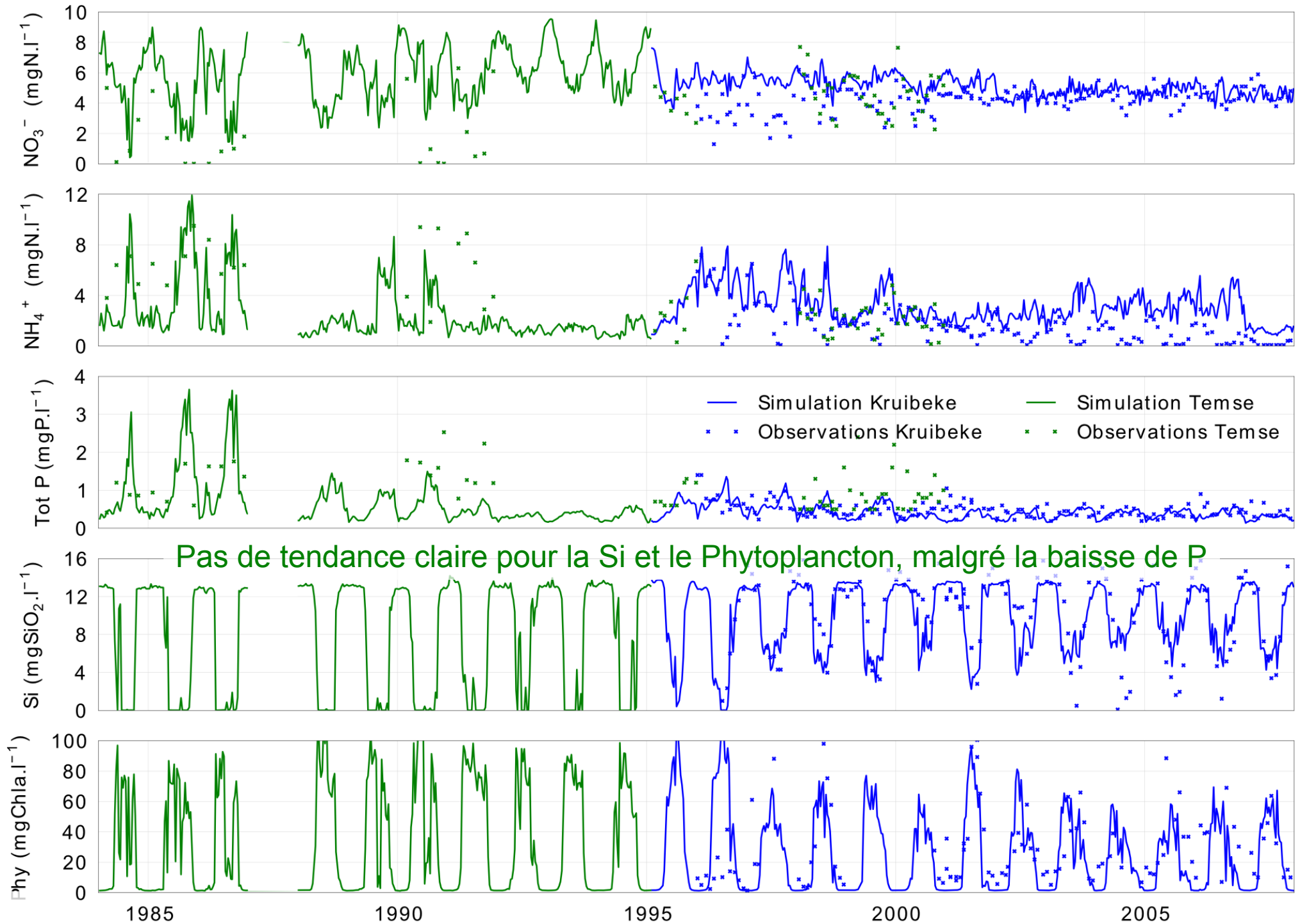






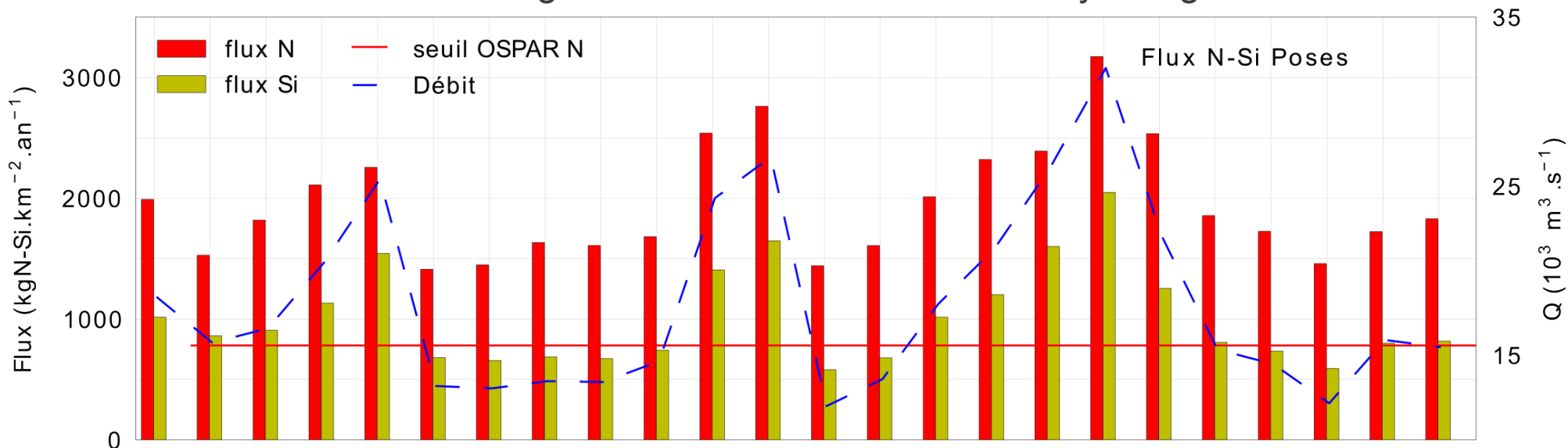




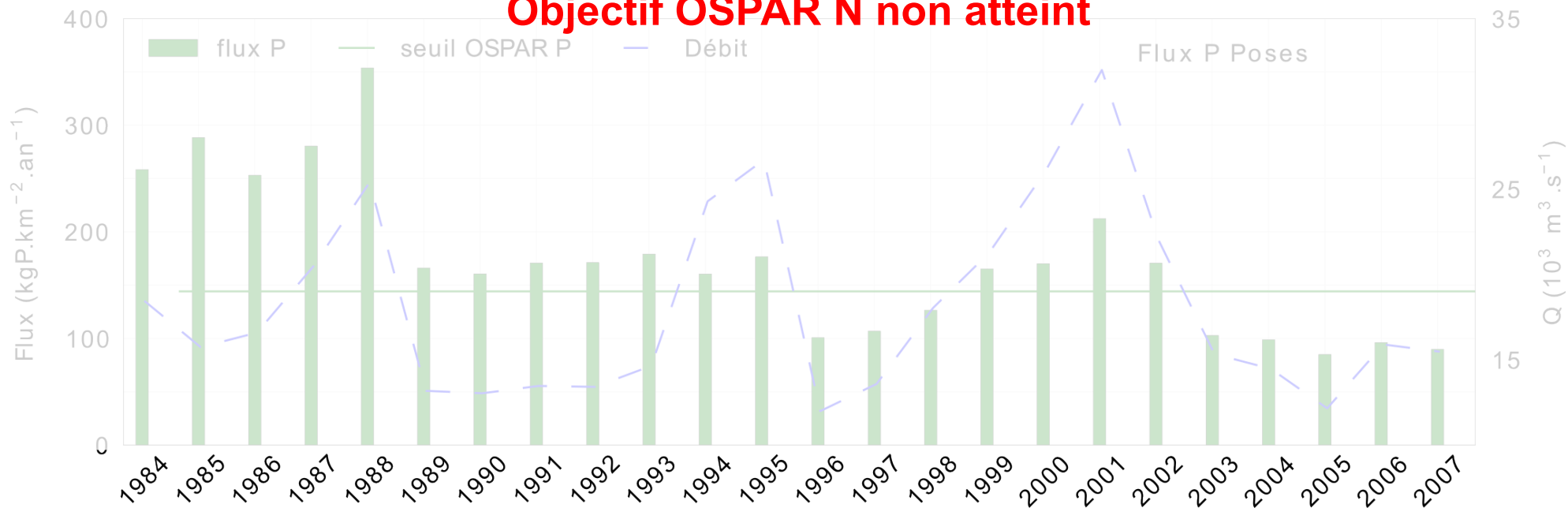


Flux N, P, Si à Poses

N et Si d'origine **diffuse** = très sensibles à l'hydrologie

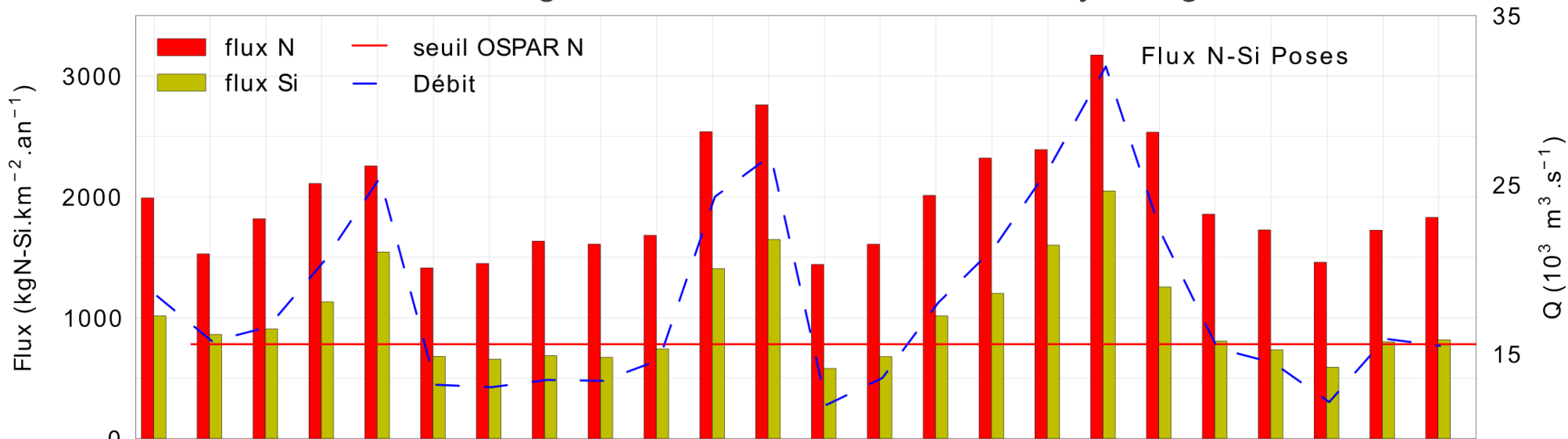


Objectif OSPAR N non atteint

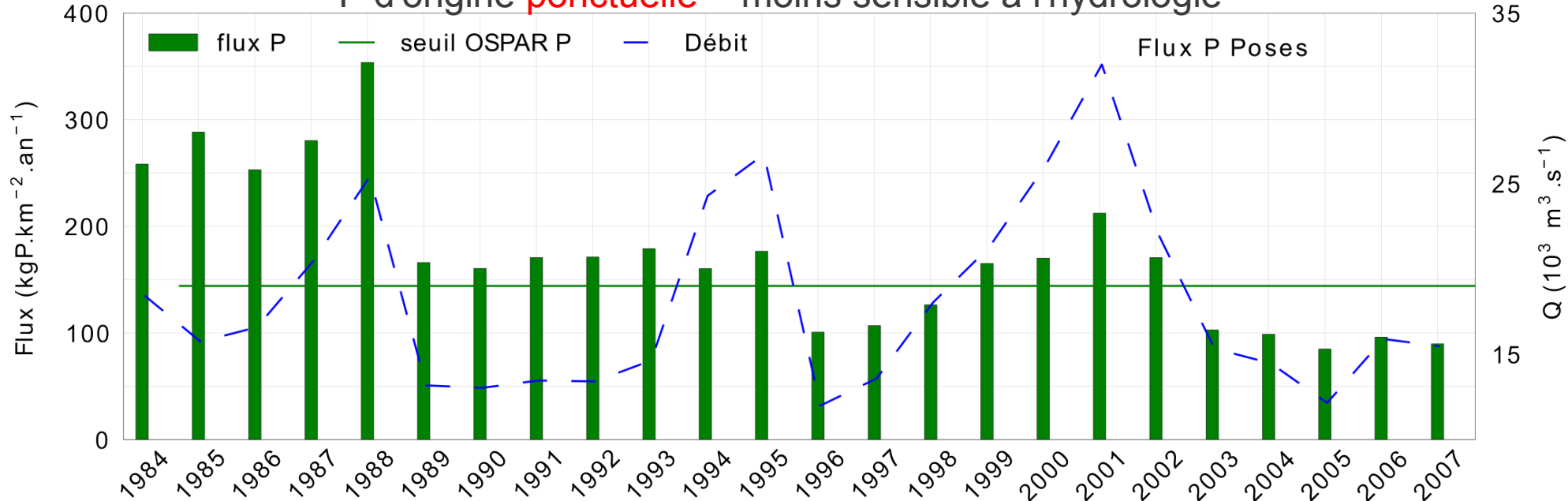


Flux N, P, Si à Poses

N et Si d'origine **diffuse** = très sensibles à l'hydrologie



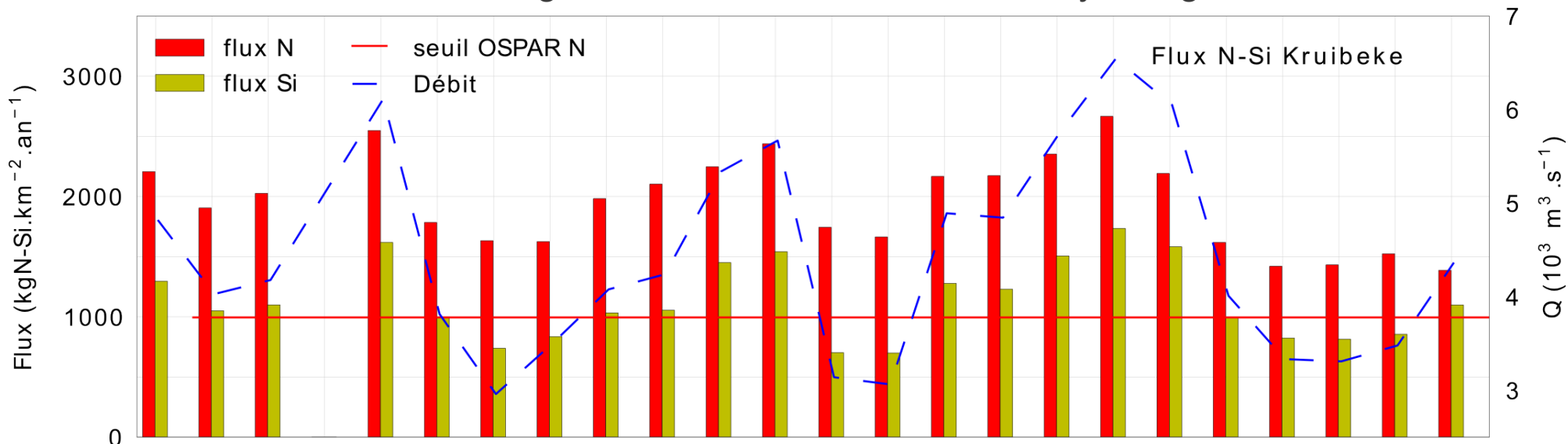
P d'origine **ponctuelle** = moins sensible à l'hydrologie



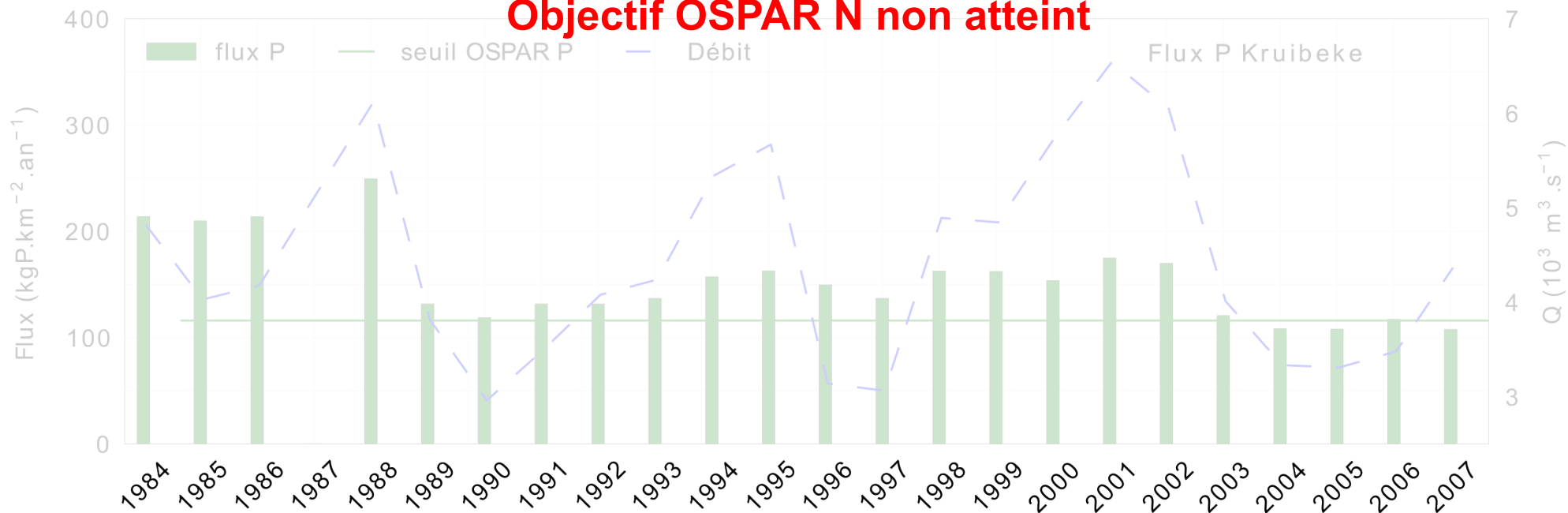
Objectif OSPAR P atteint

Flux N, P, Si à l'exutoire de l'Escaut

N et Si d'origine **diffuse** = très sensibles à l'hydrologie

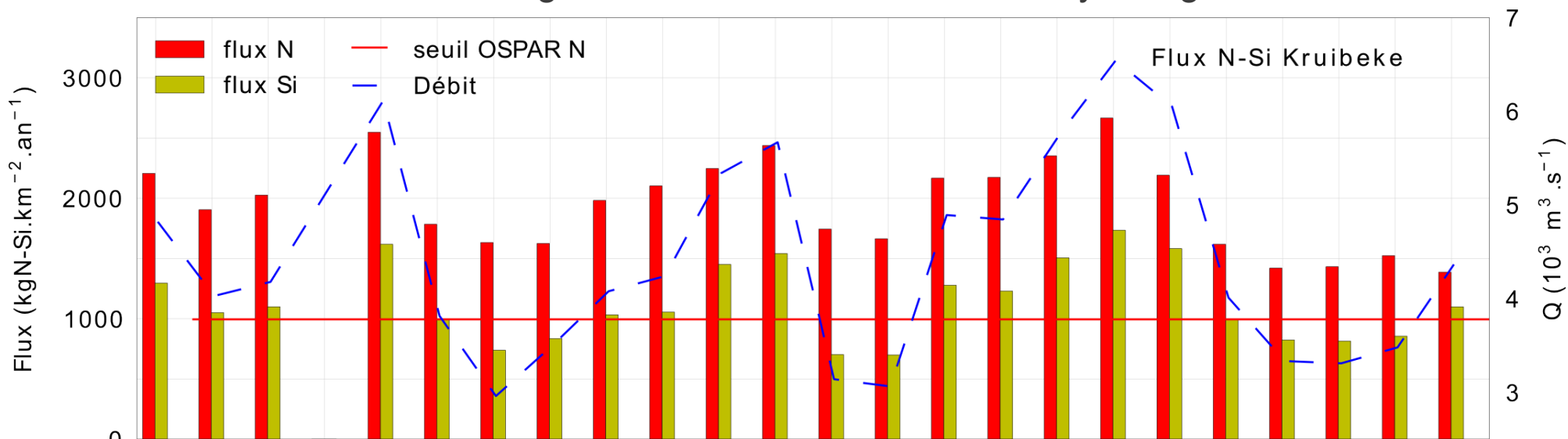


Objectif OSPAR N non atteint

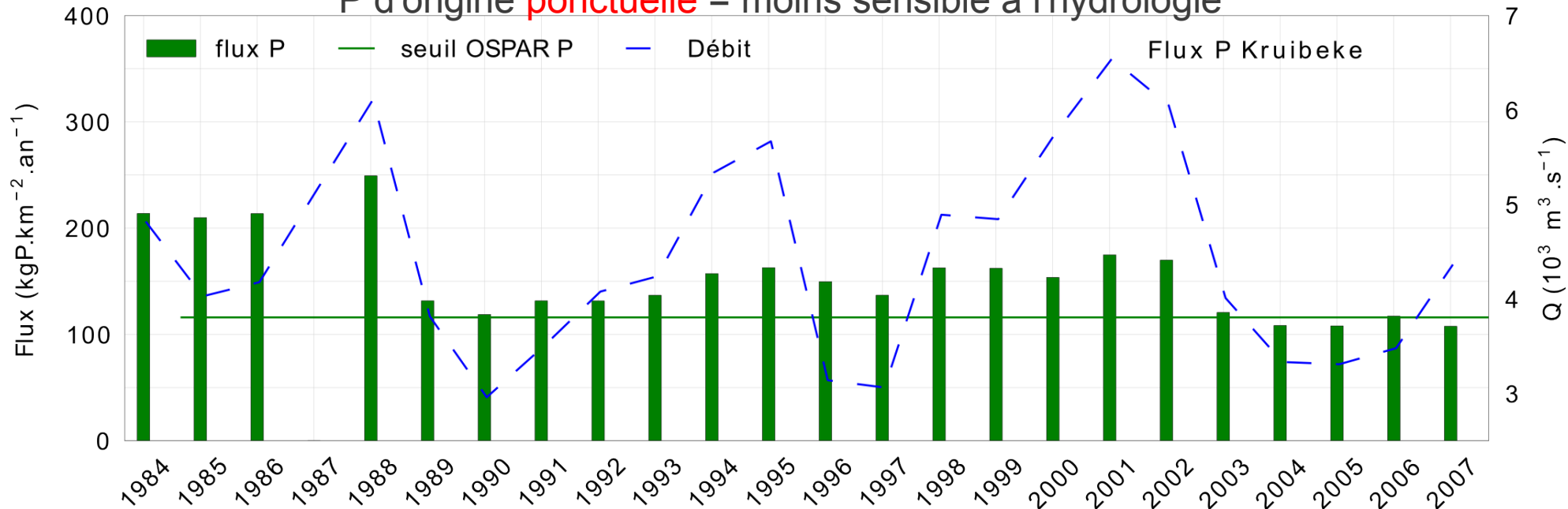


Flux N, P, Si à l'exutoire de l'Escaut

N et Si d'origine **diffuse** = très sensibles à l'hydrologie

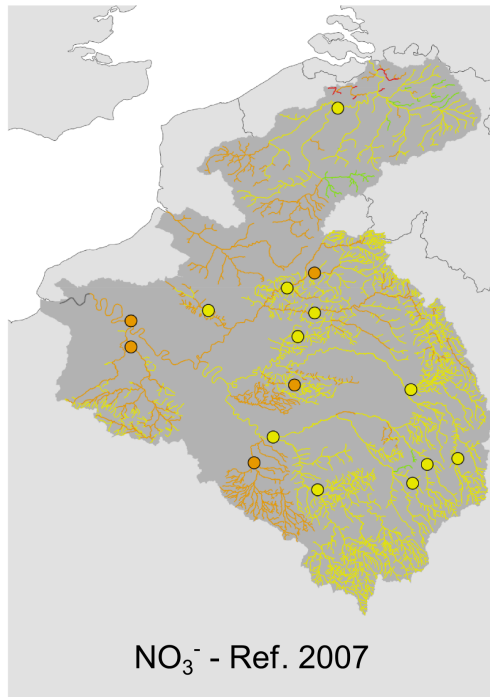
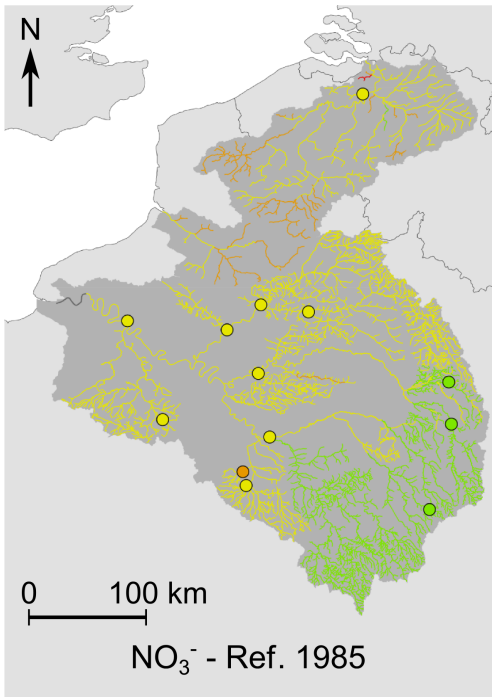


P d'origine **ponctuelle** = moins sensible à l'hydrologie

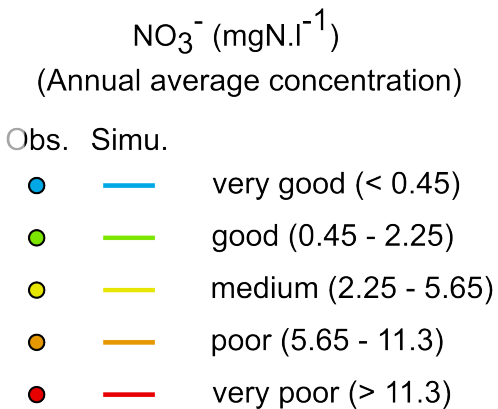
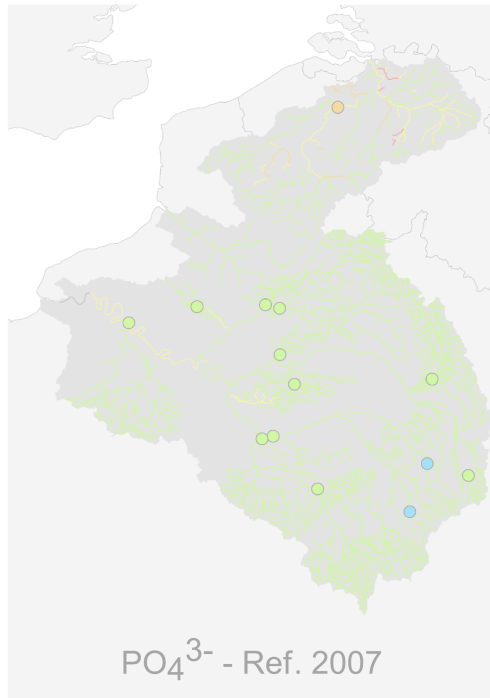
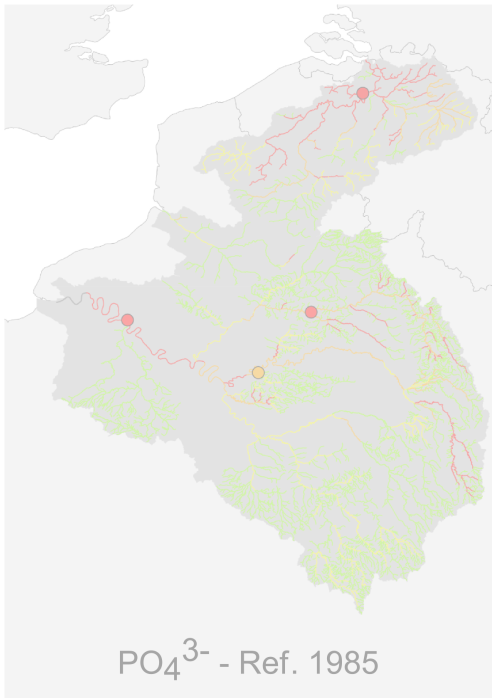


Objectif OSPAR P atteint

Evolution de la qualité de l'eau au sein des bassins

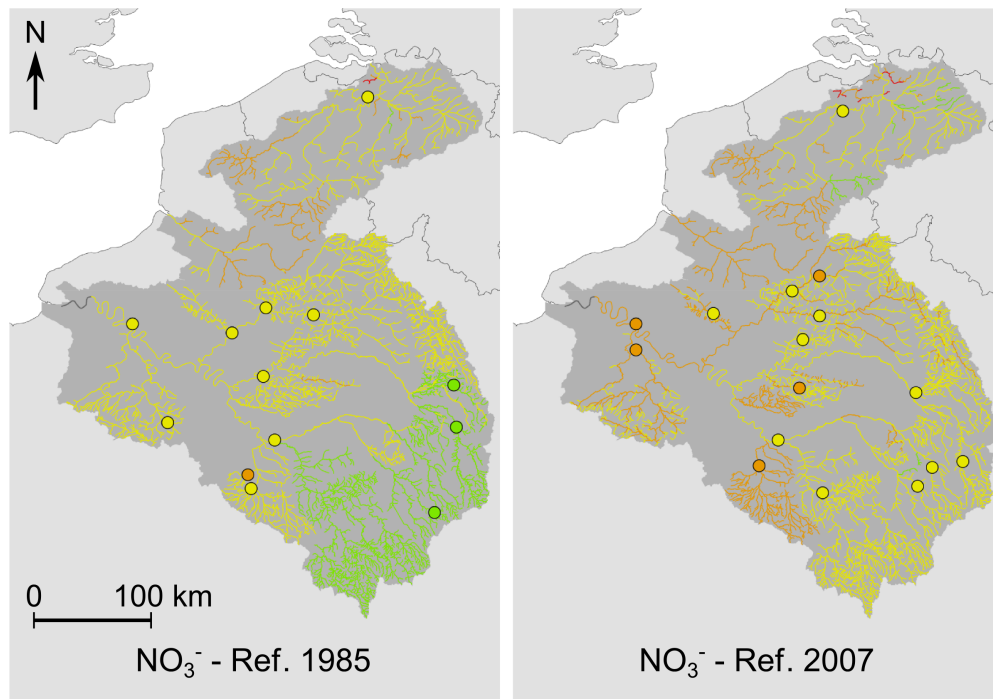


Augmentation des concentrations en nitrate

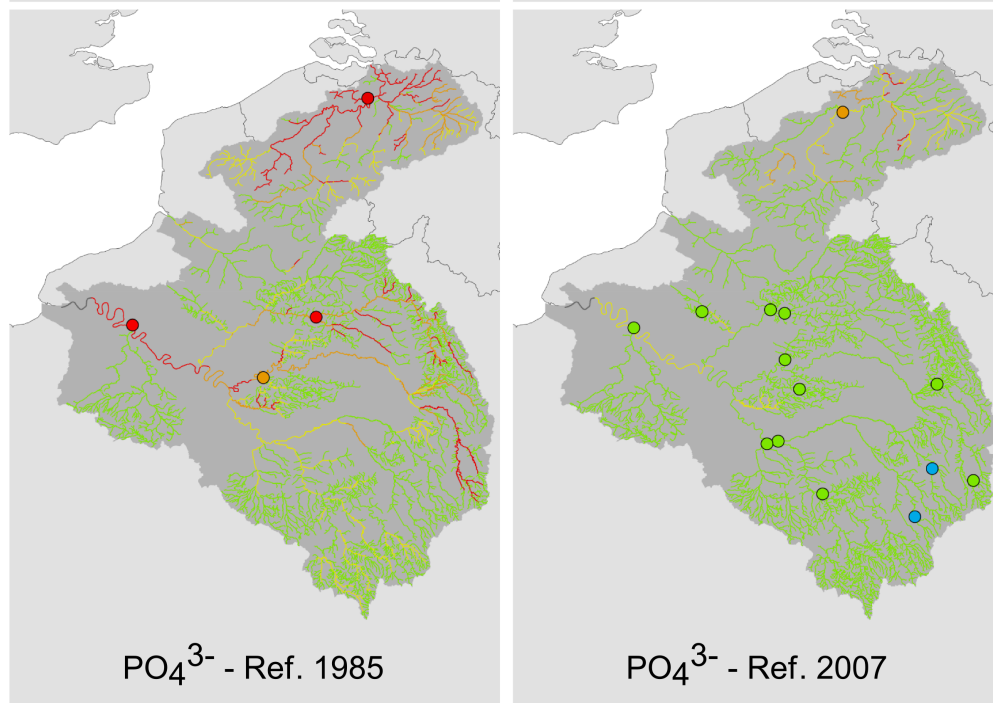


Échelle DCE

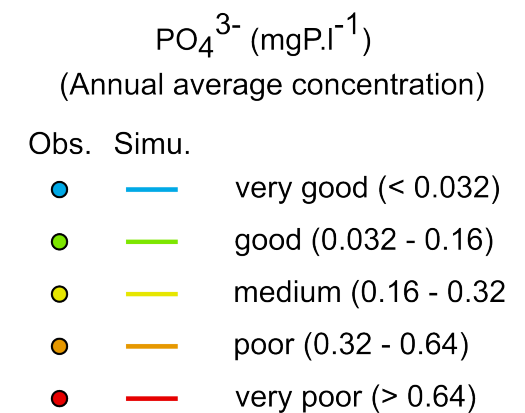
Evolution de la qualité de l'eau au sein des bassins



Augmentation des concentrations en nitrate

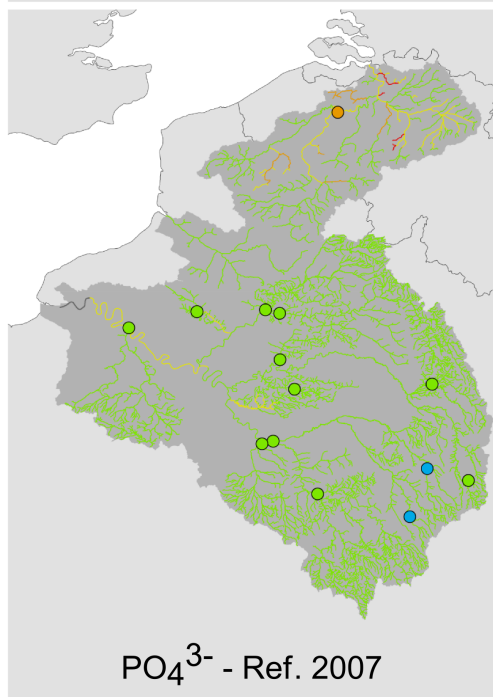
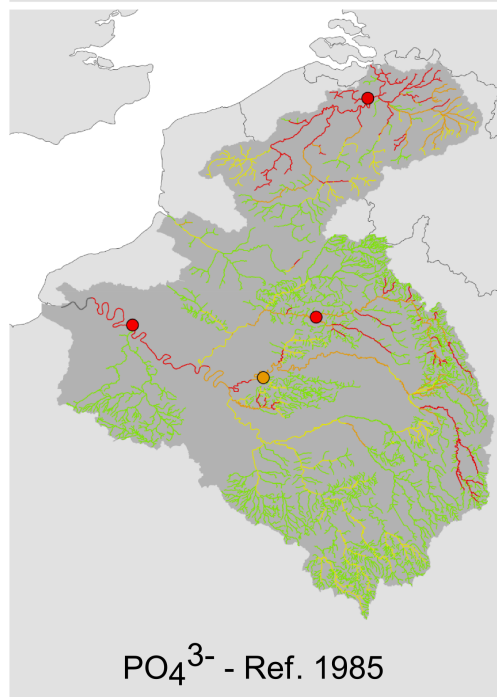
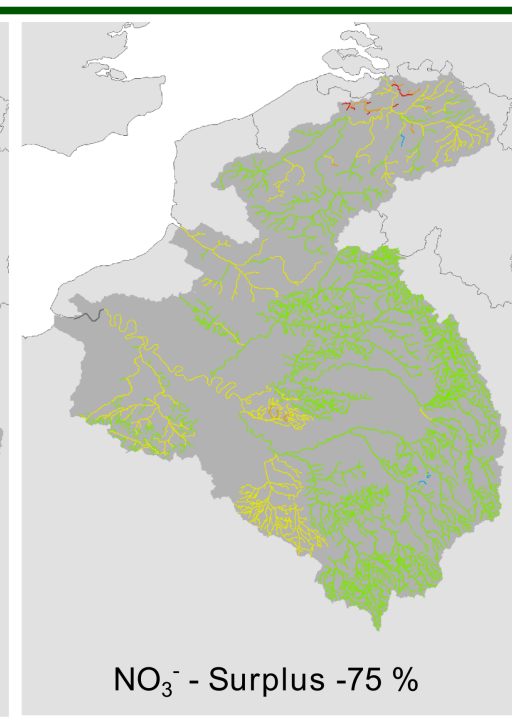
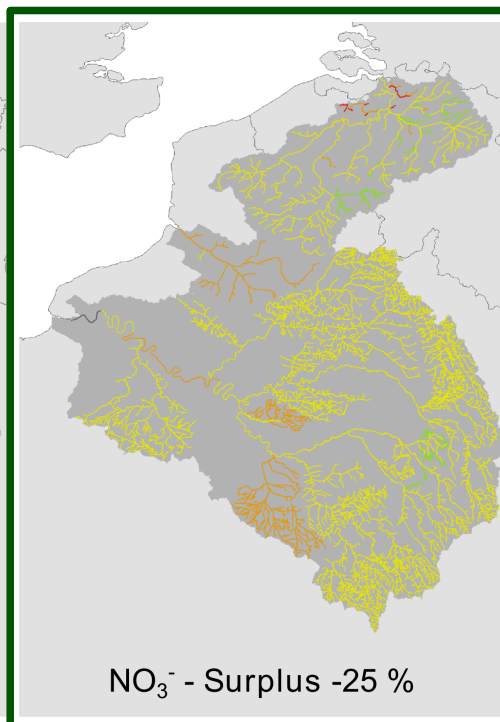
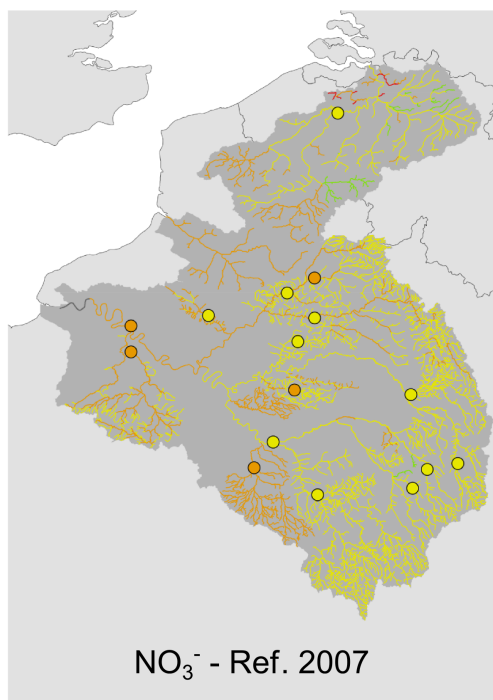
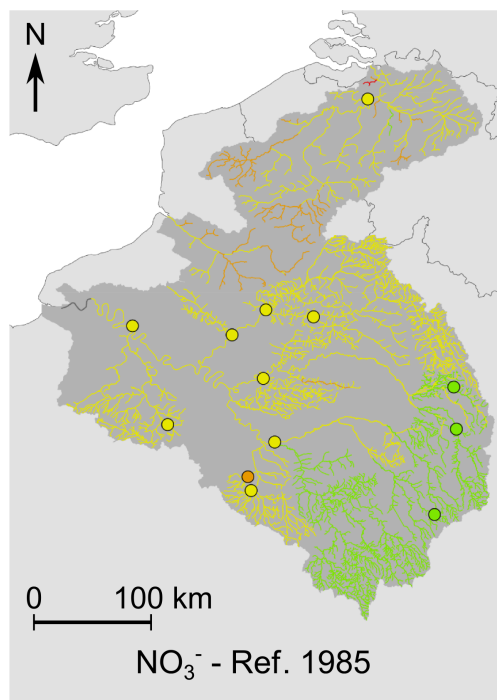


Diminution des concentrations en phosphore



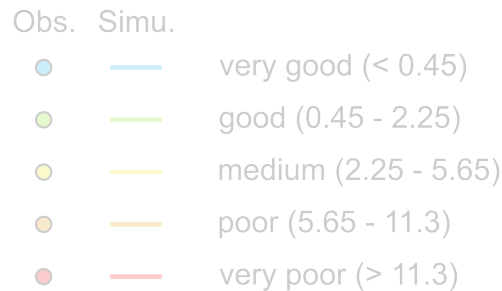
Scénarios de réduction des surplus

Scénarios



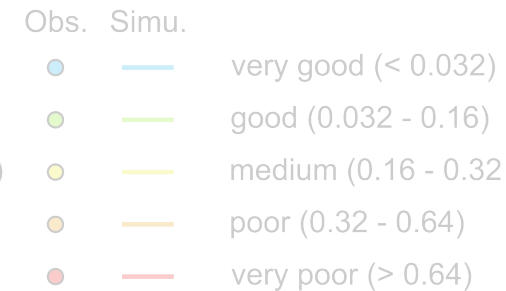
Amélioration, qualité « moyenne »

(Annual average concentration)



Amélioration, qualité « bonne »

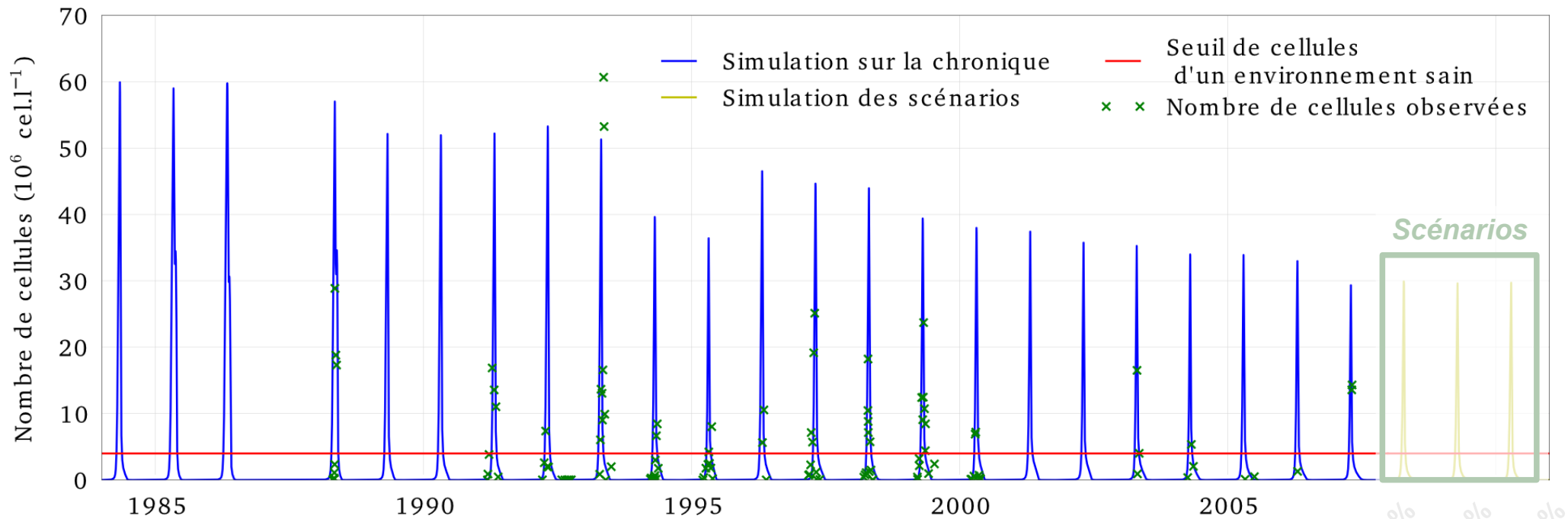
(Annual average concentration)



Intensité des efflorescences de *Phaeocystis* en mer du Nord

Evolution depuis 1984

Diminution de 60 millions de cellules à 30 millions

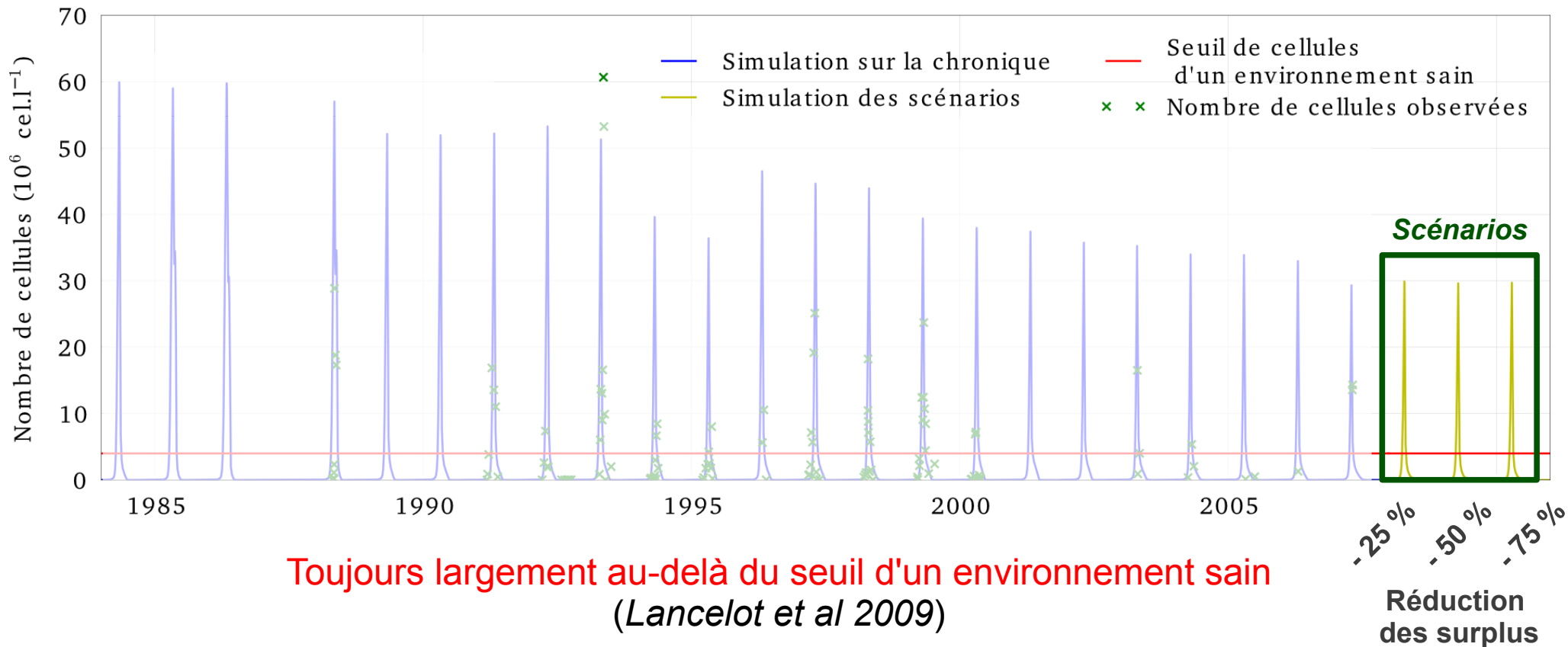


Toujours largement au-delà du seuil d'un environnement sain
(Lancelot et al 2009)

Intensité des efflorescences de *Phaeocystis* en mer du Nord

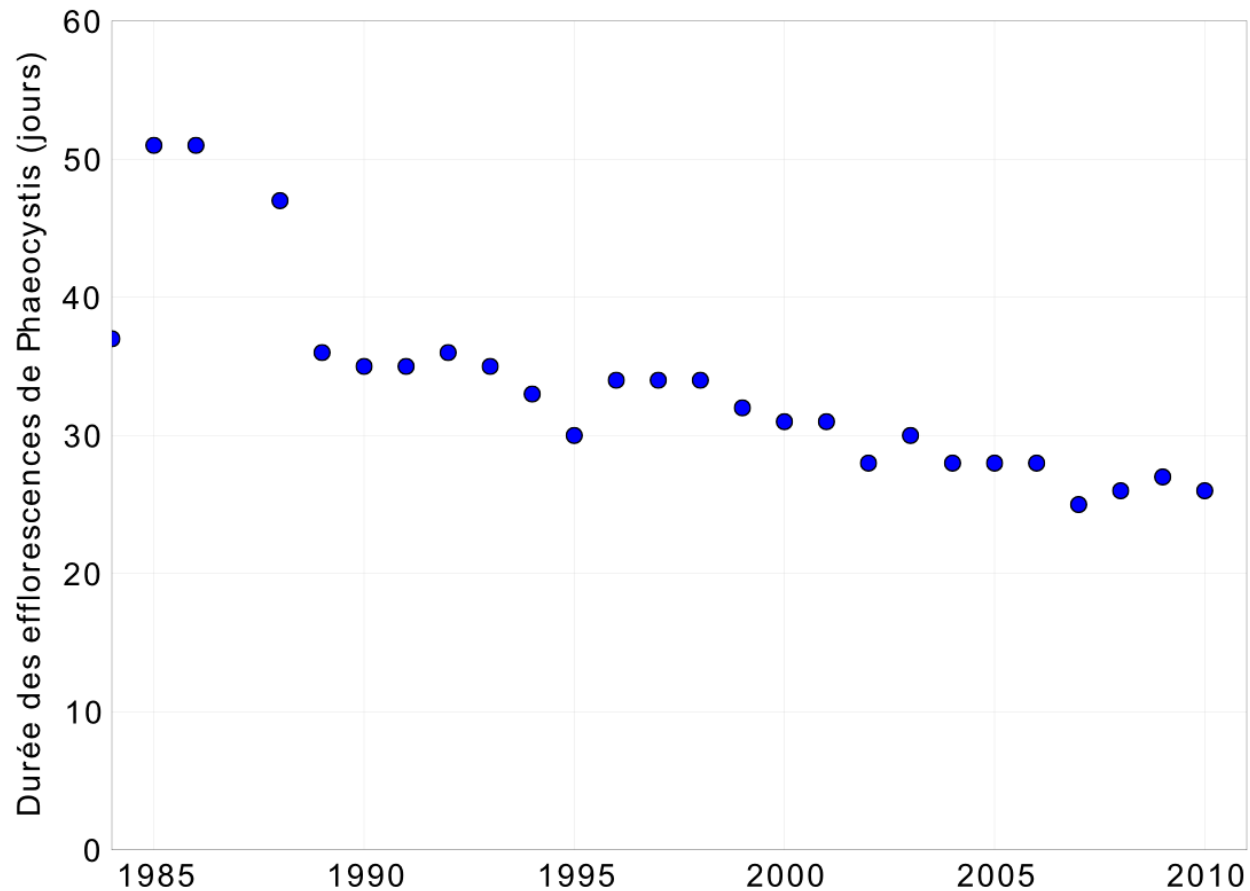
Scénarios de réduction de surplus

Pas de diminution supplémentaire

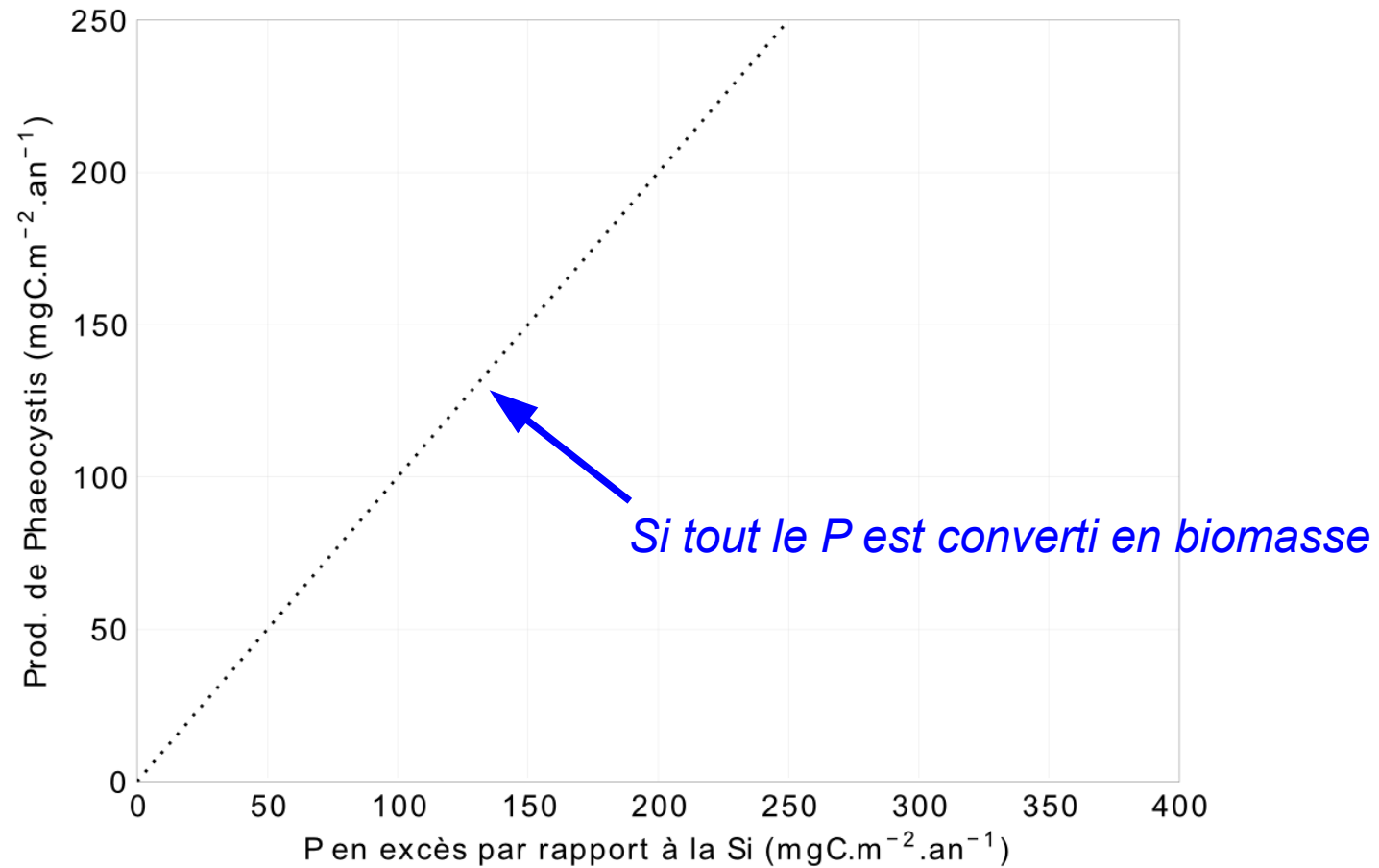


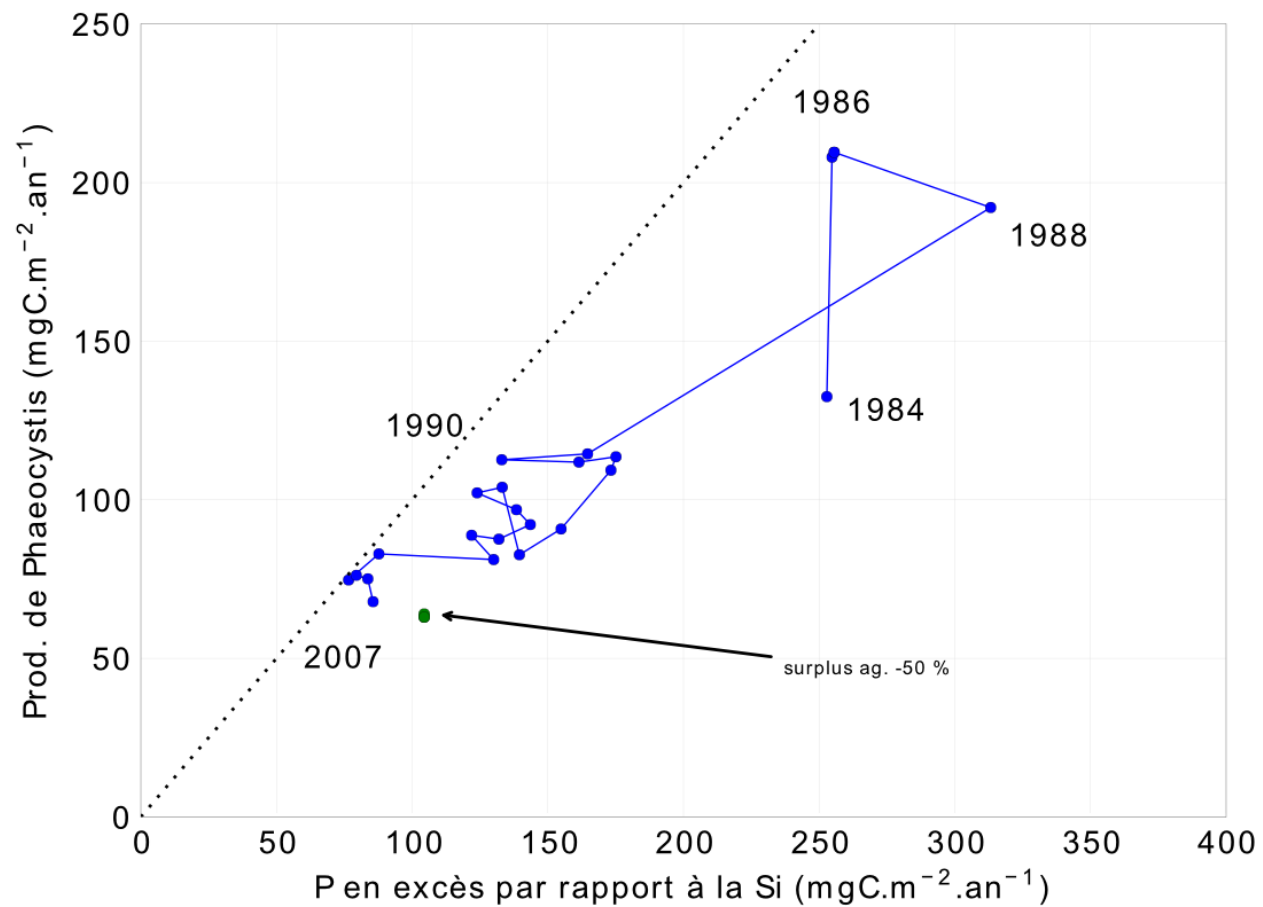
Développement de *Phaeocystis* en mer du Nord

Durée des efflorescences



Diminution de 51 à 28 jours

Développement de *Phaeocystis* en mer du NordProduction de *Phaeocystis*

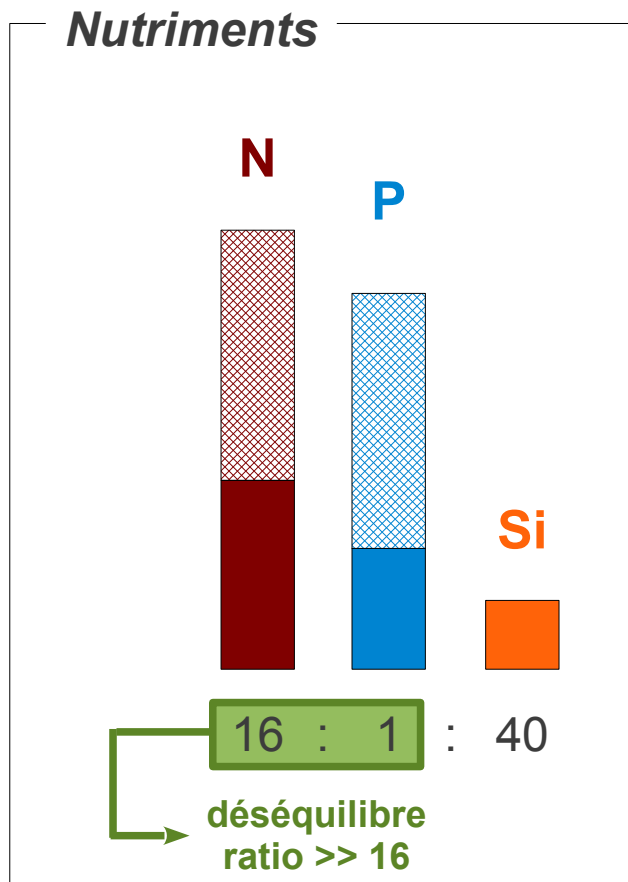
Développement de *Phaeocystis* en mer du NordProduction de *Phaeocystis*

Phaeocystis gouverné par le phosphore

Quels changements en termes de nutriments exportés à la mer ?

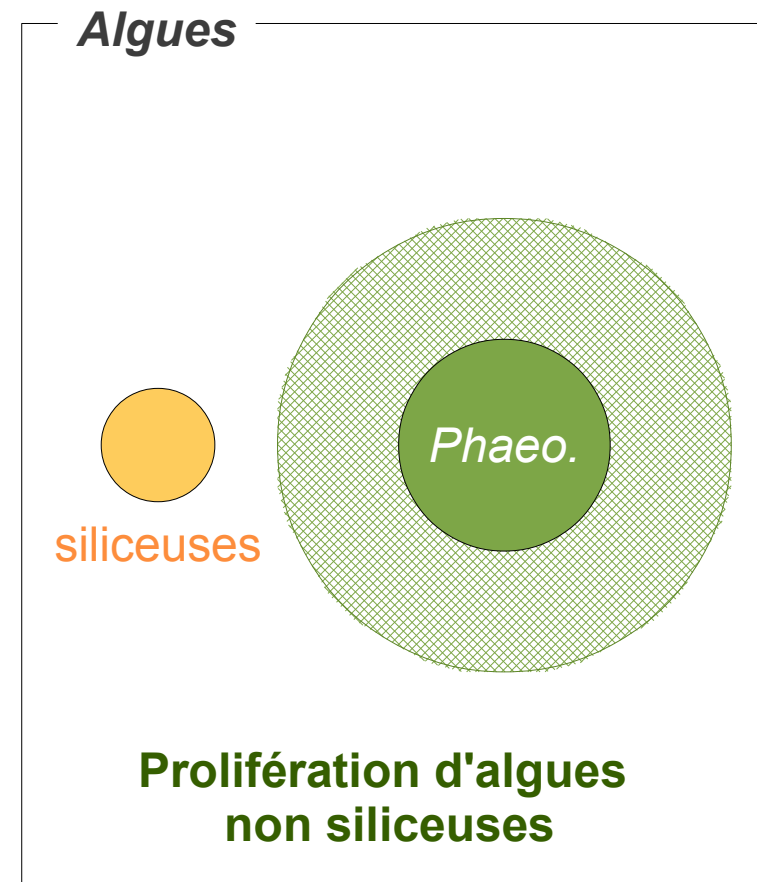
Quels impacts pour la zone côtière ?

1984



prélèvement

ratio C:N:P:(Si)

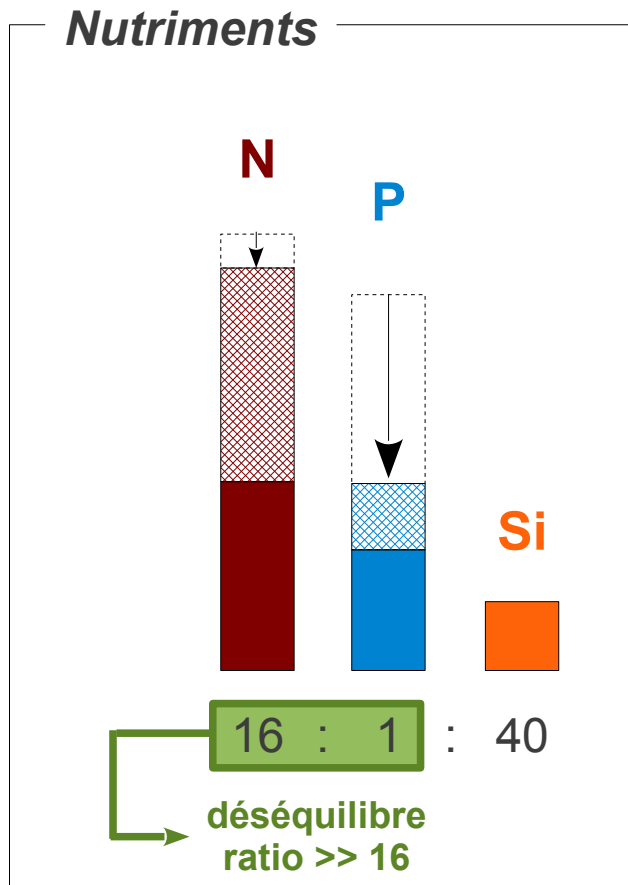


N limitant

Quels changements en termes de nutriments exportés à la mer ?

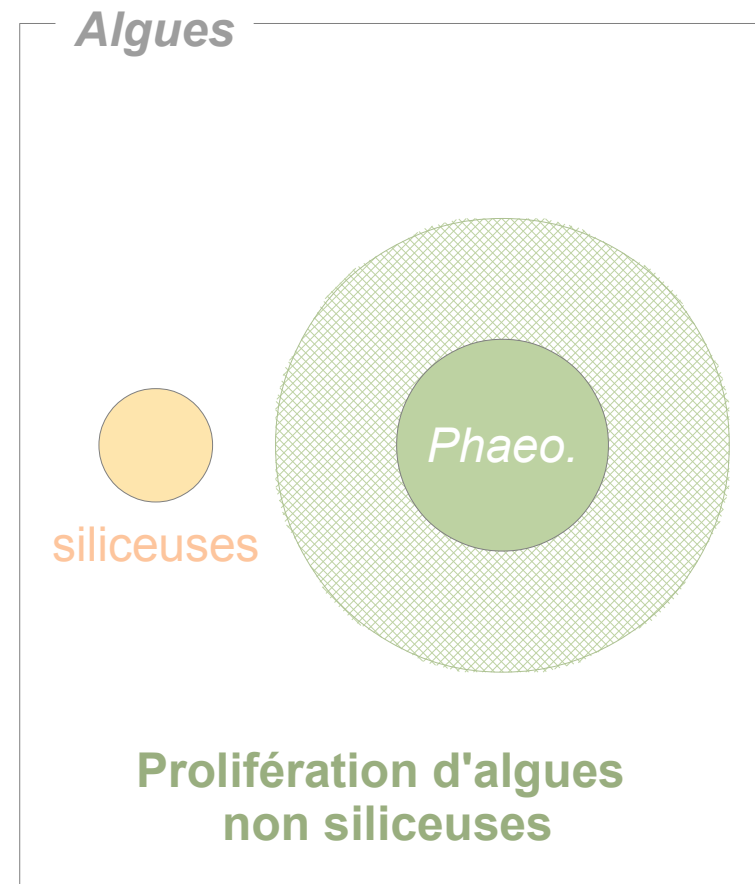
Quels impacts pour la zone côtière ?

1984 → 2007



prélèvement

ratio C:N:P:(Si)

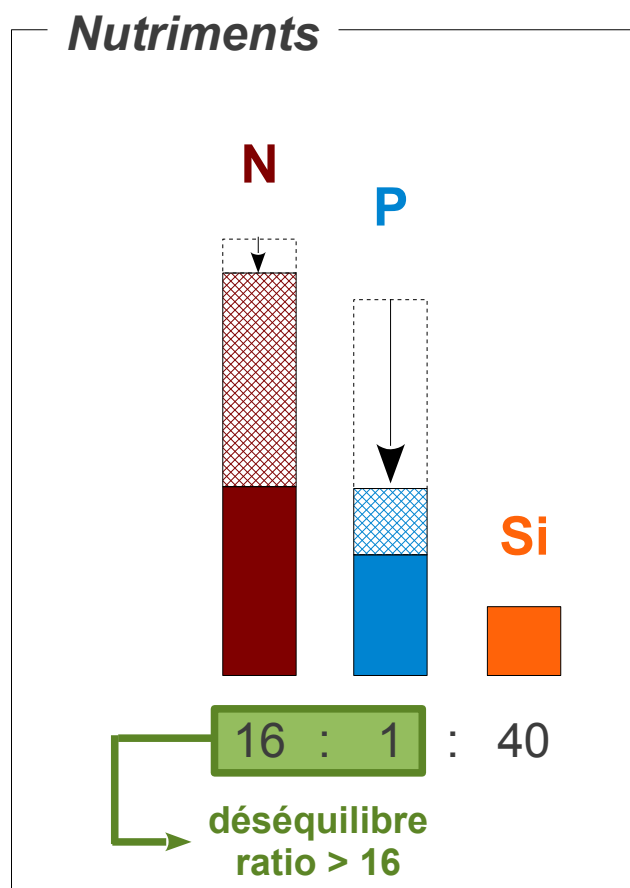


N limitant

Quels changements en termes de nutriments exportés à la mer ?

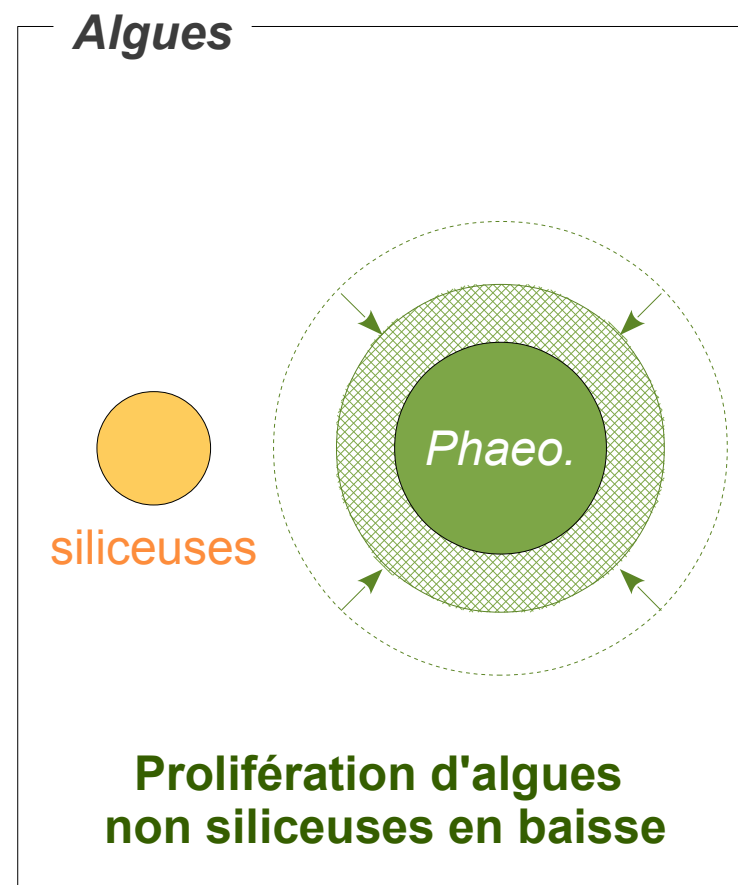
Quels impacts pour la zone côtière ?

1984 → 2007



prélèvement

ratio C:N:P:(Si)

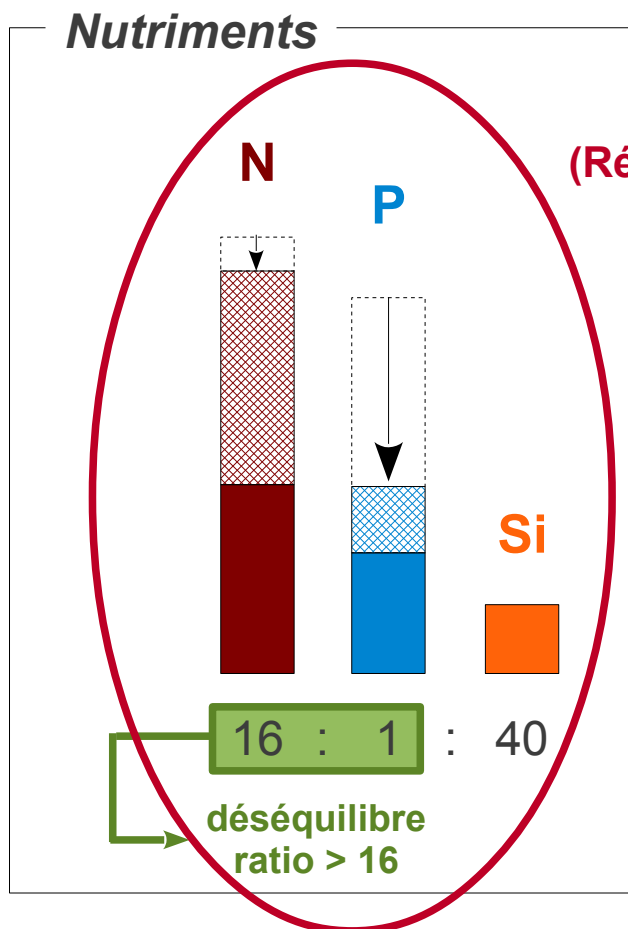


P limitant

Quels changements en termes de nutriments exportés à la mer ?

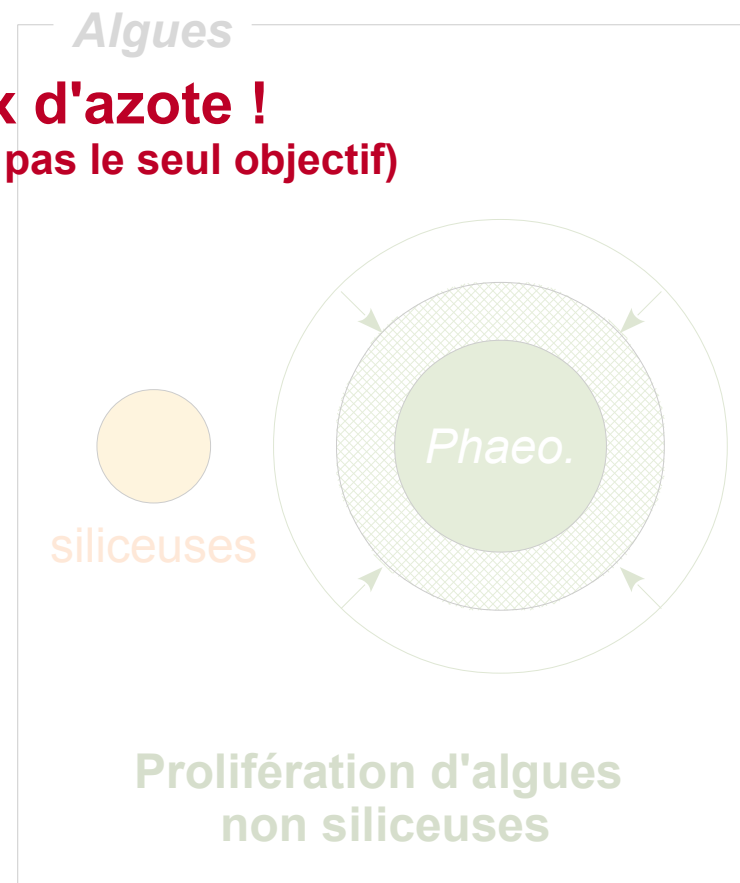
Quels impacts pour la zone côtière ?

1984 → 2007



Réduire les flux d'azote !
(Réduire *Phaeocystis* n'est pas le seul objectif)

prélèvement
ratio C:N:P:(Si)



P limitant

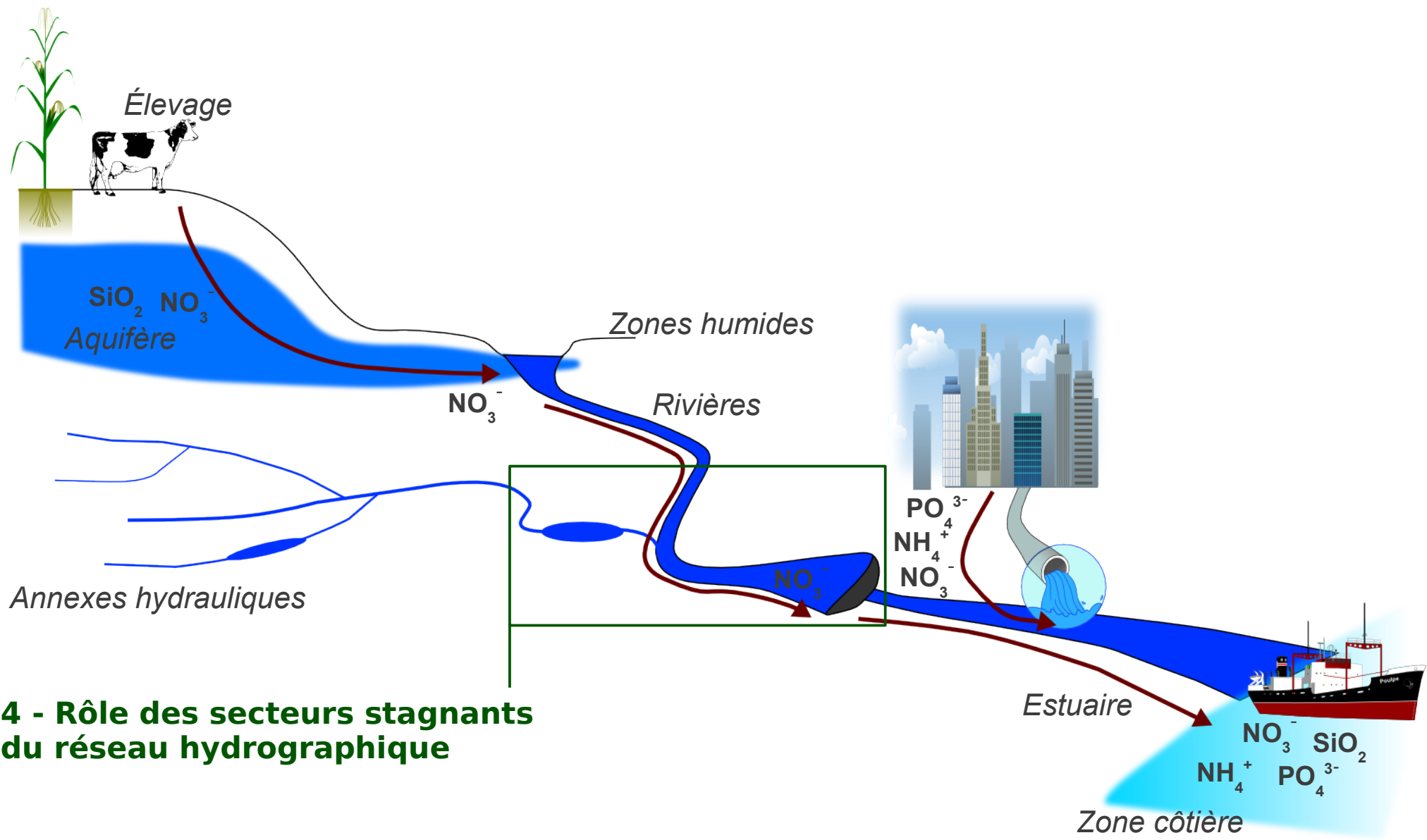
Gène pour la potabilisation,
efflorescences d'algues toxiques ...

II - QUELS RÔLES JOUENT LES SECTEURS STAGNANTS SUR LES FLUX DE NUTRIMENTS ?

Comment les étangs abattent-ils l'azote ?

Quels scénarios de réintroduction d'étangs ?

Quelle efficacité en termes de réductions des flux d'azote
d'une telle **mesure curative** ?



4 - Rôle des secteurs stagnants du réseau hydrographique

Abattement d'azote dans les étangs, lacs et réservoirs



Grands Lacs de Seine
rétenion N = 40 %
(Garnier et al, 1999)



Zones humides artificielles
(État-Unis)
rétenion N = 43 %
(Mitsch et al, 2005)

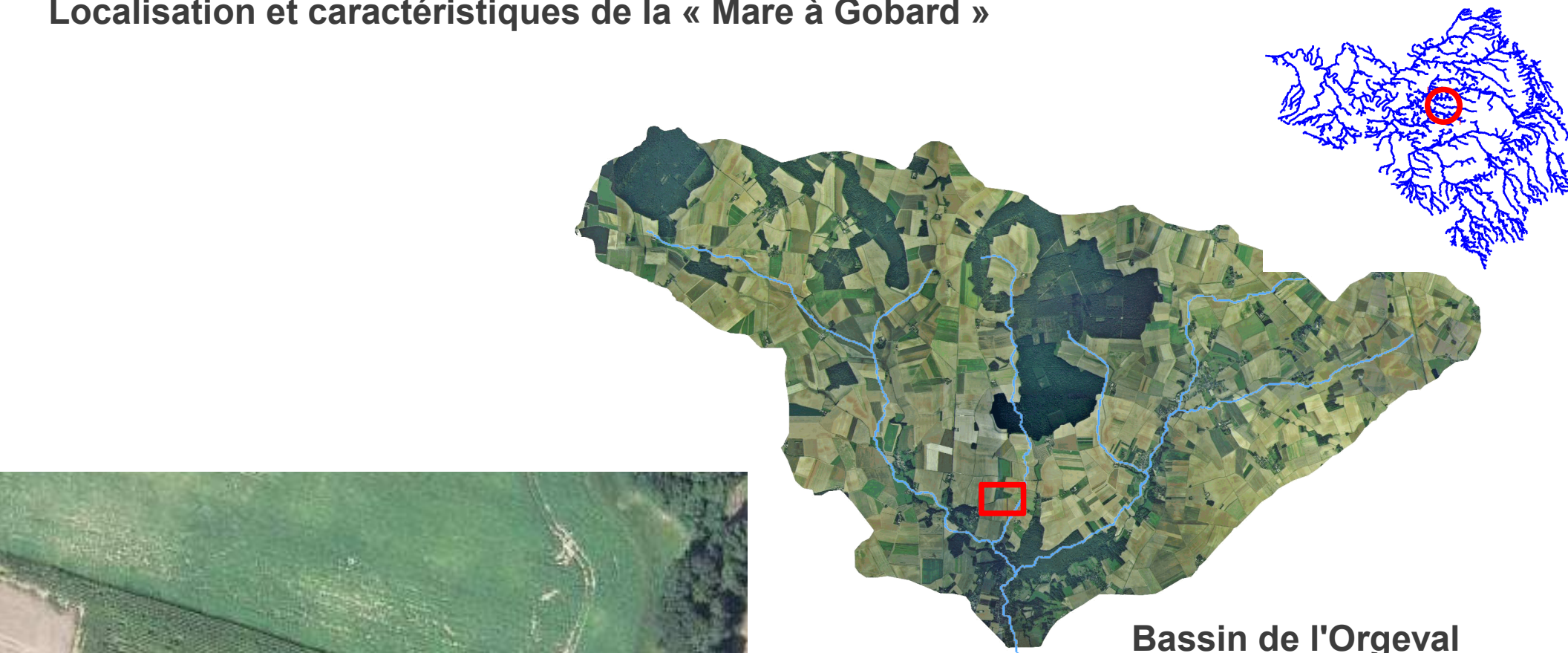


Lacs scandinaves
rétenion N = 55 %
(Jansson et al, 1994)

Principal mécanisme de rétention : **dénitrification benthique**

Avantage de se focaliser sur les étangs : « facile » à intégrer à Seneque

Localisation et caractéristiques de la « Mare à Gobard »



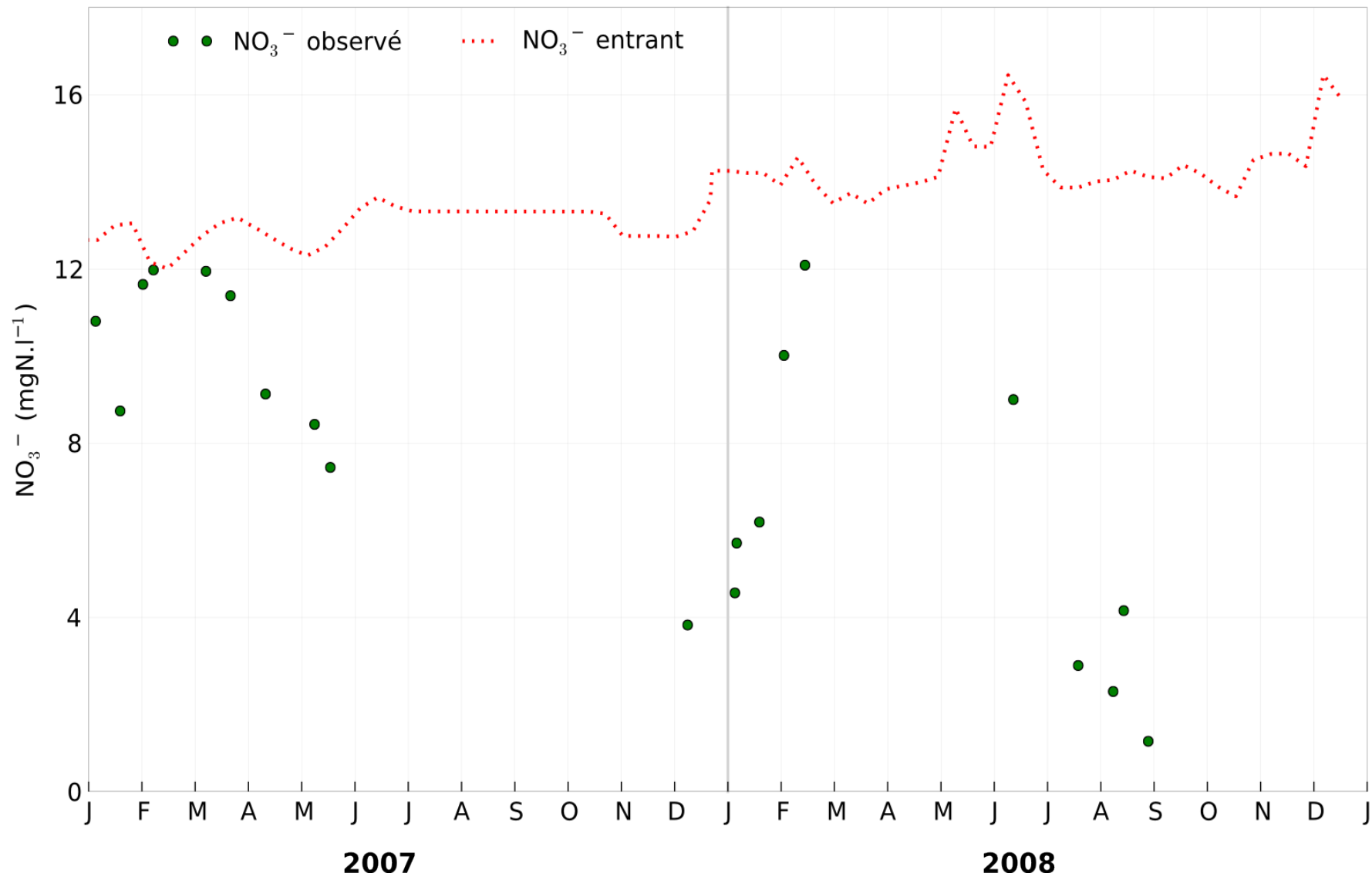
Bassin de l'Orgeval

Volume $\approx 8\ 000\ \text{m}^3$

Superficie $\approx 3\ 700\ \text{m}^2$

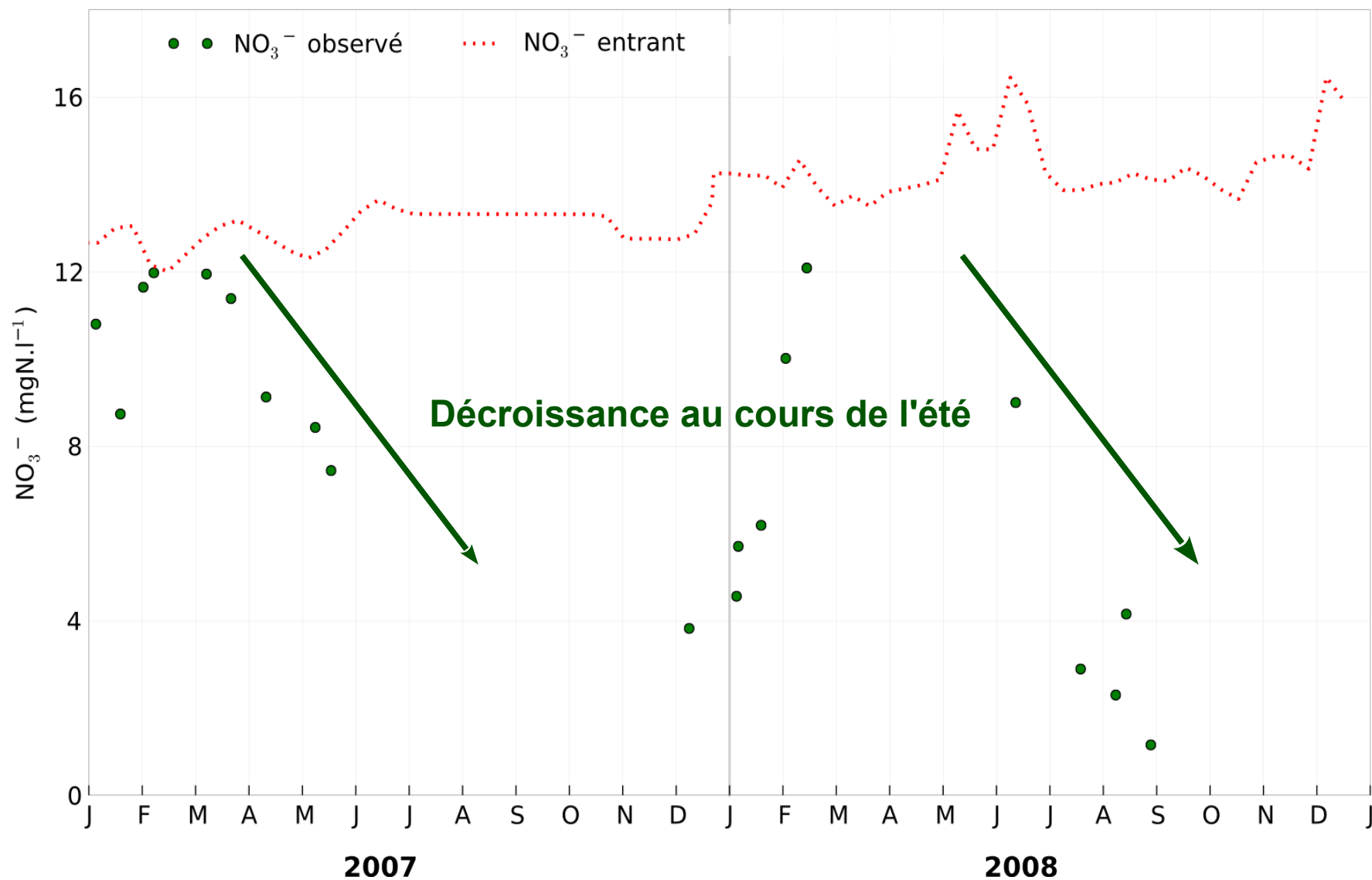
Reçoit des eaux de drainage
Agricole de 35 ha de terres arables

Suivi et modélisation de l'azote dans la « Mare à Gobard »



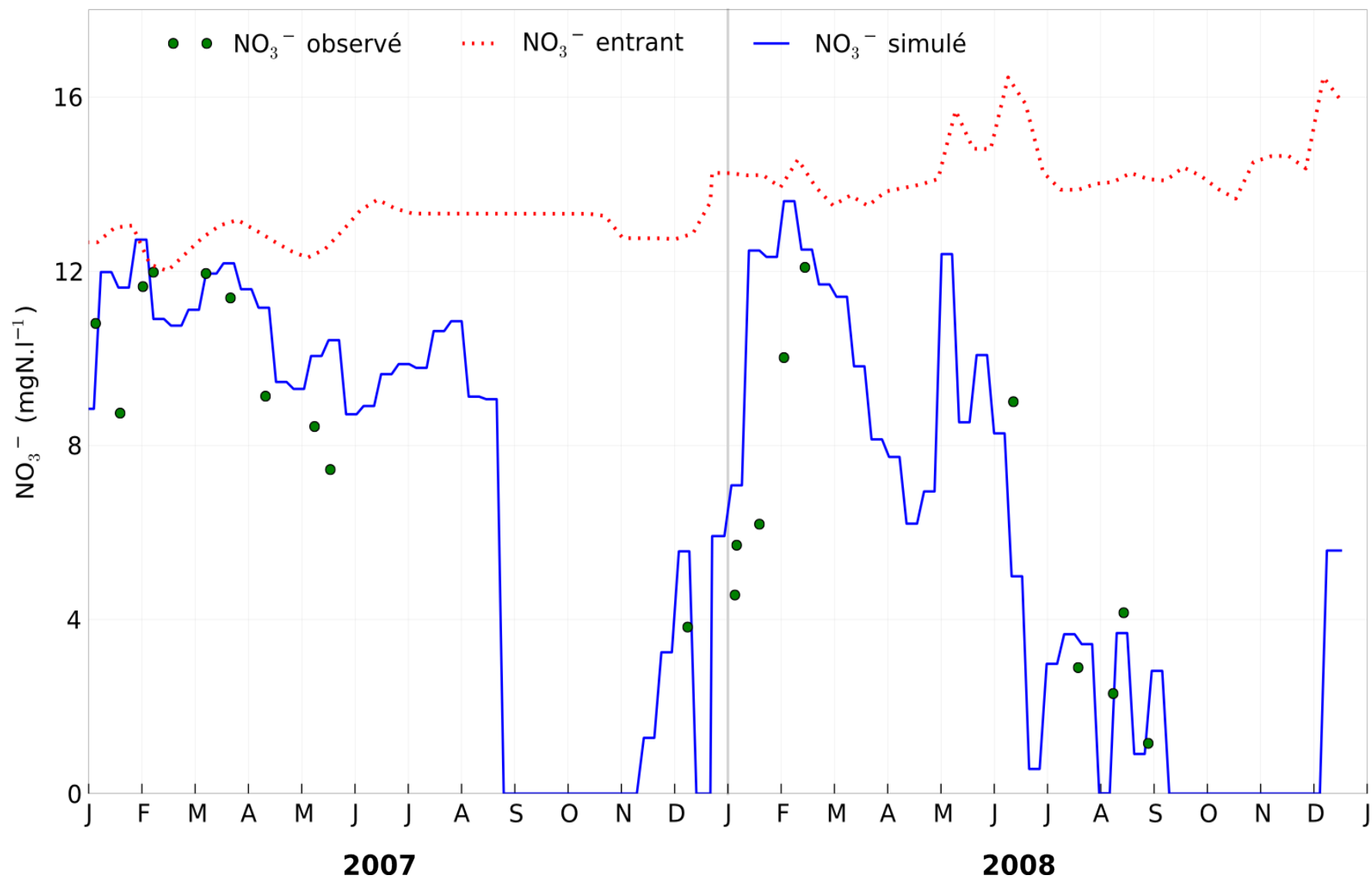
Evolution saisonnière de la concentration en nitrate

Suivi et modélisation de l'azote dans la « Mare à Gobard »



Abattement estival mesuré de plus de 50 %

Suivi et modélisation de l'azote dans la « Mare à Gobard »



Validation simulation: RMSE 0,52

La mémoire des territoires, les étangs du passé

La carte de Cassini, première carte de France à fine échelle (fin 18^{ème})

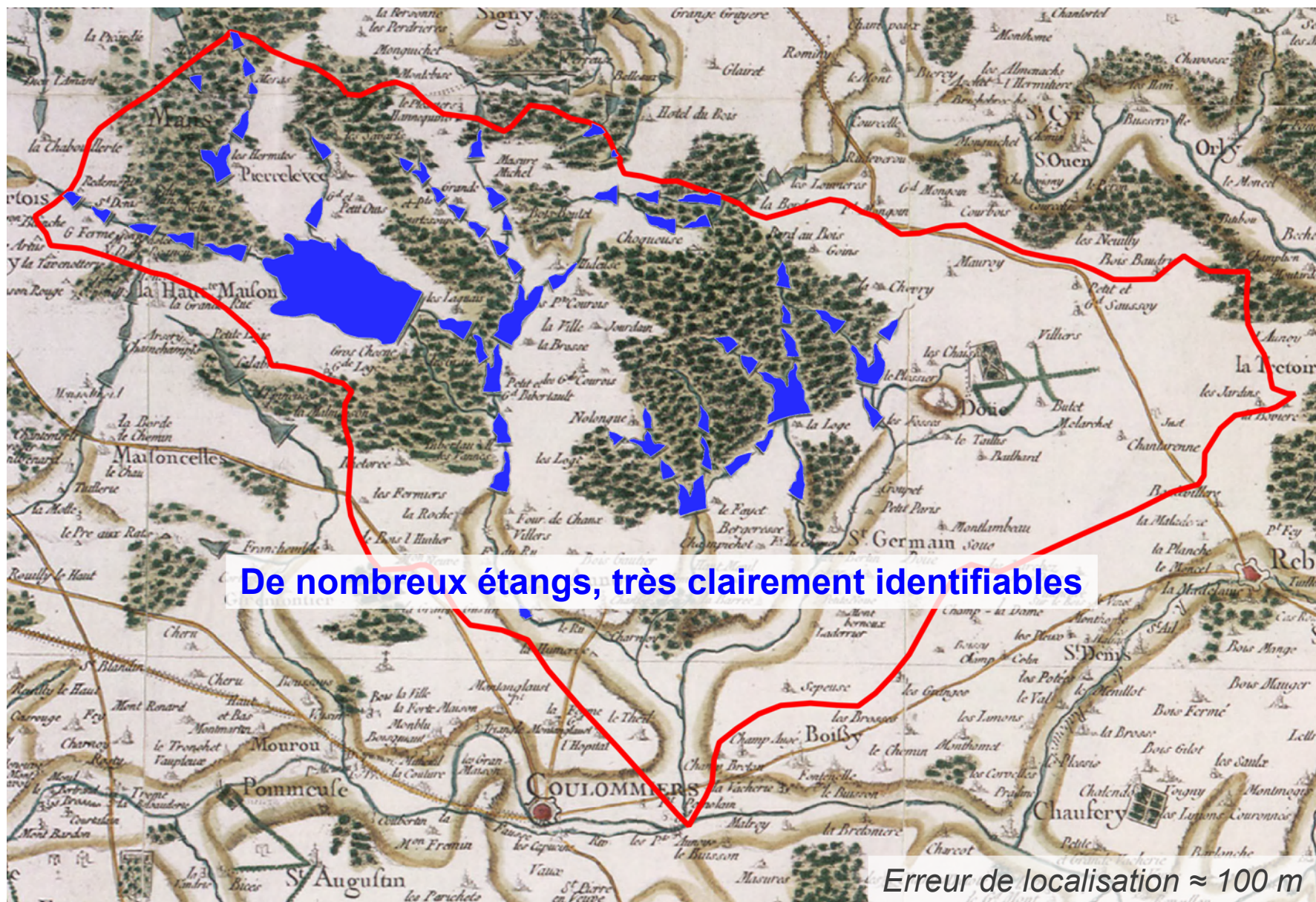


Erreur de localisation ≈ 100 m

Le bassin de l'Orgeval tel que représenté sur la carte de Cassini

La mémoire des territoires, les étangs du passé

La carte de Cassini, première carte de France détaillée (fin 18^{ème})

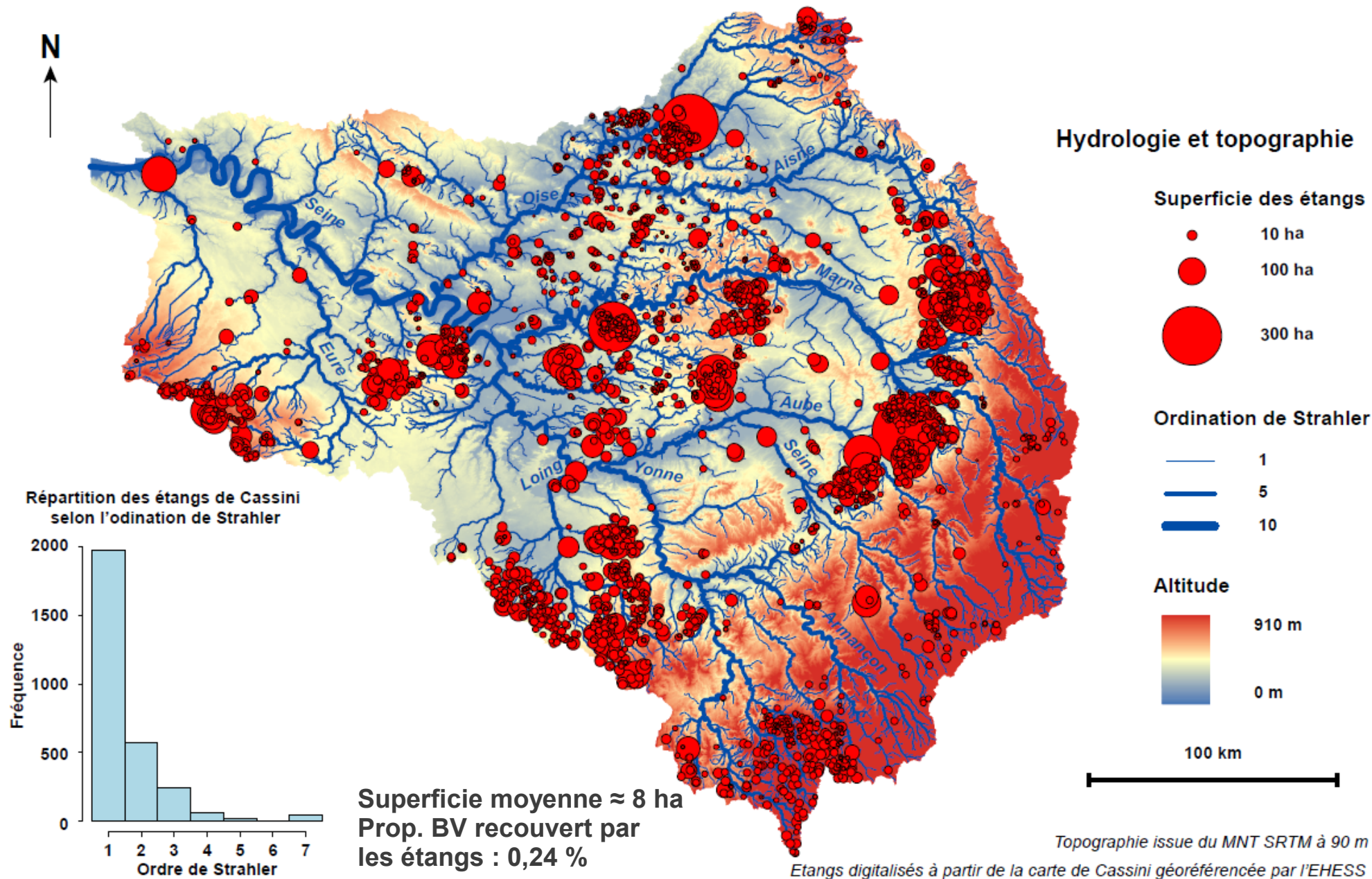


Erreur de localisation ≈ 100 m

Le bassin de l'Orgeval tel que représenté sur la carte de Cassini

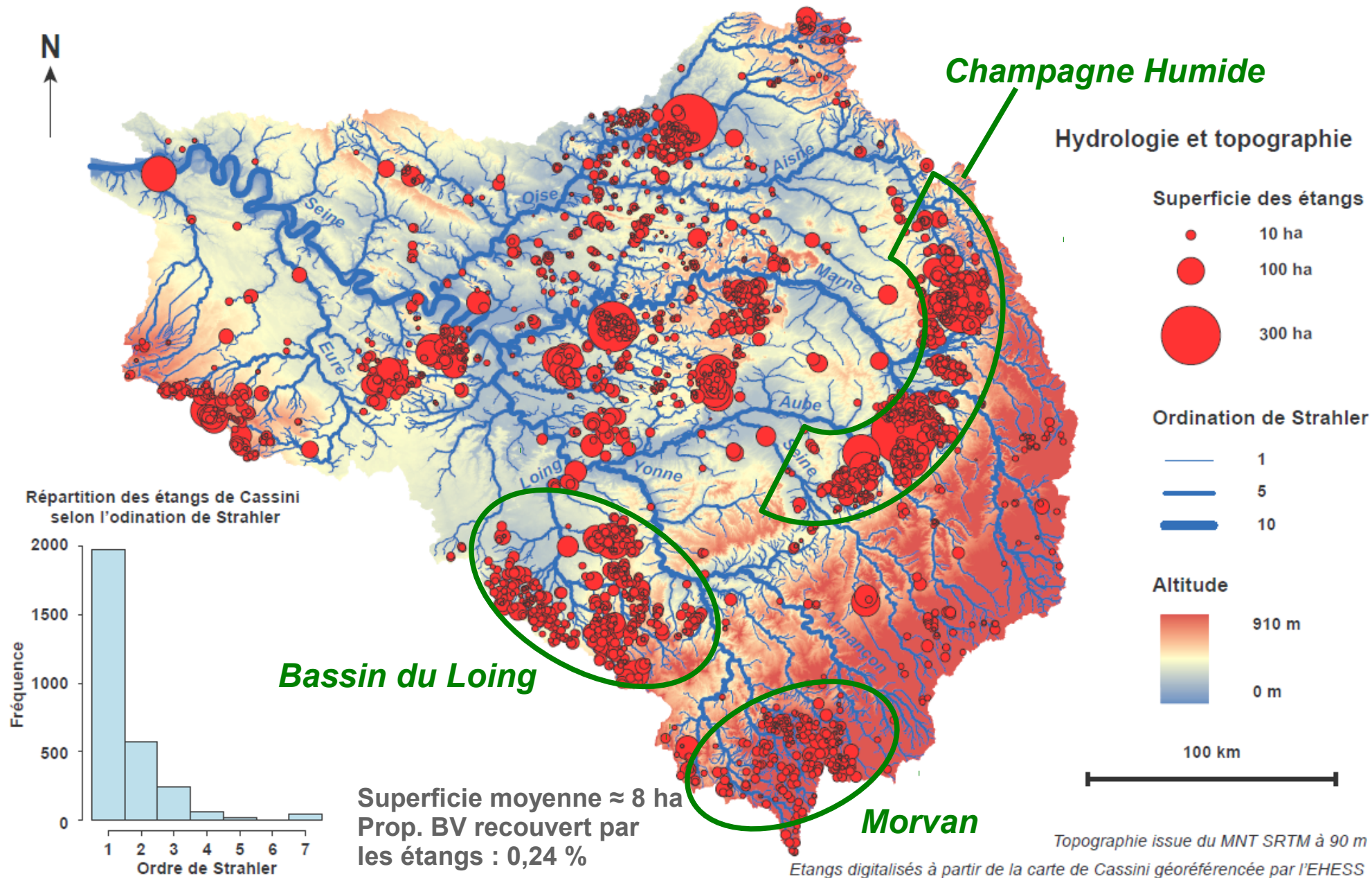
Plus de 2500 étangs au fil de l'eau à la fin du 18^{ème}

REPARTITION DES ETANGS DE CASSINI SUR LE BASSIN DE LA SEINE

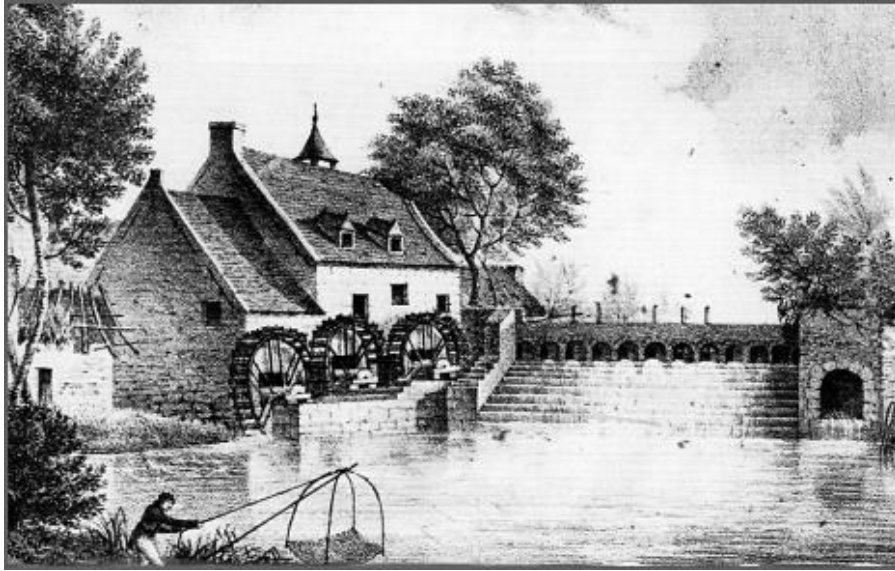


Plus de 2500 étangs au fil de l'eau à la fin du 18^{ème}

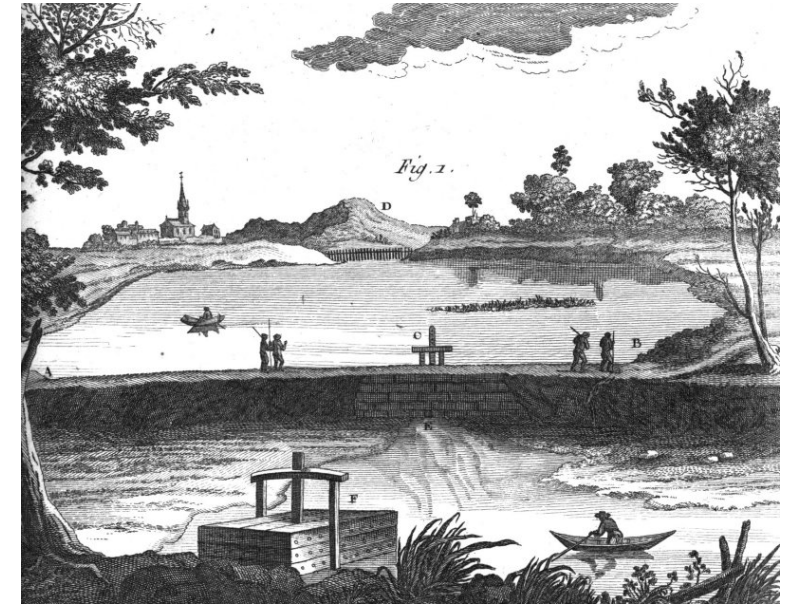
REPARTITION DES ETANGS DE CASSINI SUR LE BASSIN DE LA SEINE



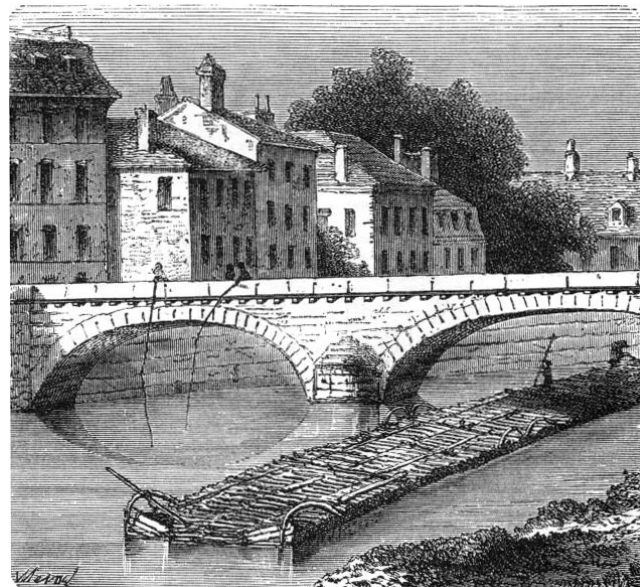
Des étangs aux usages multiples



Actionner des moulins

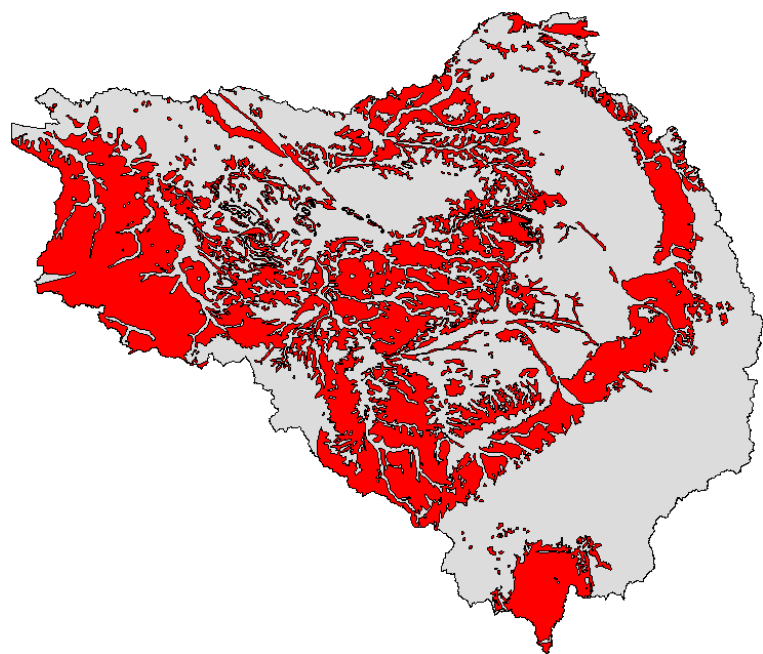


Aquaculture et pêche



Flottage du bois vers Paris

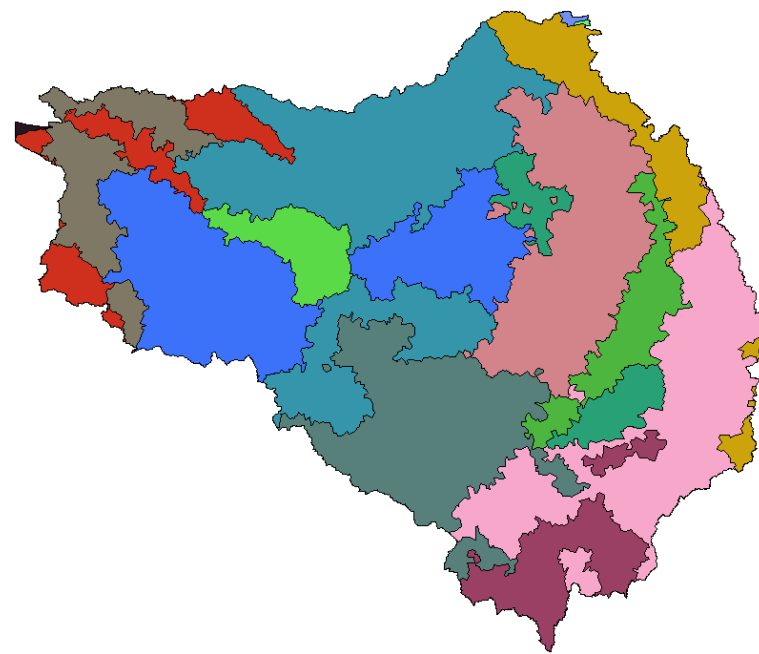
Construction de deux scénarios de réintroduction d'étangs



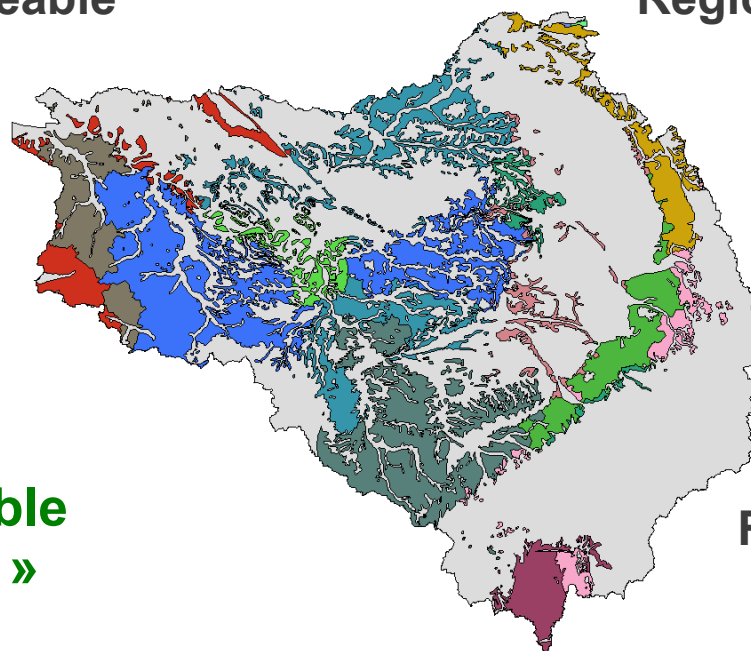
Substrat imperméable

+

=



Régions agricoles homogènes



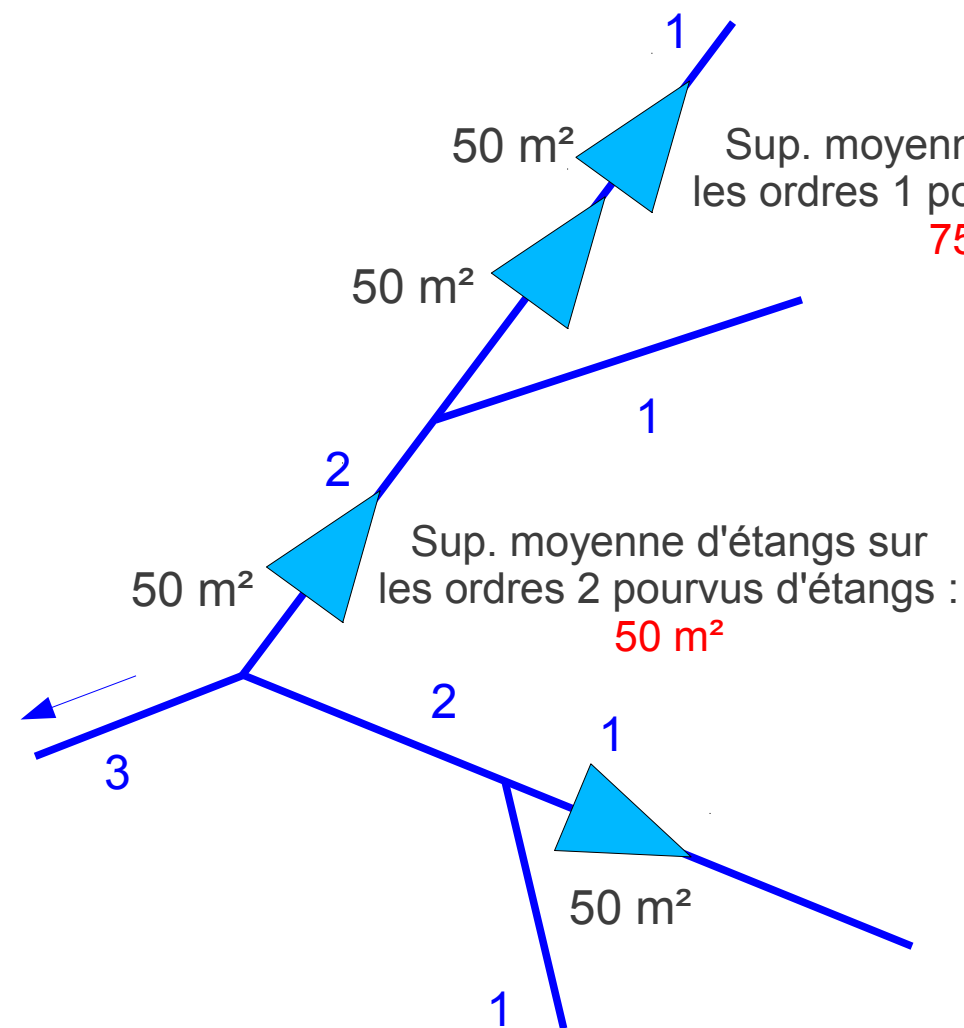
Intérêt :

- physiquement possible
- mémoire du « terroir »

Régions agricoles homogènes
sur substrat imperméable où
réimplanter des étangs

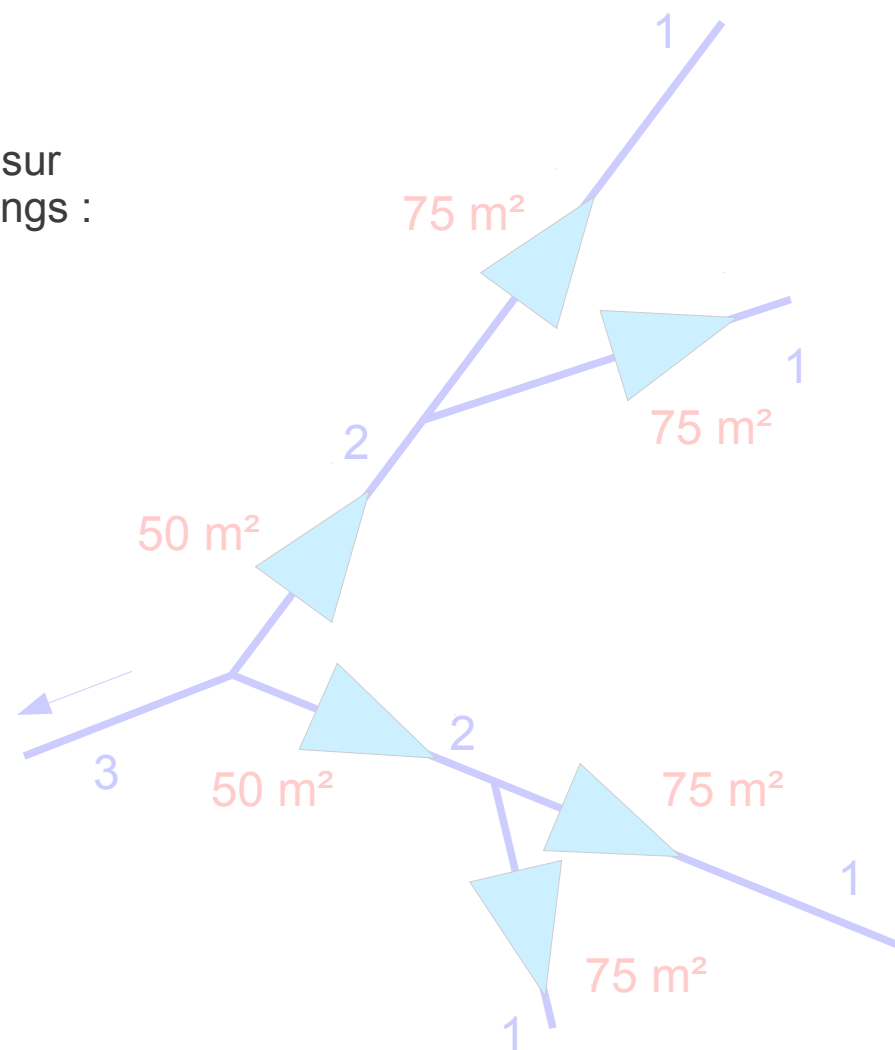
Construction de deux scénarios de réintroduction d'étangs

Exemple au sein d'une région agricole homogène sur substrat imperméable



Situation sur la carte de Cassini
Proportion d'étangs : 0.24 %

« Scénario Cassini »

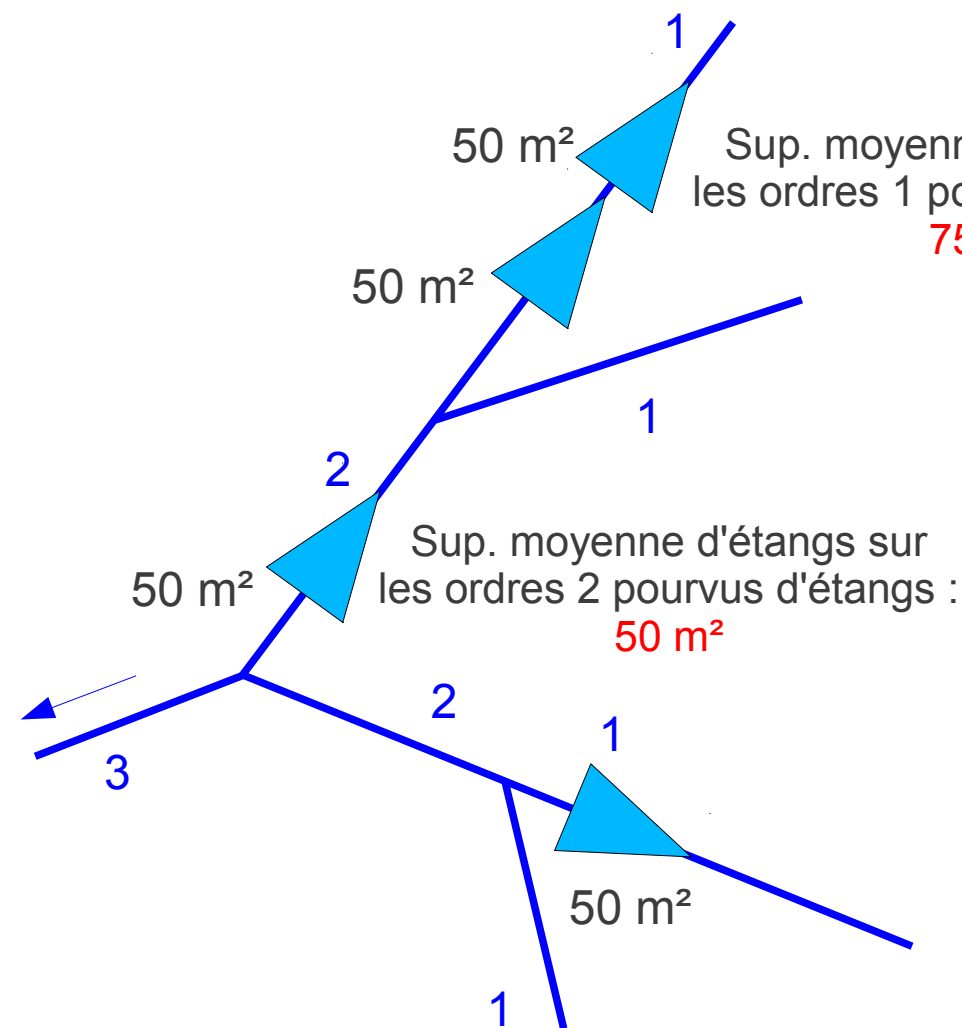


Situation Cassini plus
Proportion d'étangs : 0.76 %

« Scénario Cassini Plus »

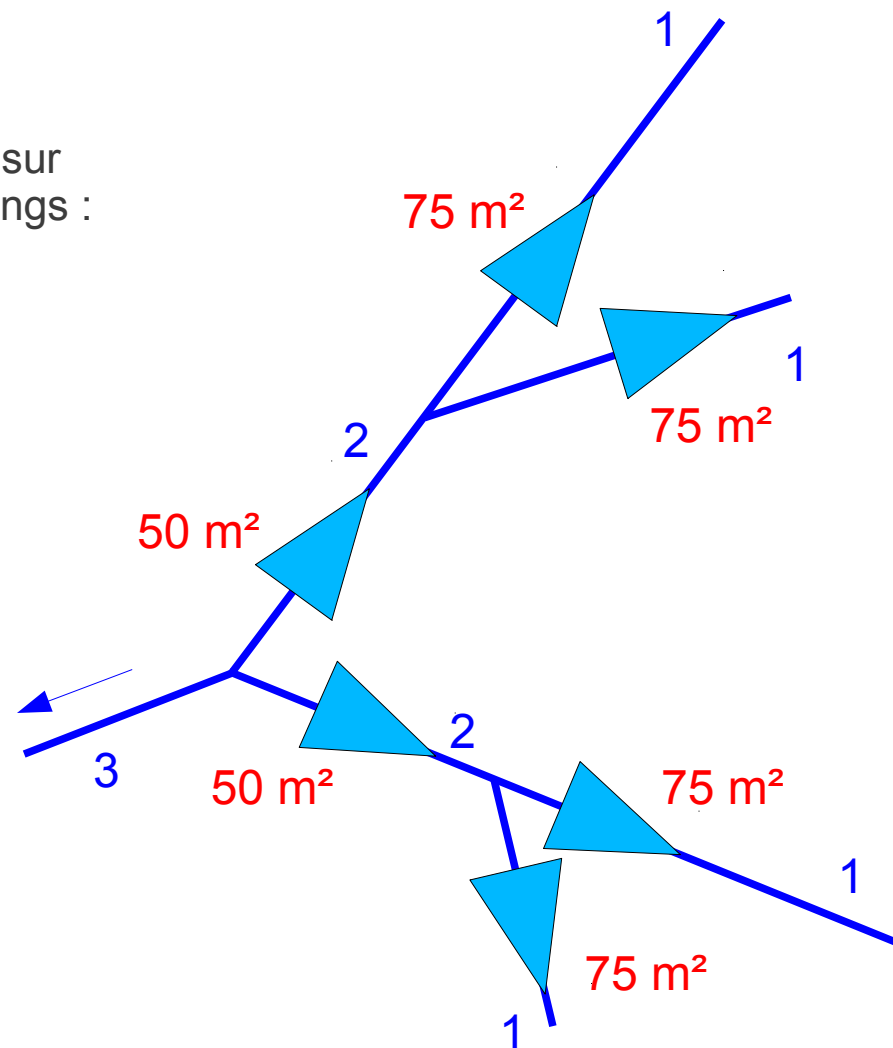
Construction de deux scénarios de réintroduction d'étangs

Exemple au sein d'une région agricole homogène sur substrat imperméable



Situation sur la carte de Cassini
Proportion d'étangs : 0.24 %

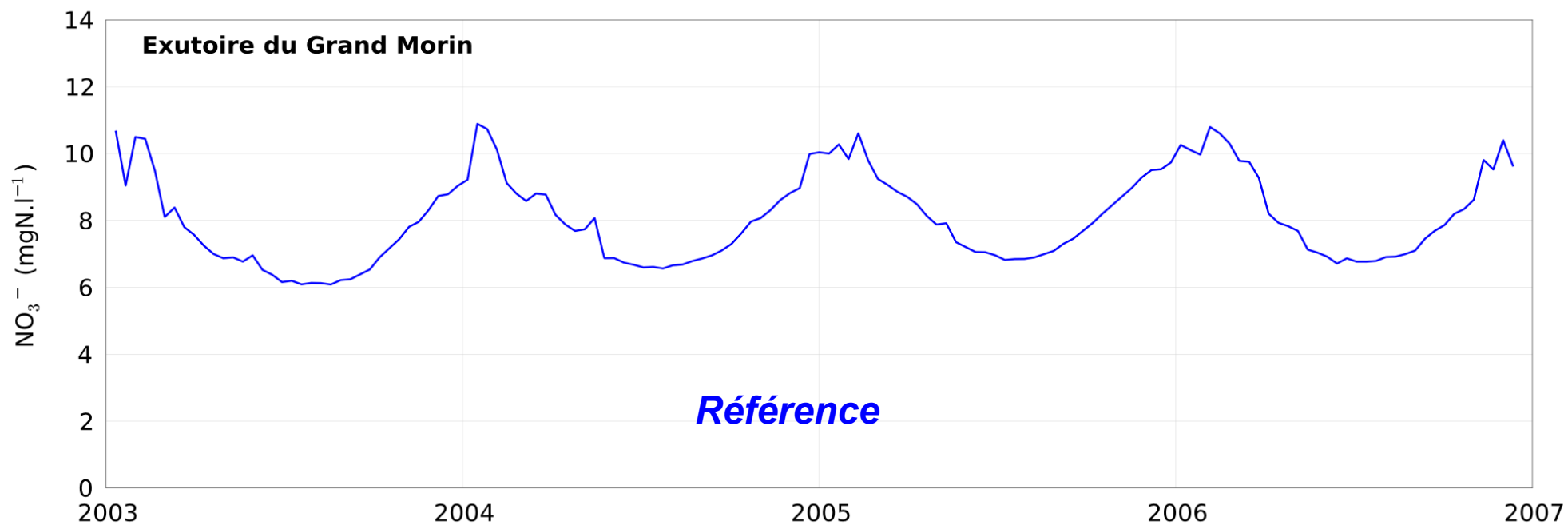
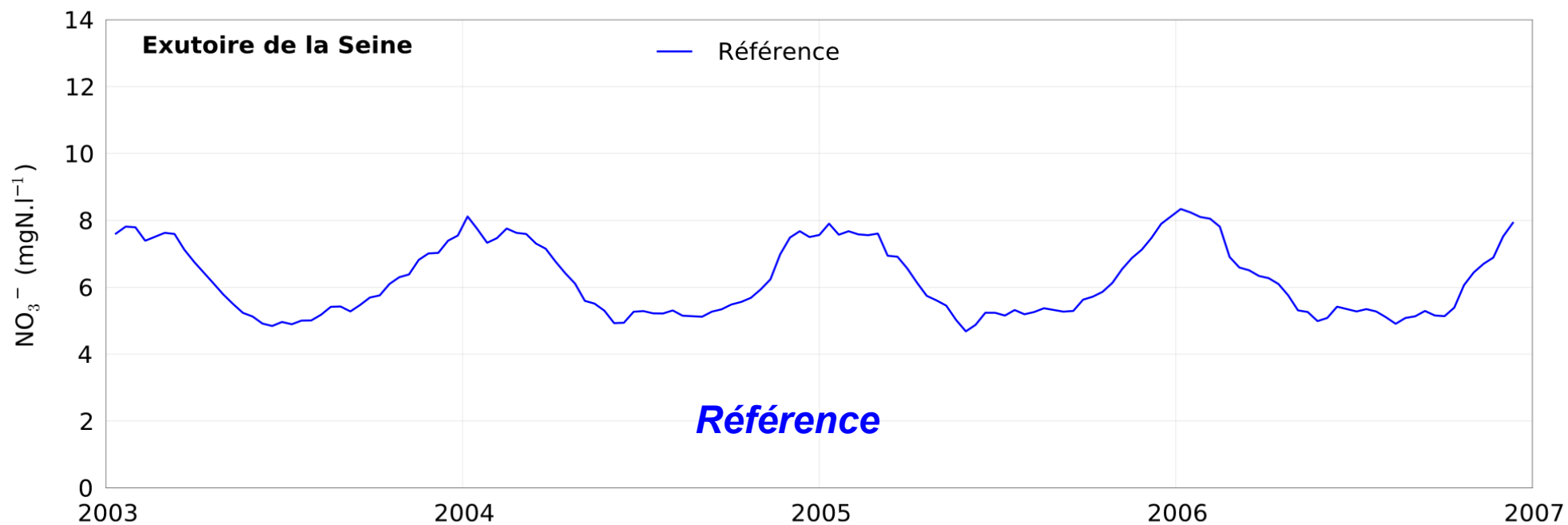
« **Scénario Cassini** »



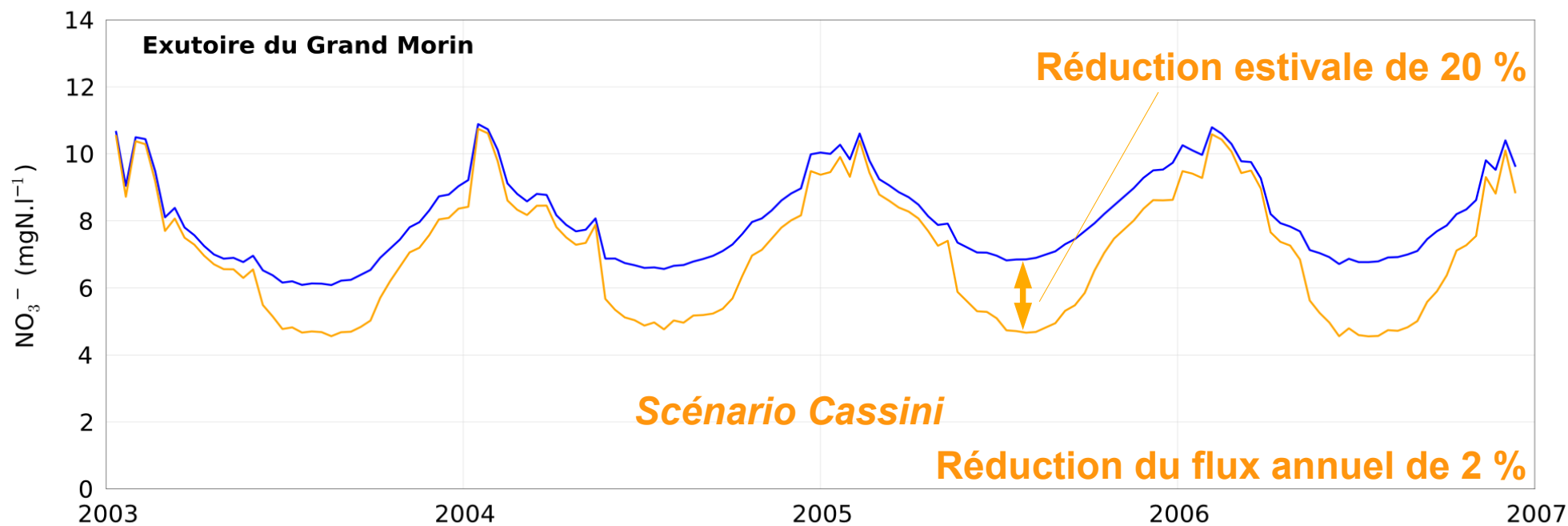
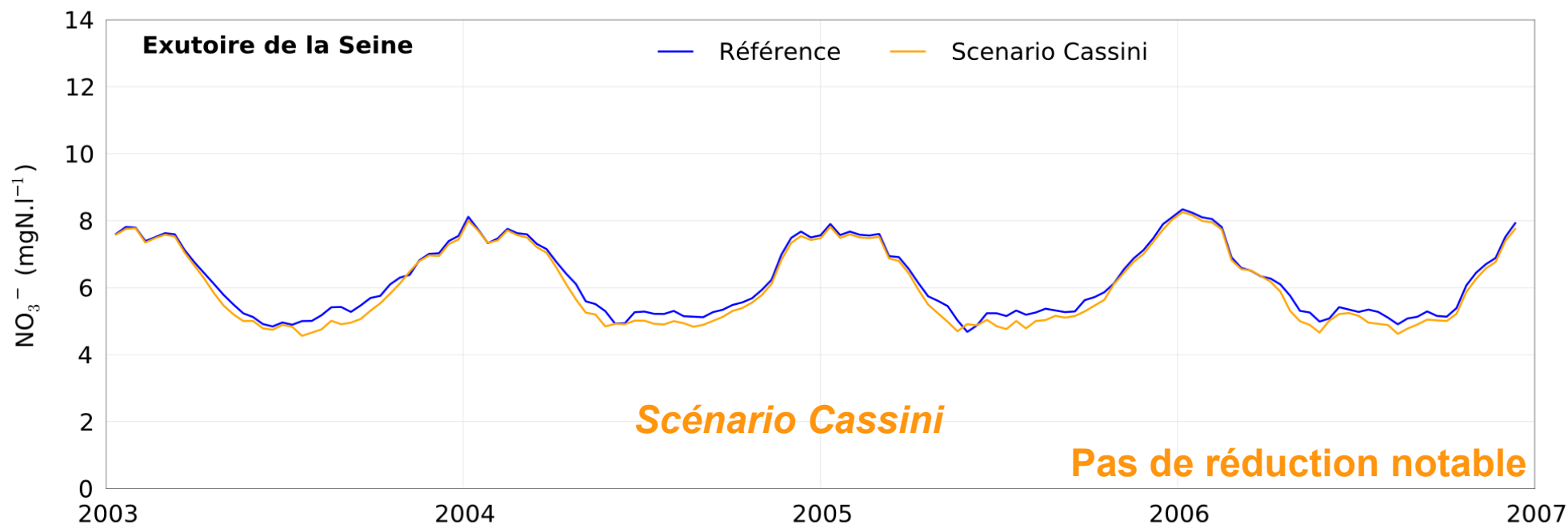
Situation Cassini plus
Proportion d'étangs : 0.76 %

« **Scénario Cassini Plus** »

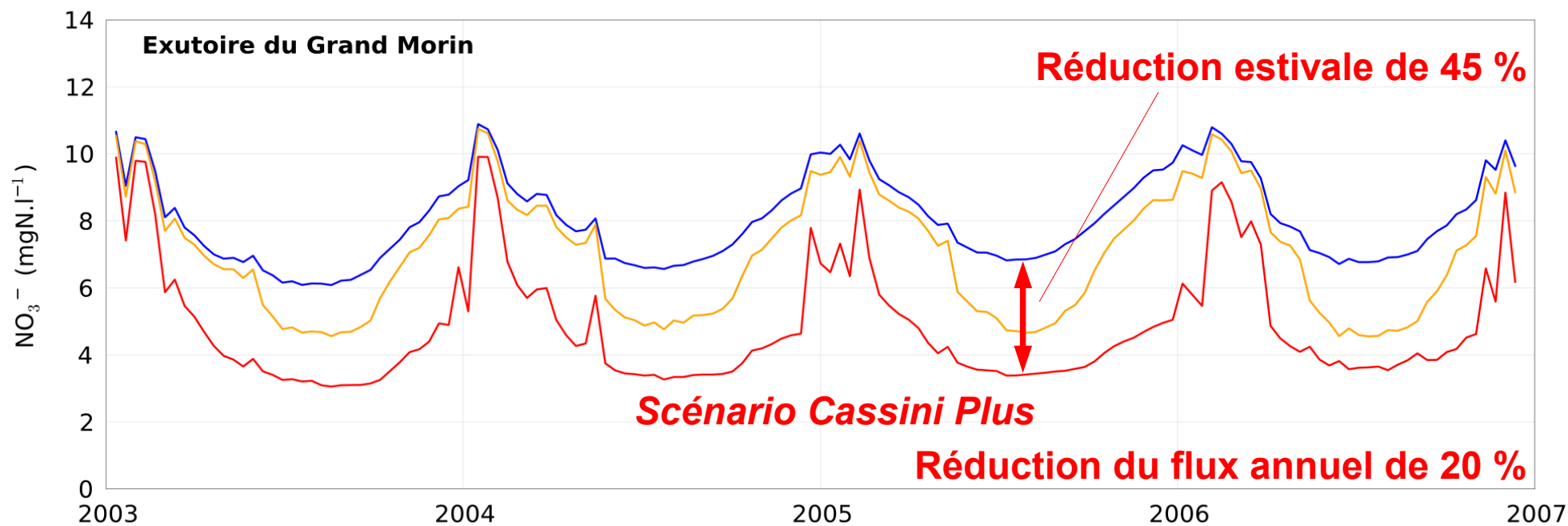
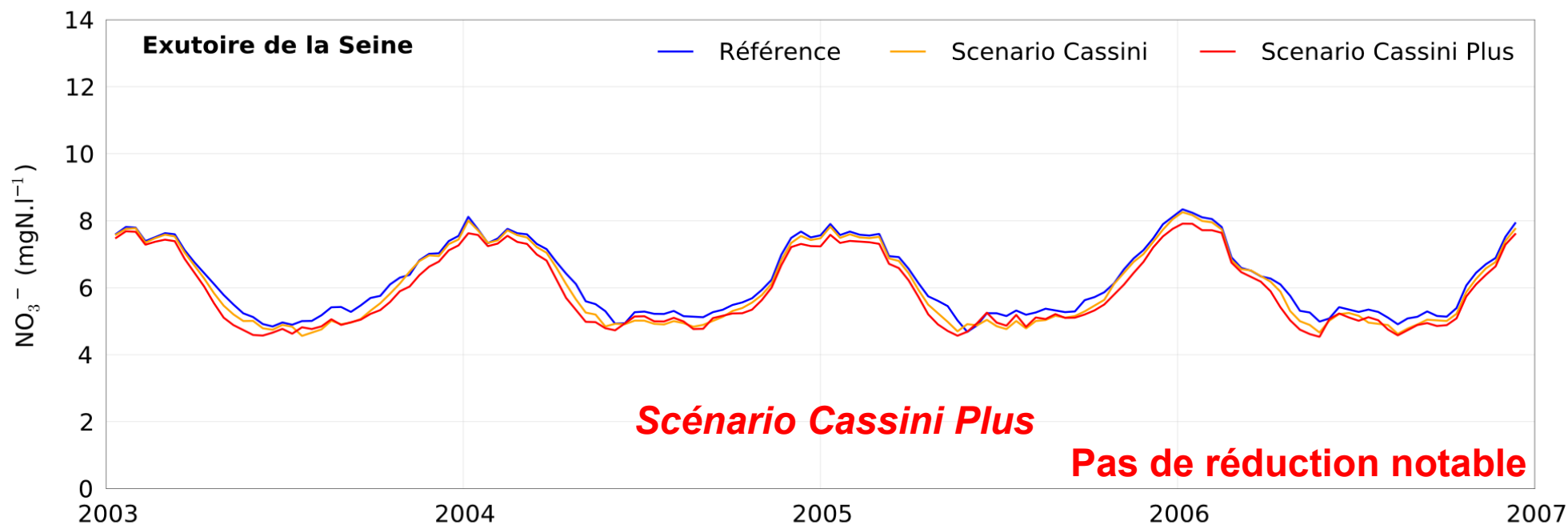
Effets des étangs sur les concentrations en nitrate



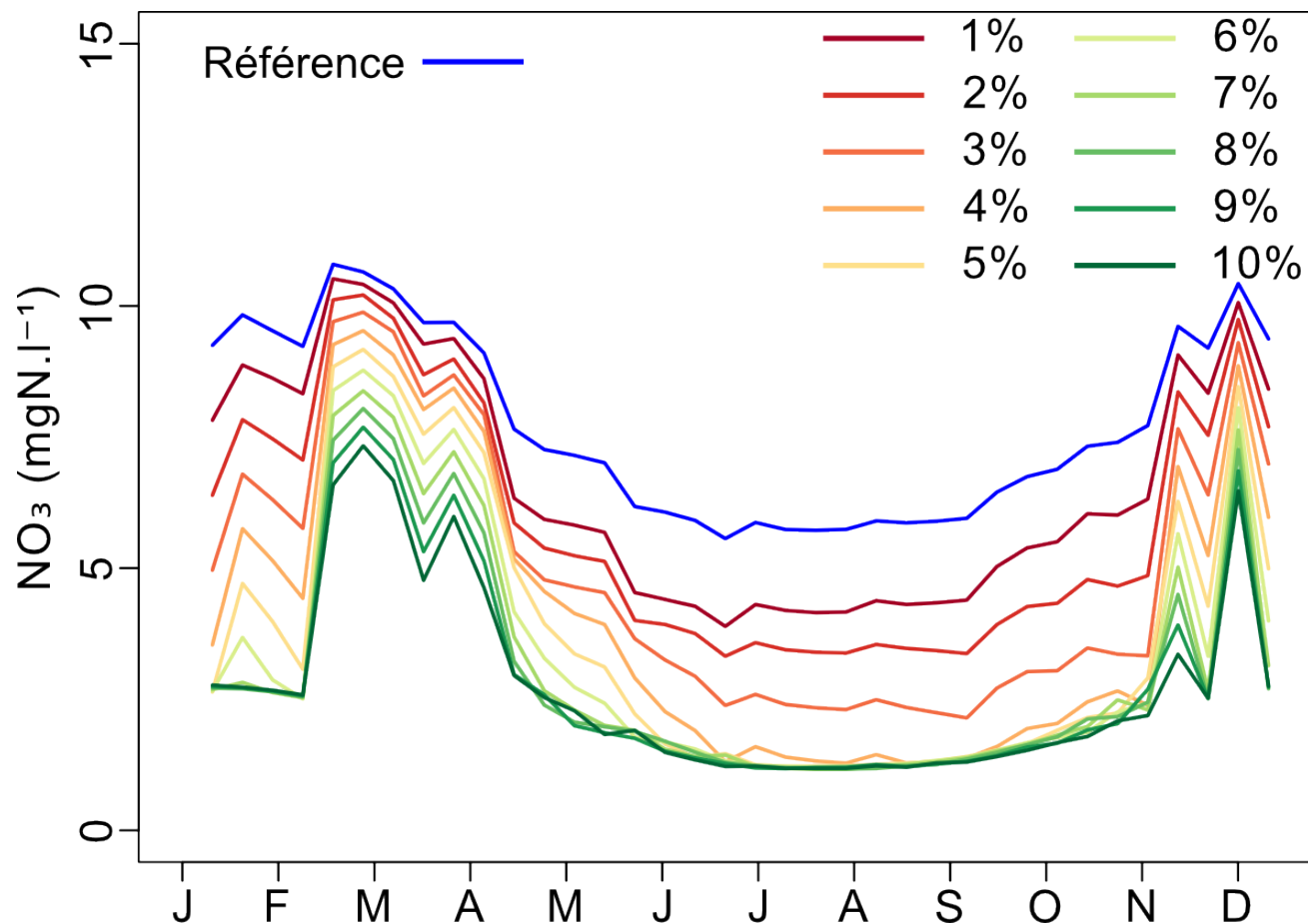
Effets des étangs sur les concentrations en nitrate



Effets des étangs sur les concentrations en nitrate



Optimisation de la proportion d'étangs au sein d'un bassin versant

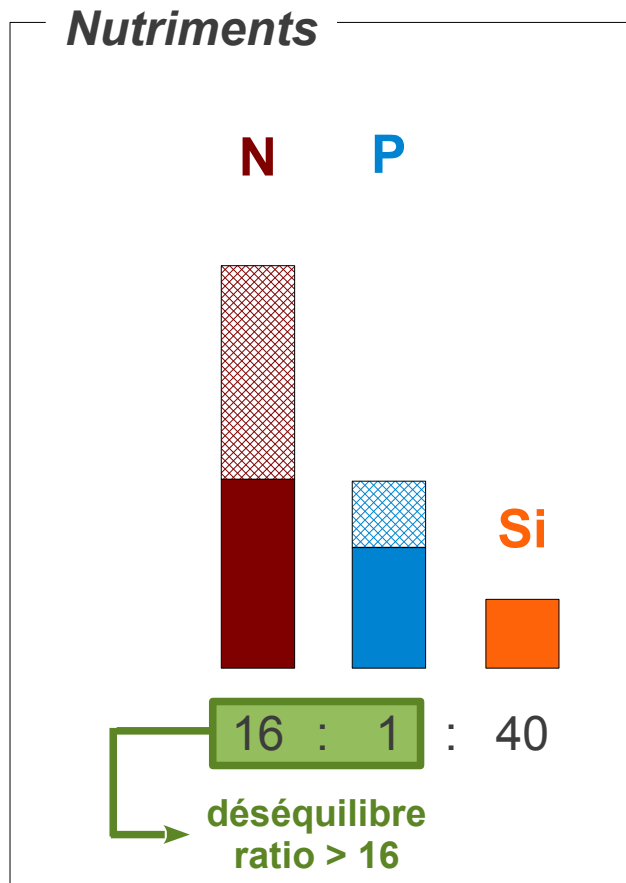


5 % du bassin recouvert d'étangs suffit pour diminuer de 50 % les flux annuels de nitrate (*Passy et al, 2012*)

Au-delà de 5 %, les effets s'amoindrissent

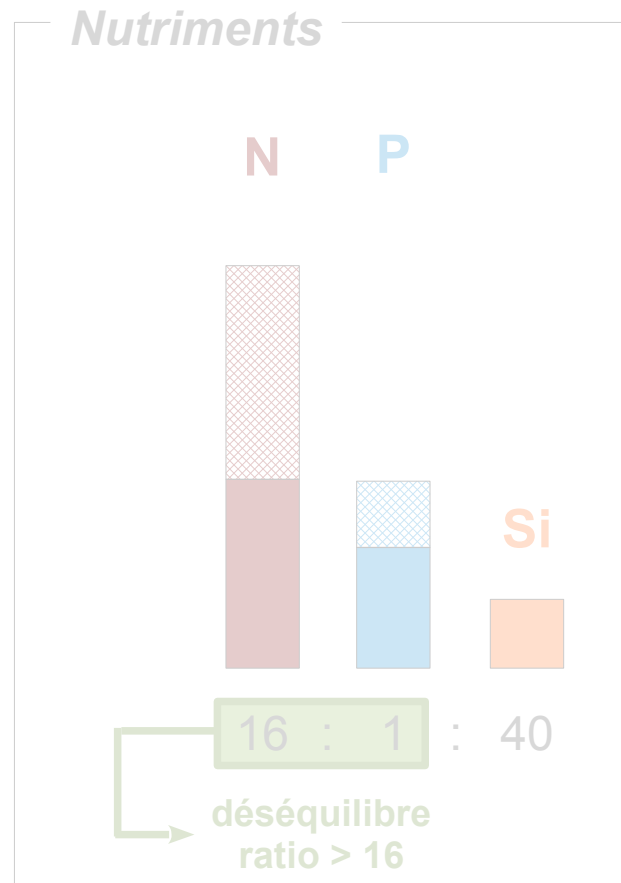
Quelle efficacité en termes de réductions des flux d'azote ?

Référence 2007



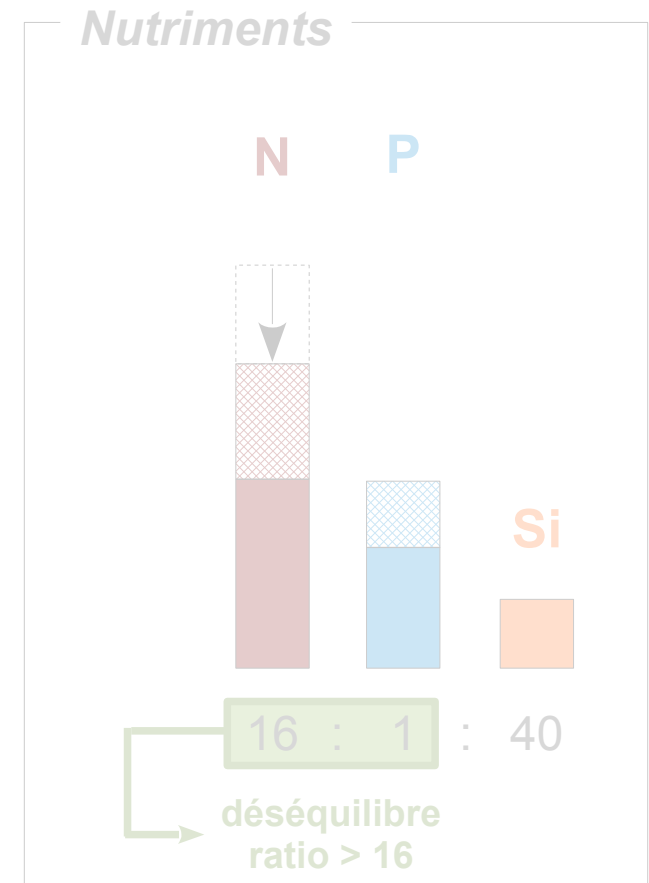
N largement en excès

A l'échelle de la Seine



N (toujours) largement en excès

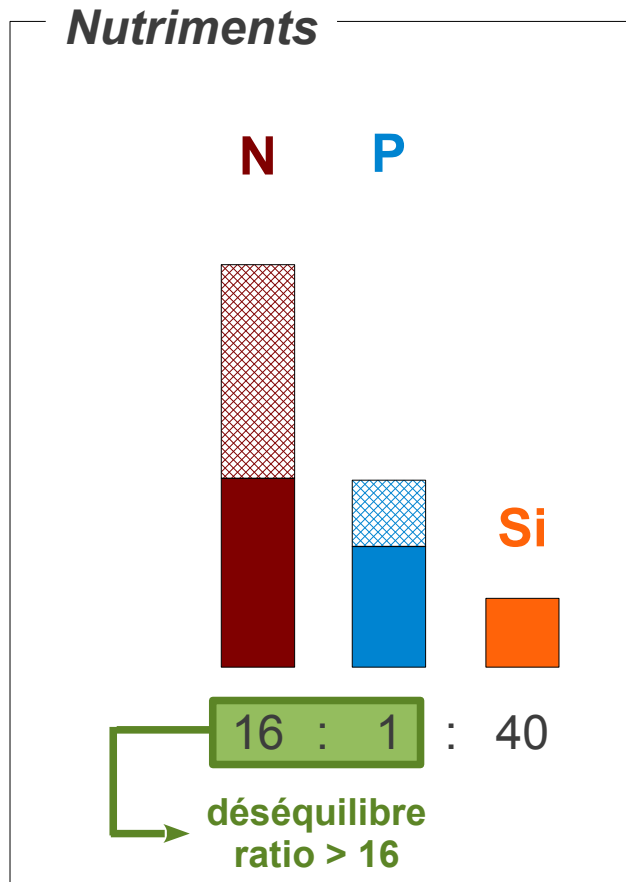
A l'échelle d'un sous bassin recouvert à 5 % d'étangs



Flux de N en diminution

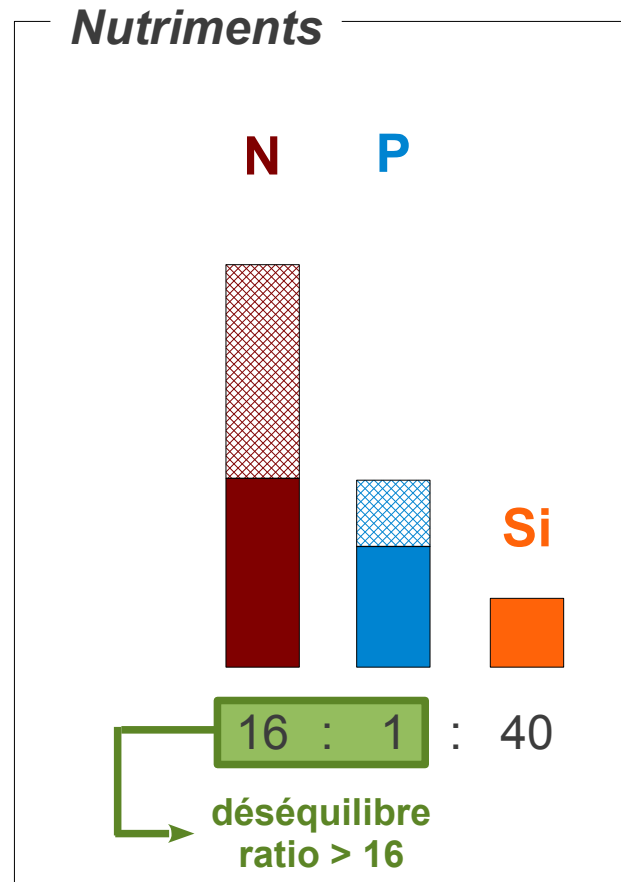
Quelle efficacité en termes de réductions des flux d'azote ?

Référence 2007



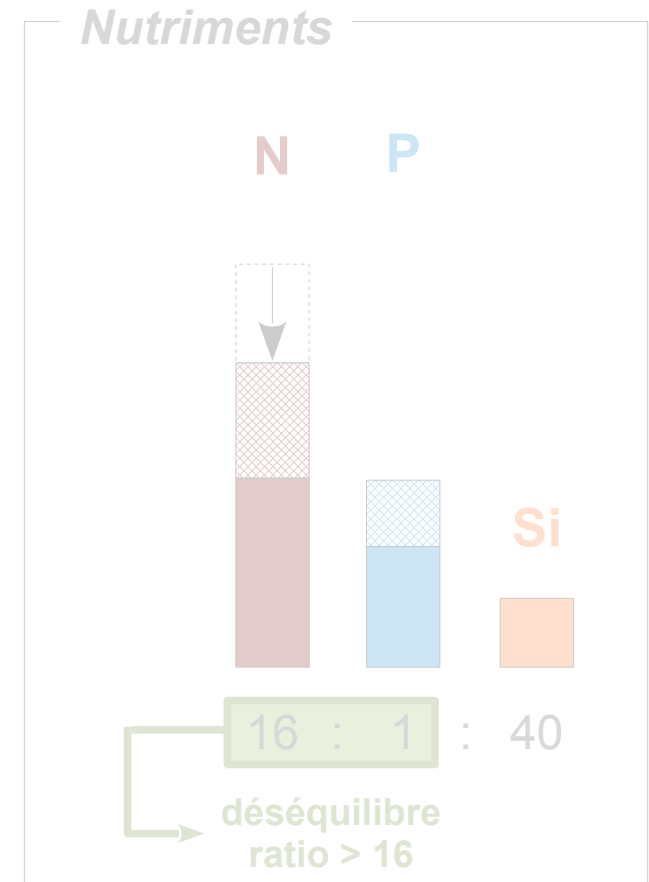
N largement en excès

A l'échelle de la Seine



**N (toujours)
largement en excès**

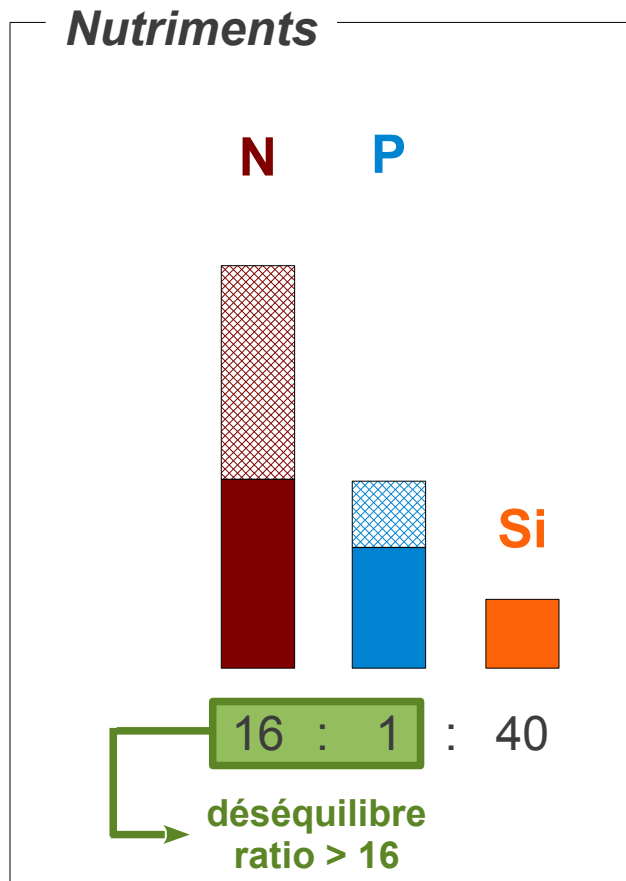
A l'échelle d'un sous bassin recouvert à 5 % d'étangs



Flux de N en diminution

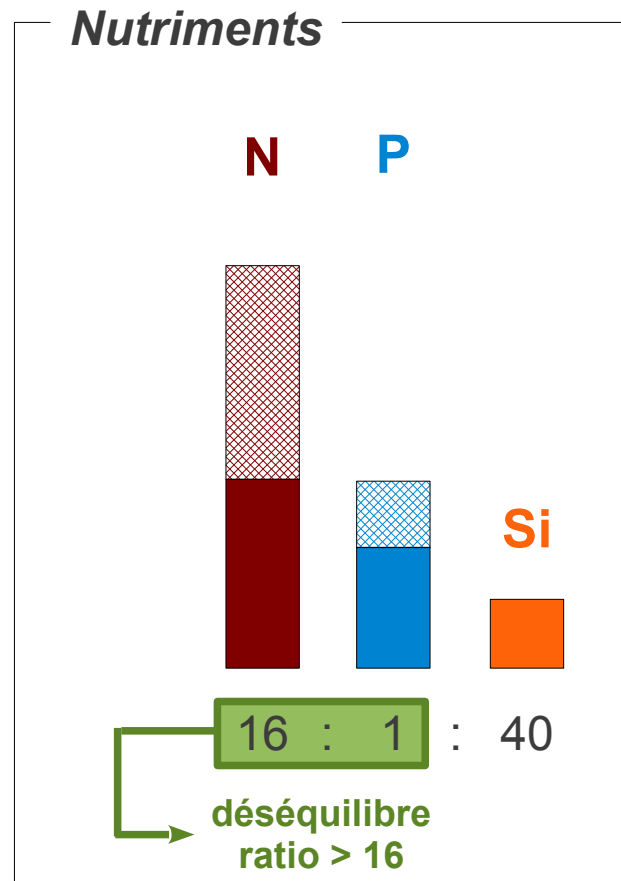
Quelle efficacité en termes de réductions des flux d'azote ?

Référence 2007



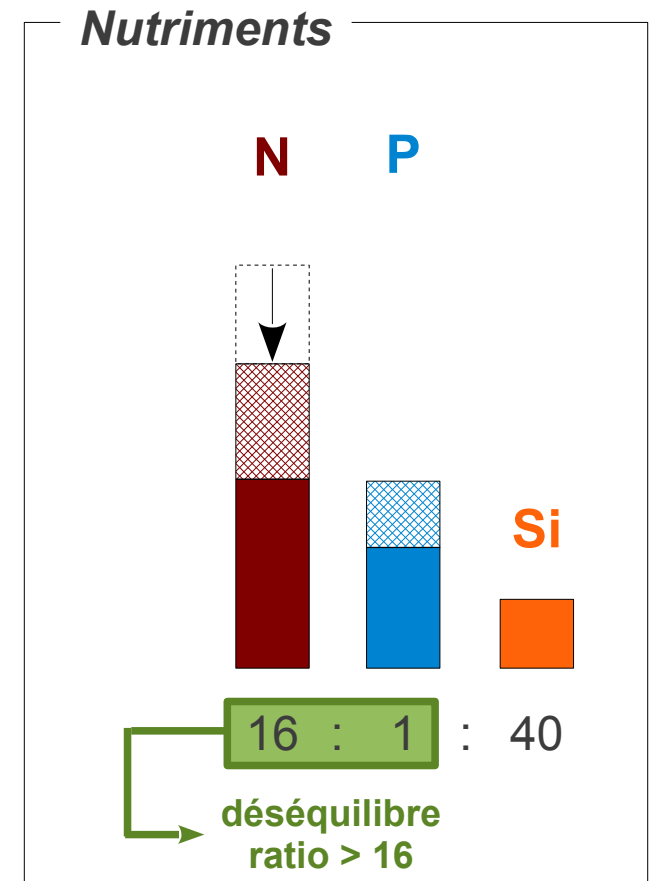
N largement en excès

A l'échelle de la Seine



N (toujours) largement en excès

A l'échelle d'un sous bassin recouvert à 5 % d'étangs



Flux de N en diminution

III - QUELS SCÉNARIOS POUR LE FUTUR ?

Faut-il aller plus loin dans le traitement des eaux usées urbaines ?

Quelles sont les pistes de réduction des pollutions diffuses ?

Quelle amélioration de la zone côtière est-elle envisageable ?

La « Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines » (DERU)

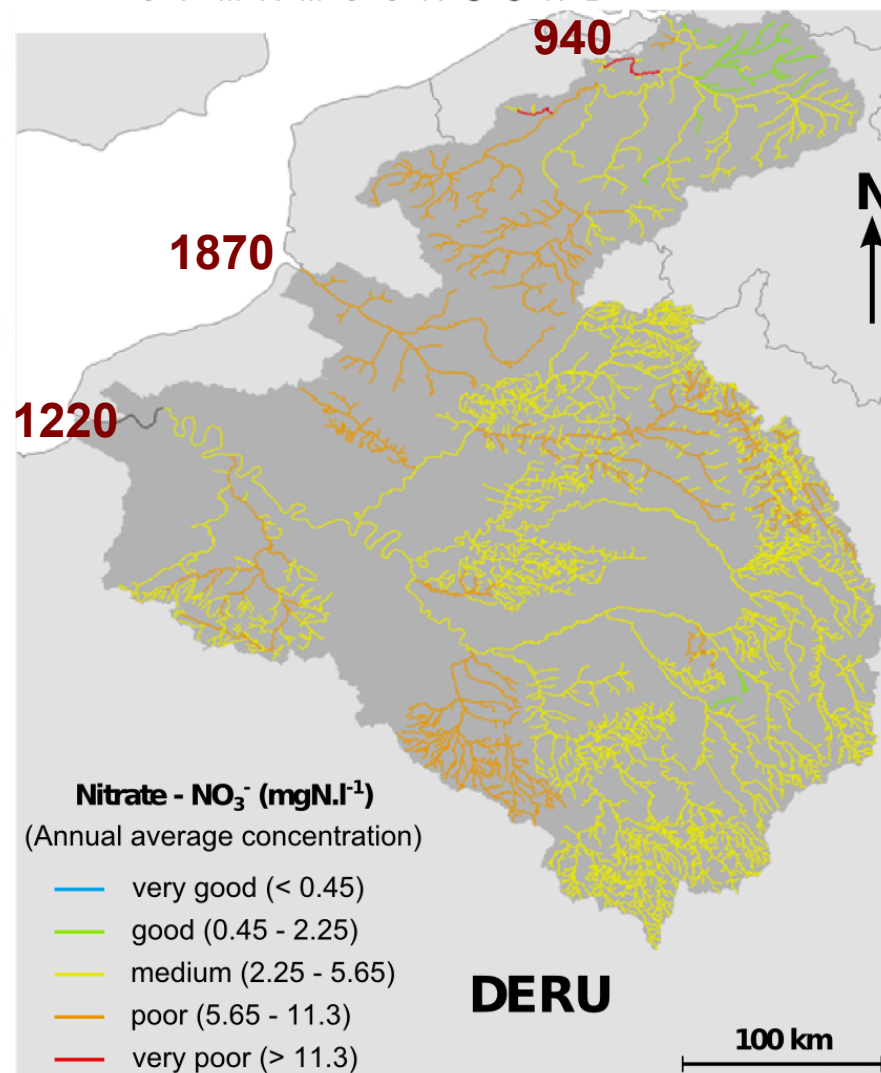
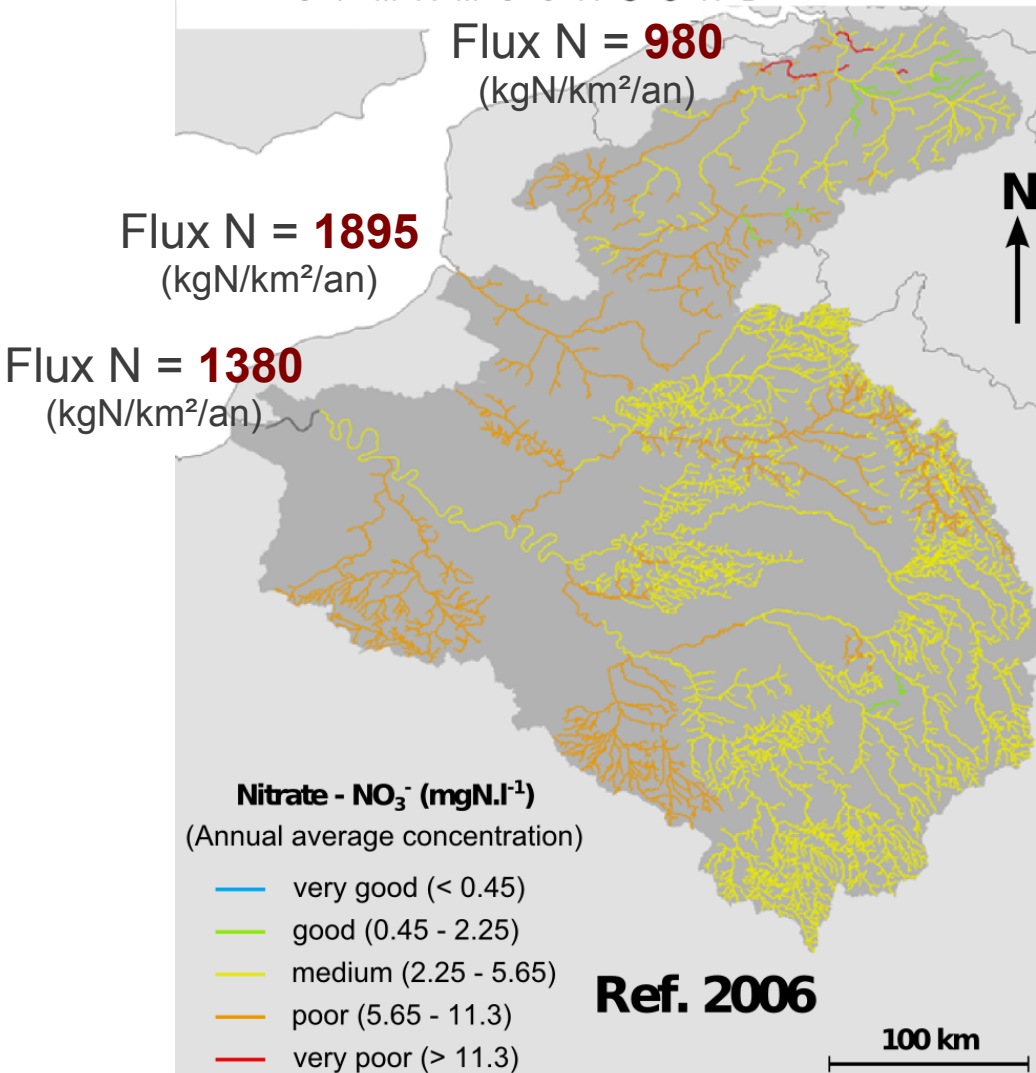
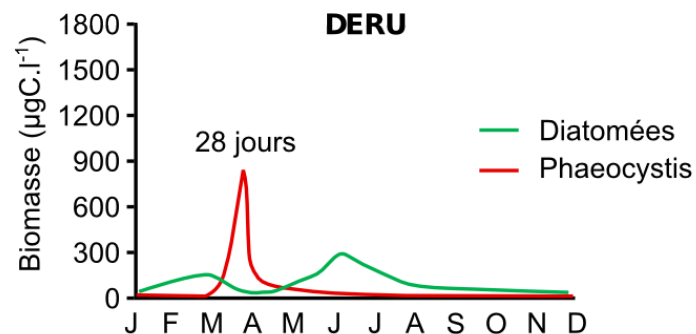
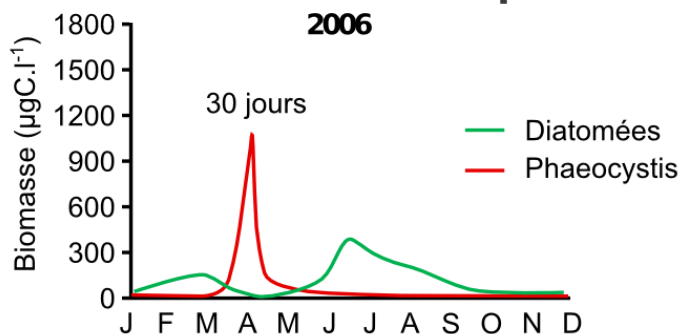


Entre 1991 et 2005, objectif de traiter les eaux usées de toutes les agglomérations de plus de 2 000 équivalents habitants.

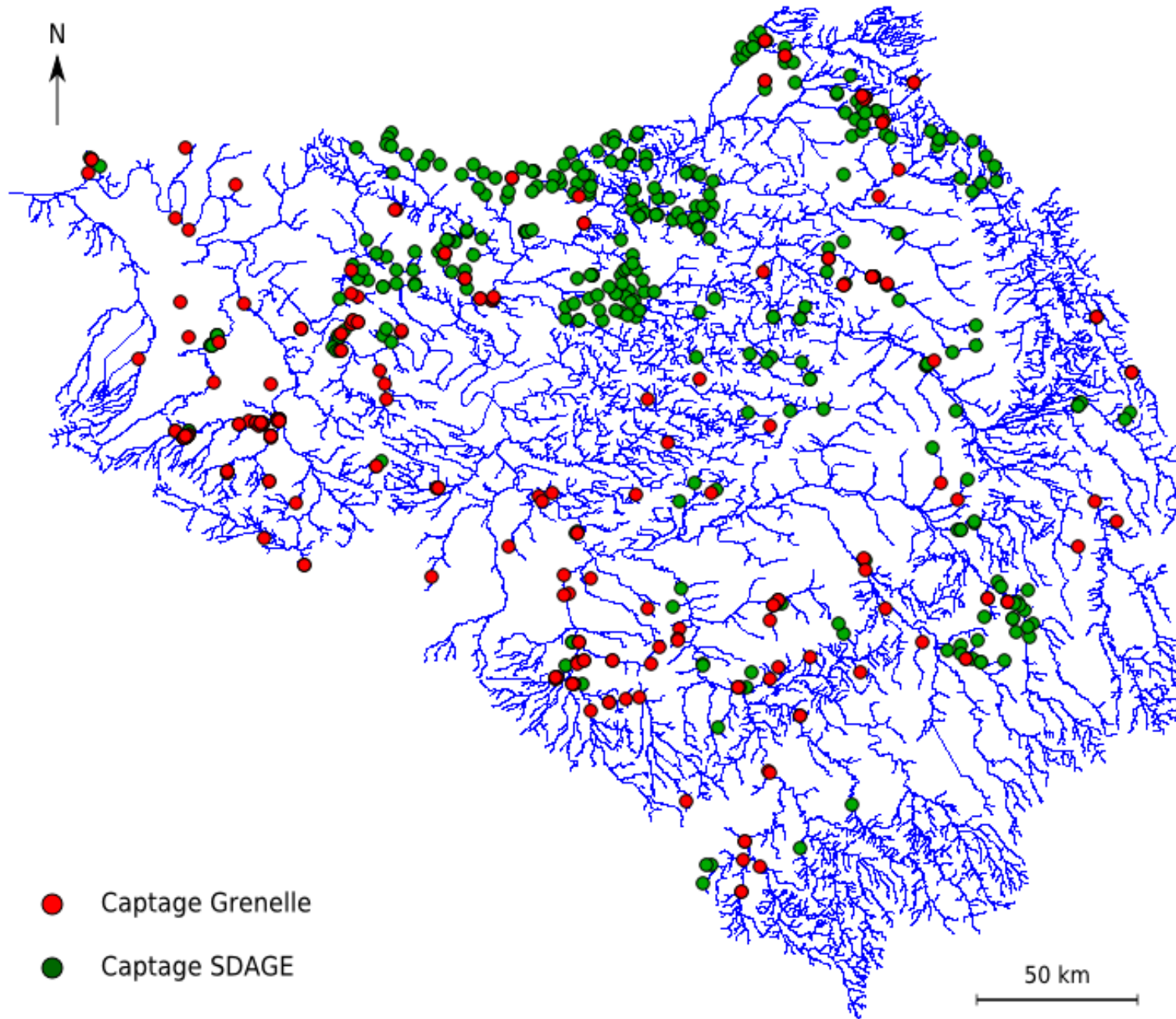
Pour les agglomérations de plus de 10 000 équivalents habitants, obligation de **réduire le phosphore de 90 % et l'azote de 70 %.**

En 2012, seules l'Autriche, le Danemark et l'Allemagne l'ont remplie !

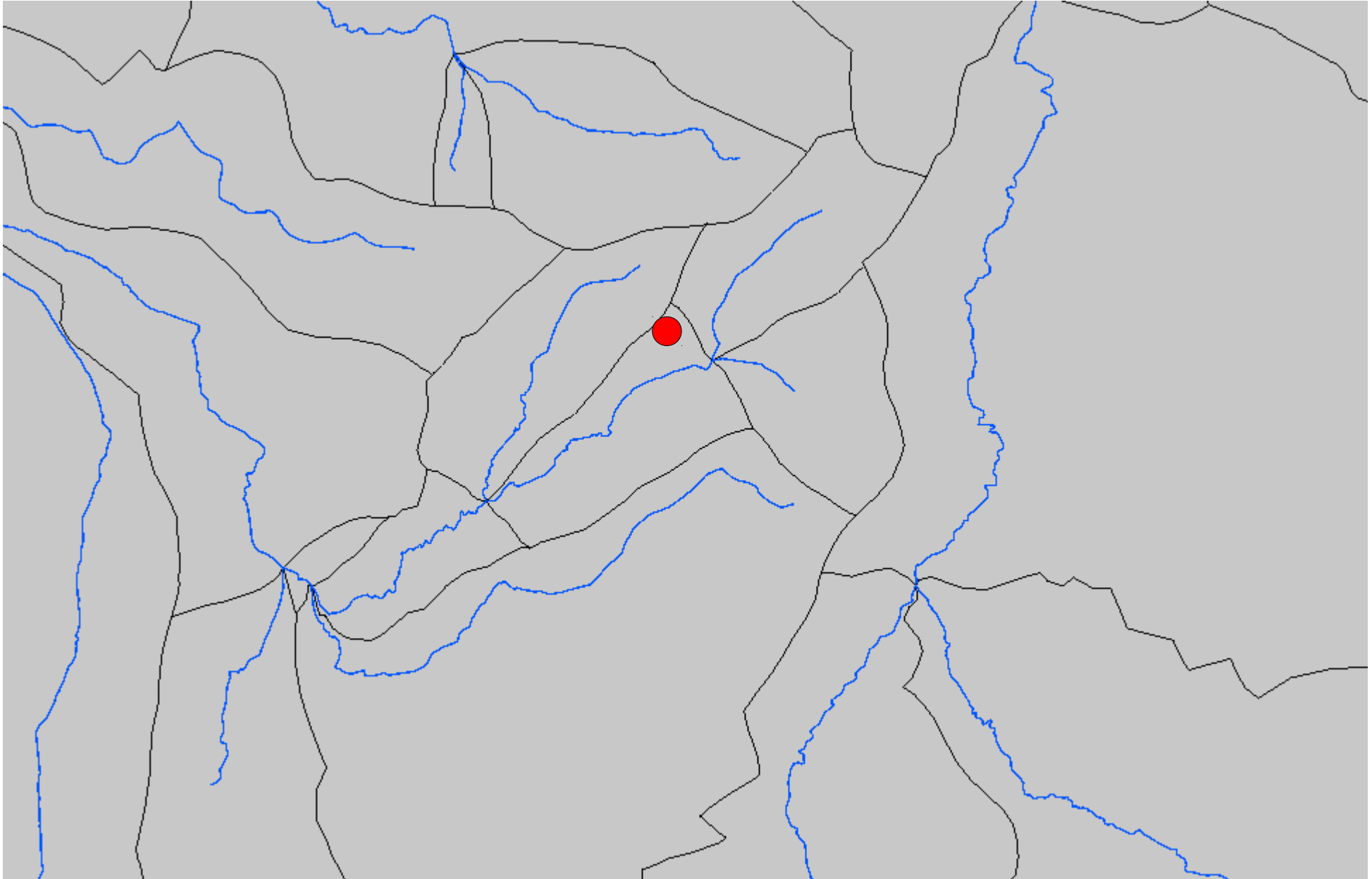
Achèvement de la mise en place de la DERU



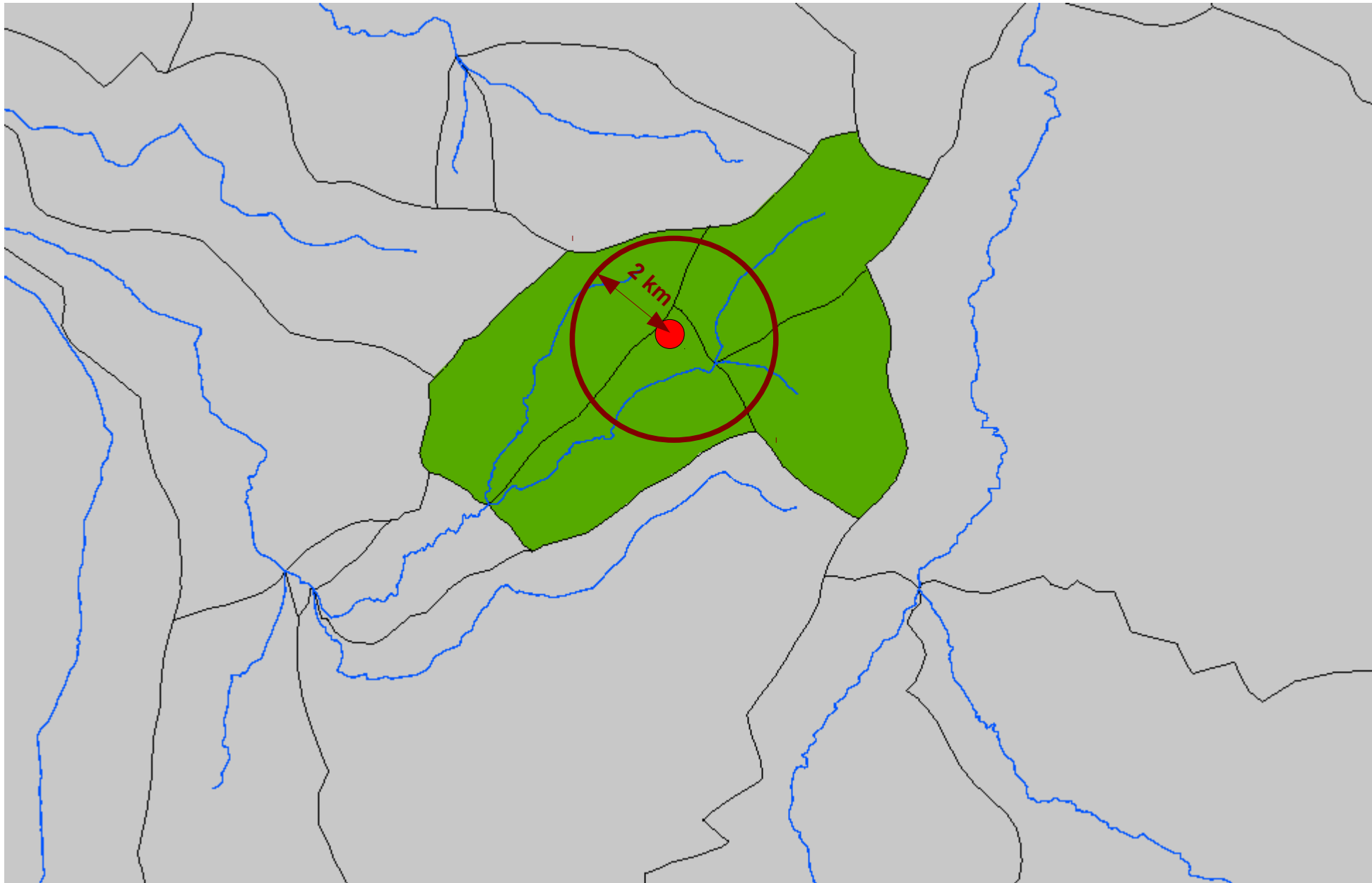
Vers une agriculture utilisant moins d'intrants sur les terres arables voisines des captages d'eau potable



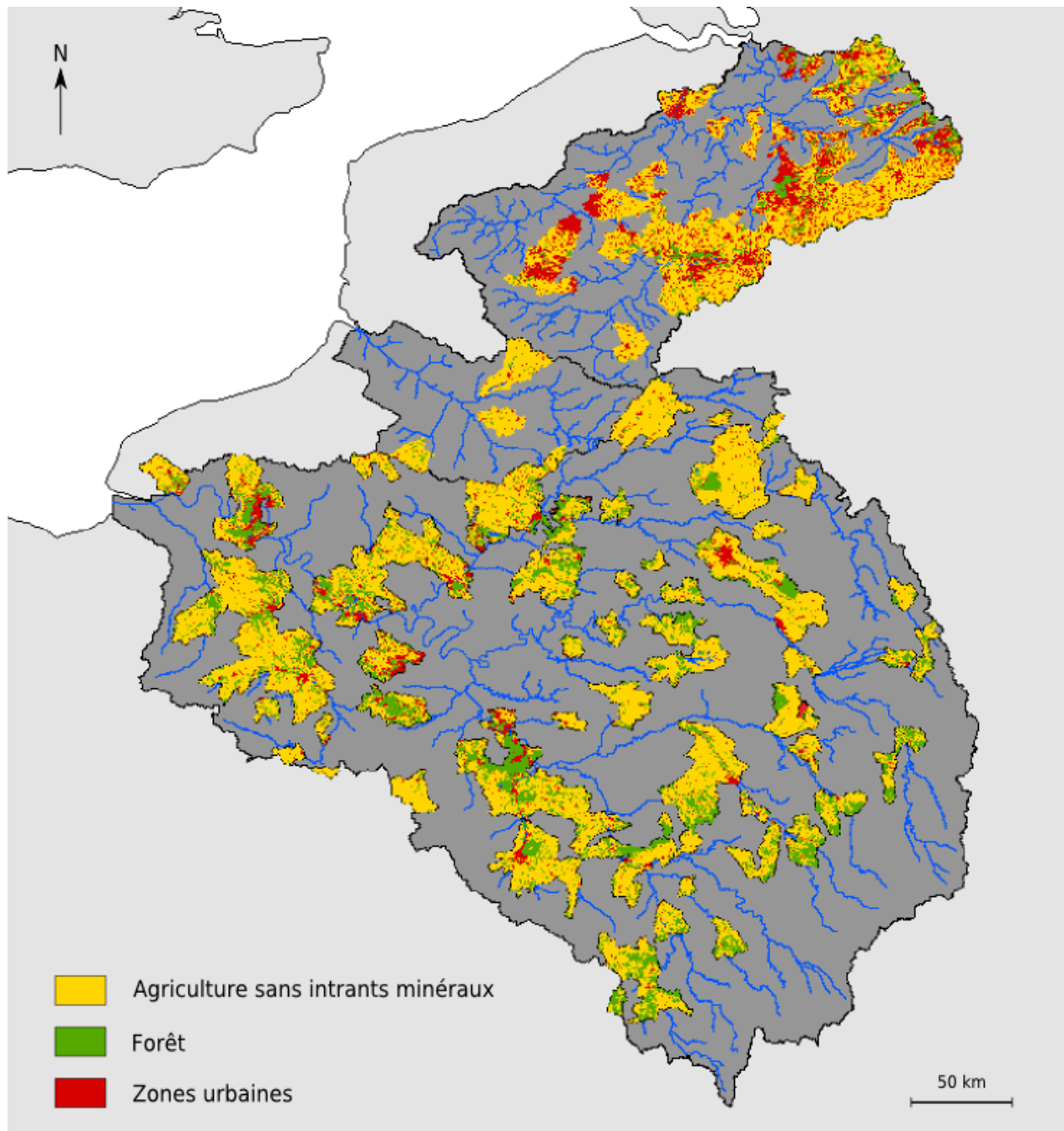
Vers une agriculture utilisant moins d'intrants sur les terres arables voisines des captages d'eau potable



Vers une agriculture utilisant moins d'intrants sur les terres arables voisines des captages d'eau potable



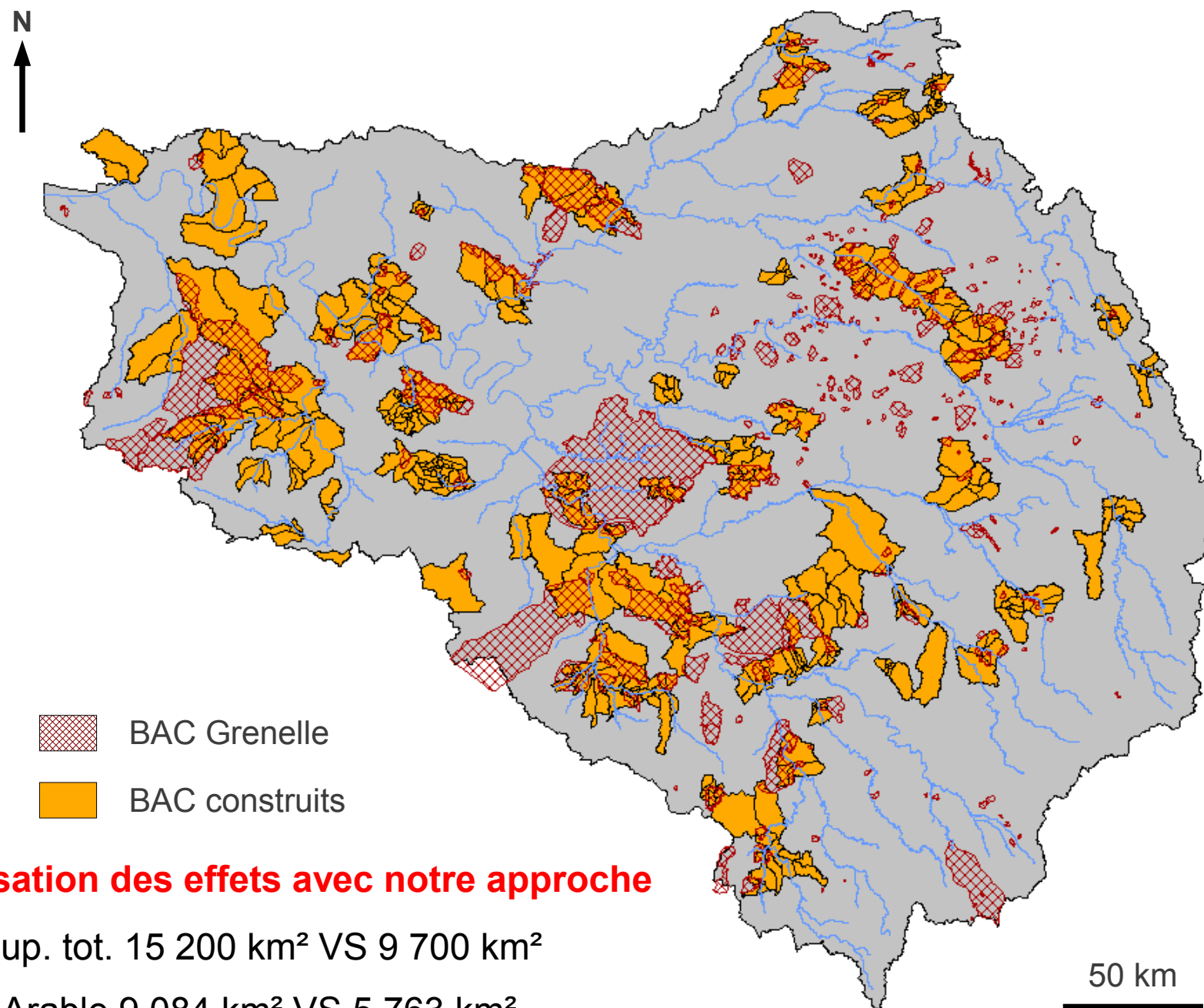
Vers une agriculture utilisant moins d'intrants sur les terres arables voisines des captages d'eau potable



1/3 de la SAU du bassin en bio vs 20 % en 2020 selon le Grenelle

- Agriculture sans intrants minéraux
- Forêt
- Zones urbaines

Comparaison de nos zones de conversion et des BAC Grenelle

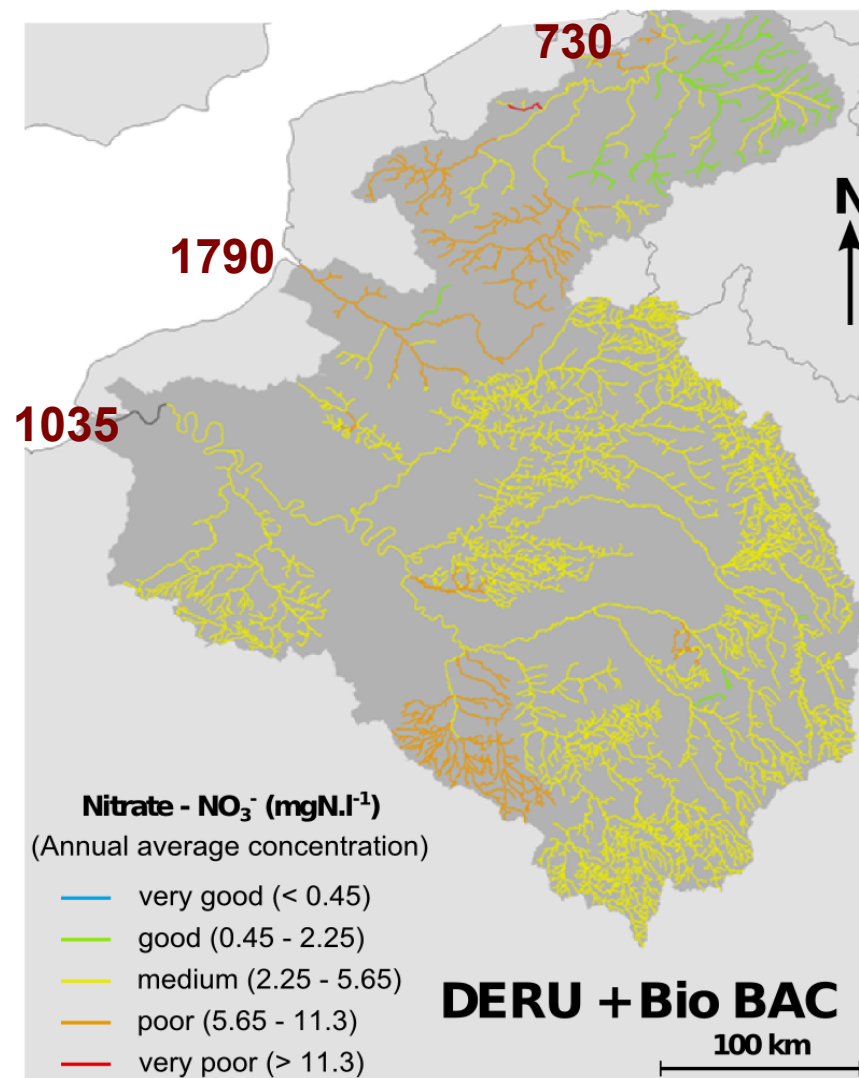
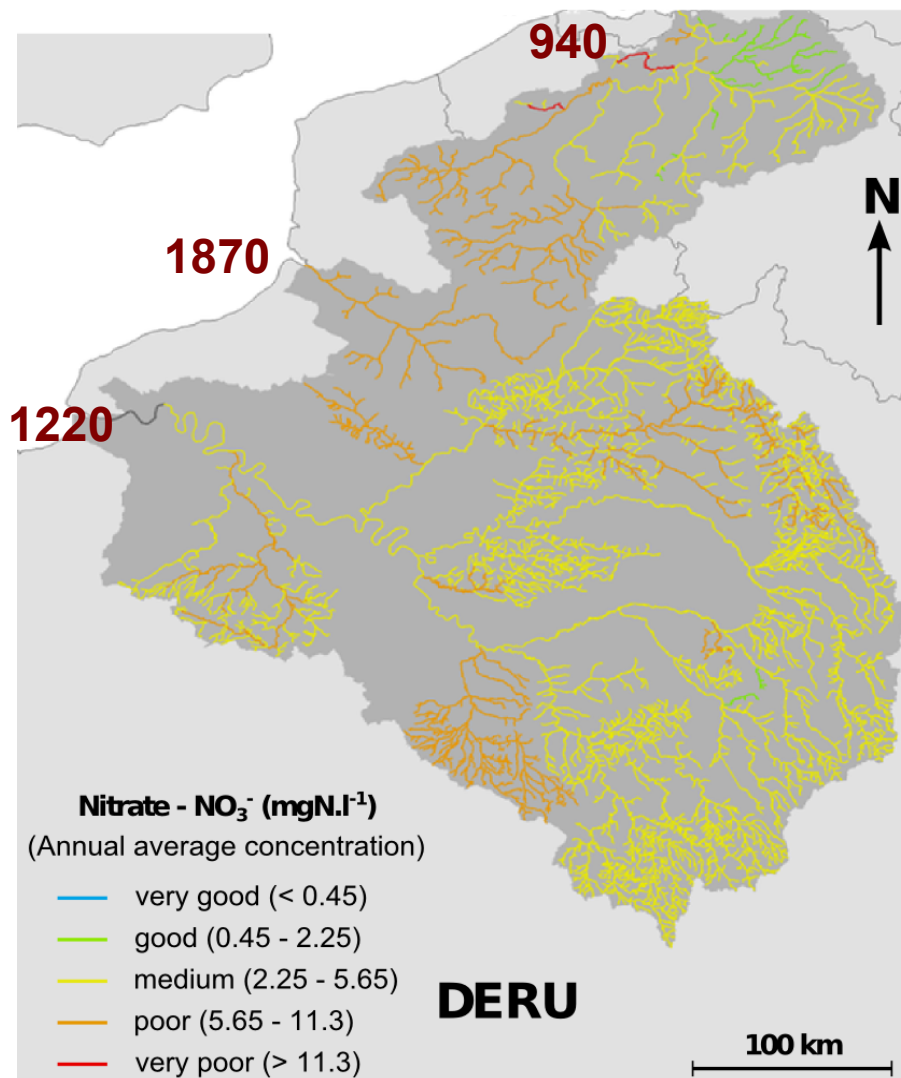
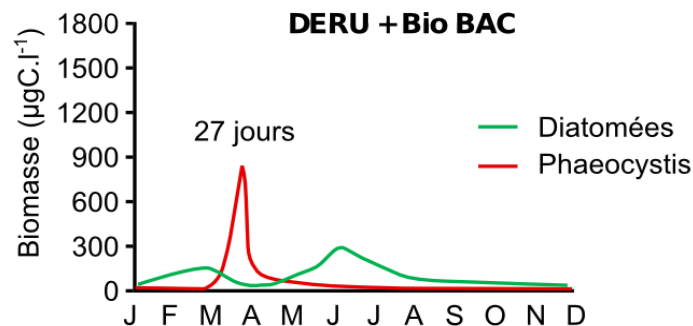
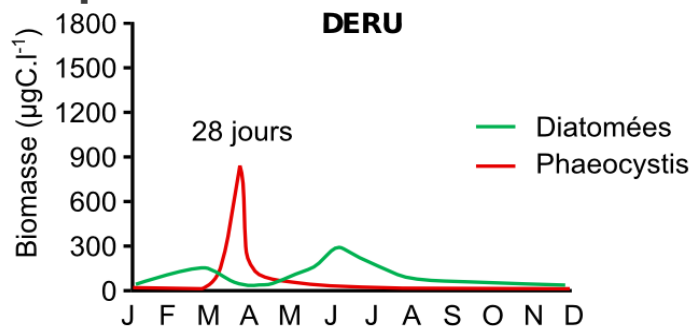


Maximisation des effets avec notre approche

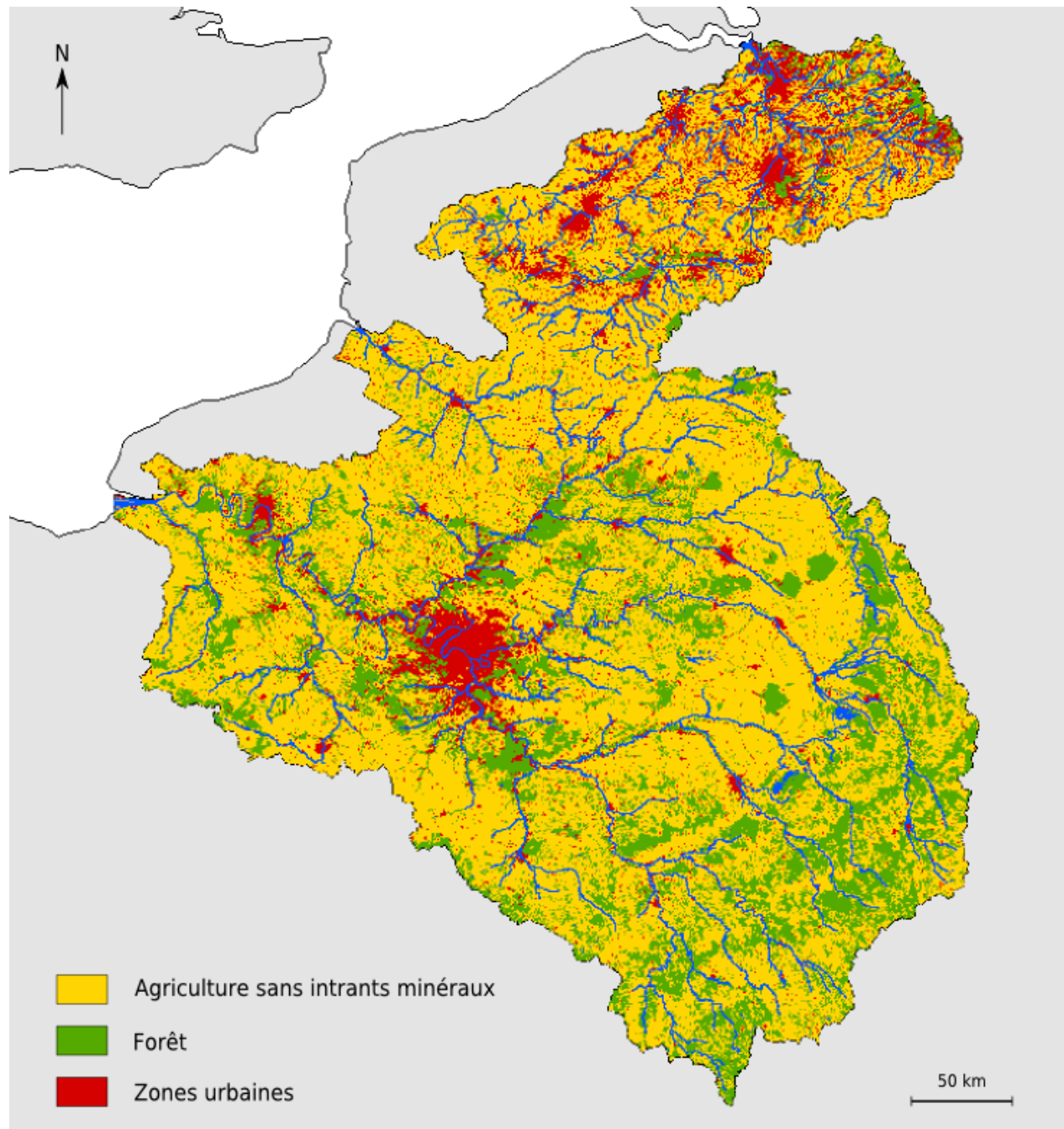
Sup. tot. 15 200 km² VS 9 700 km²

Arable 9 084 km² VS 5 763 km²

Mise en place du bio sur les BAC

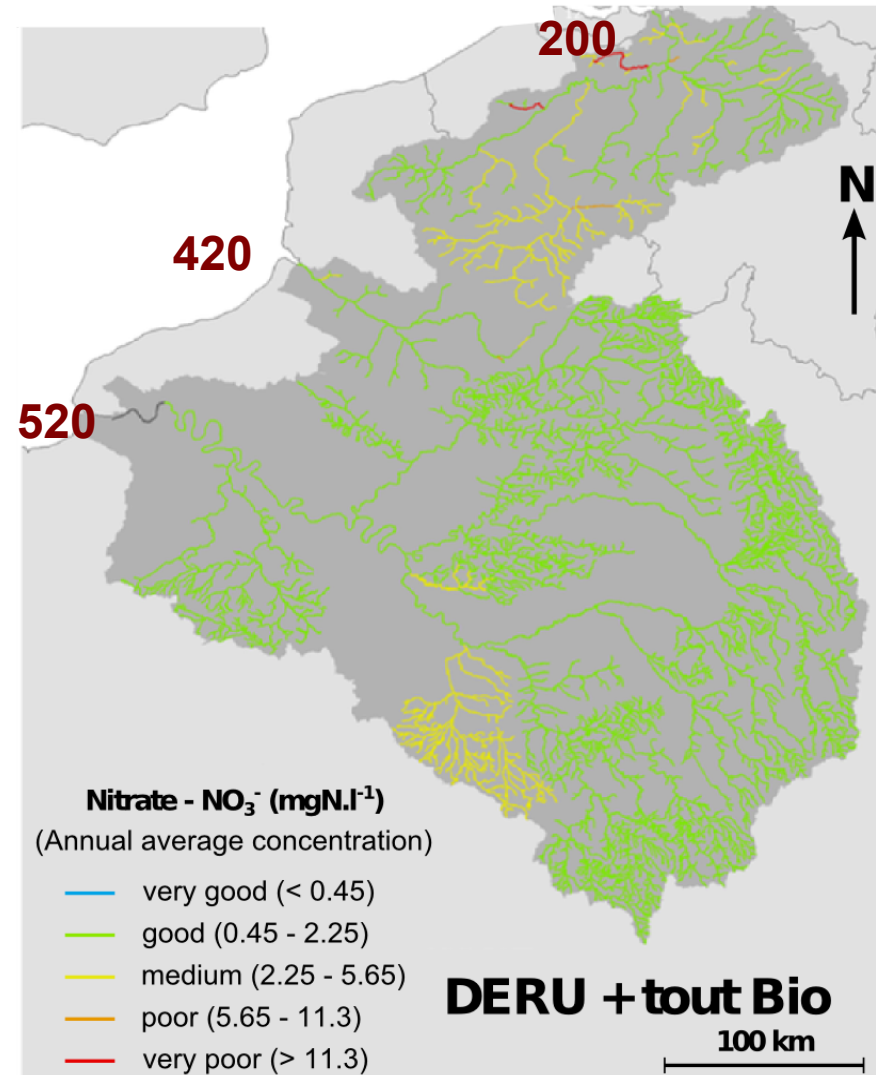
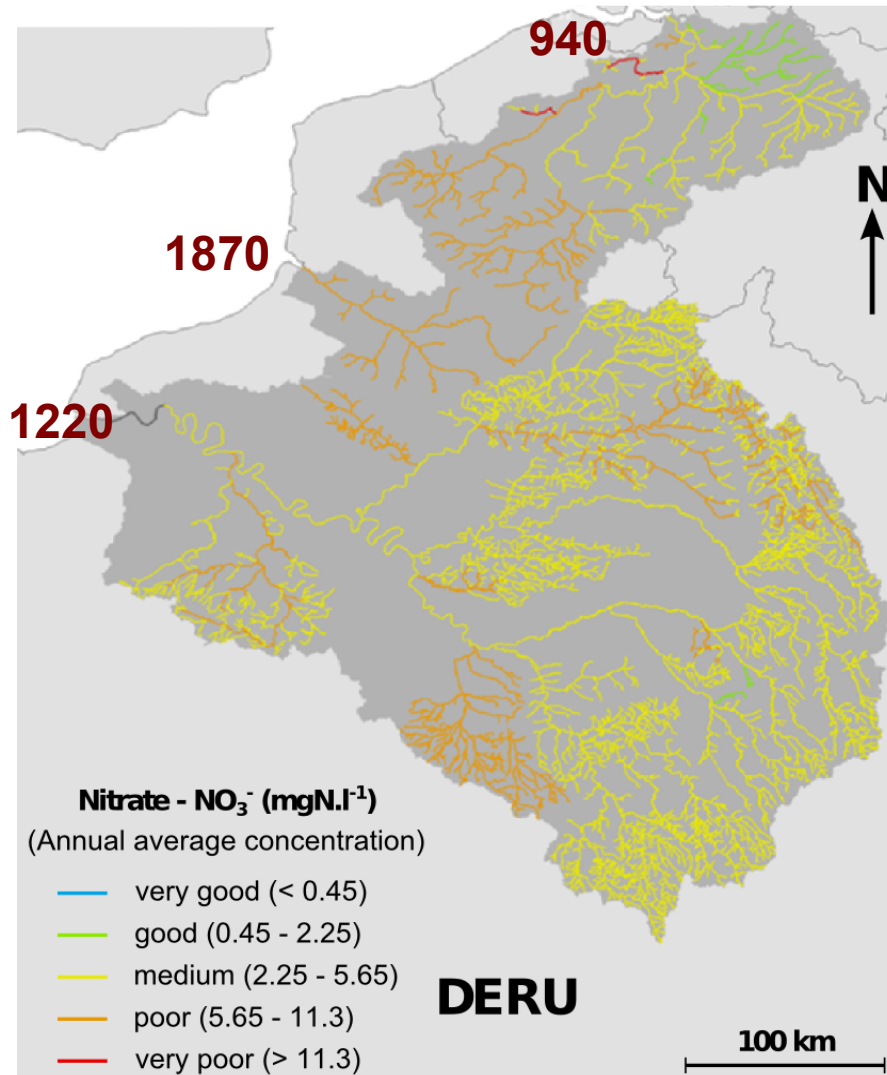
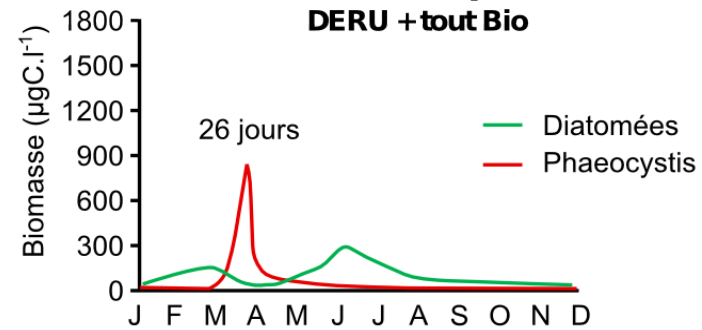
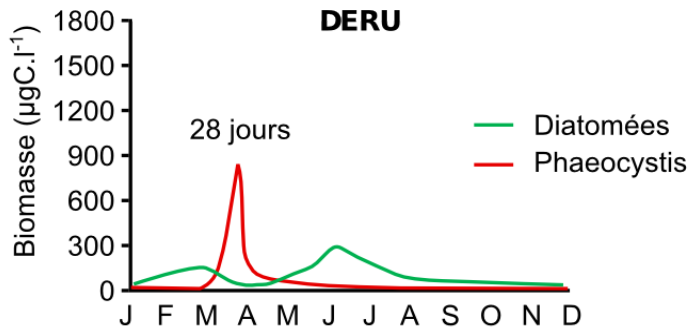


Pousser les scénarios à leur maximum, maximiser la réponse



*Thieu et al., 2009,
mais avec l'année
hydrologique 2006*

Pousser le modèle à son maximum, parvenir au meilleur résultat possible

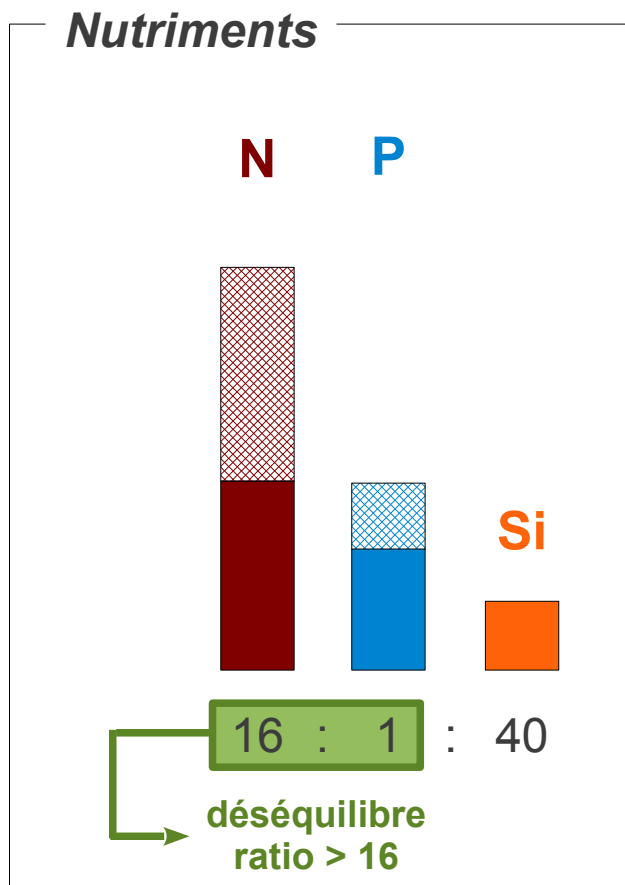


Faut-il aller plus loin dans le traitement des eaux usées urbaines ?

Quelles sont les pistes de réduction des pollutions diffuses ?

Quelle amélioration de la zone côtière est-elle envisageable ?

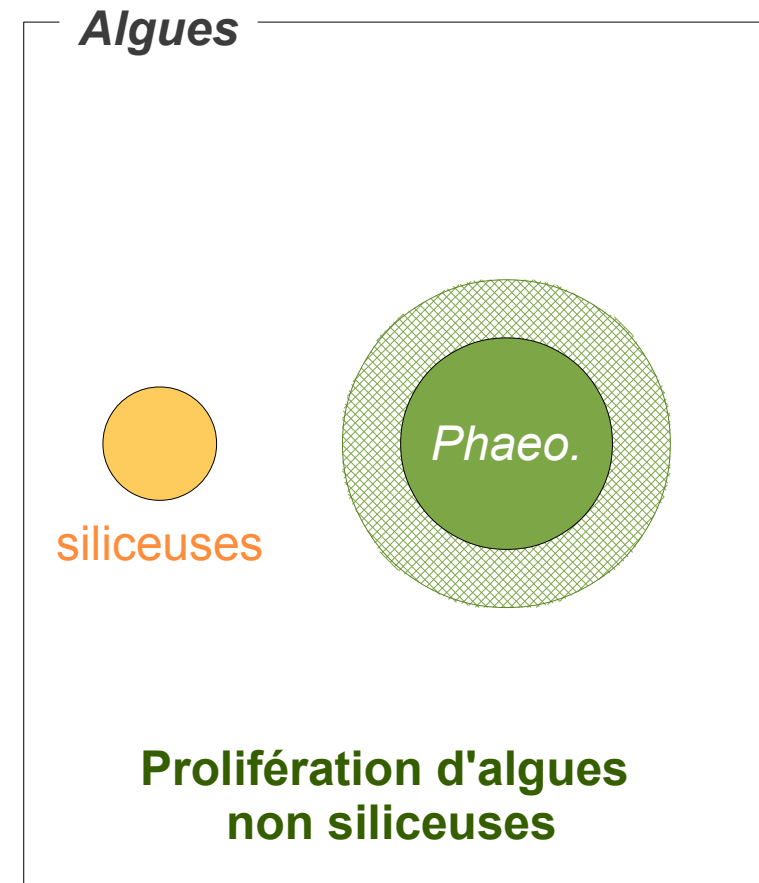
Référence 2007



prélèvement

→

ratio C:N:P:(Si)

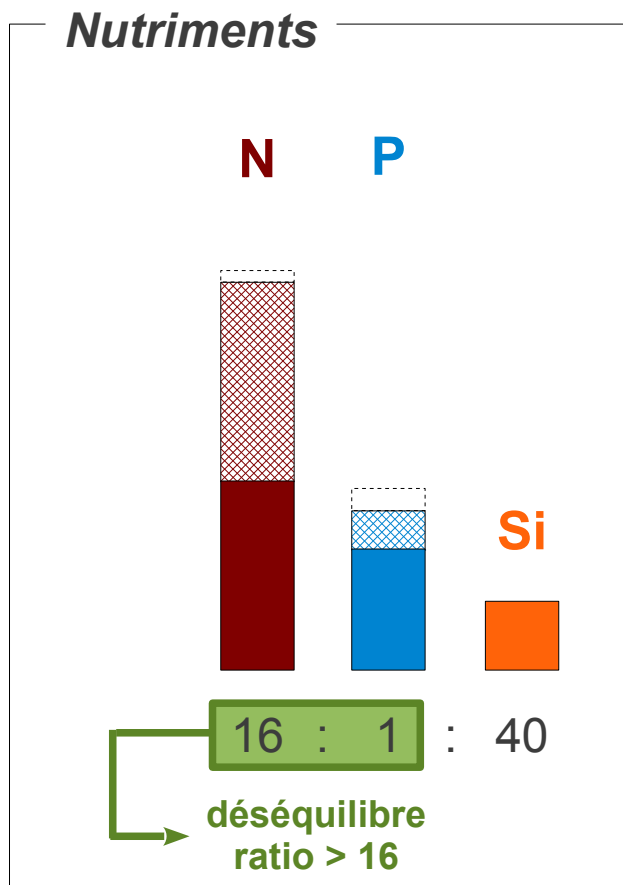


Faut-il aller plus loin dans le traitement des eaux usées urbaines ?

Quelles sont les pistes de réduction des pollutions diffuses ?

Quelle amélioration de la zone côtière est-elle envisageable ?

DERU



prélèvement

→

ratio C:N:P:(Si)



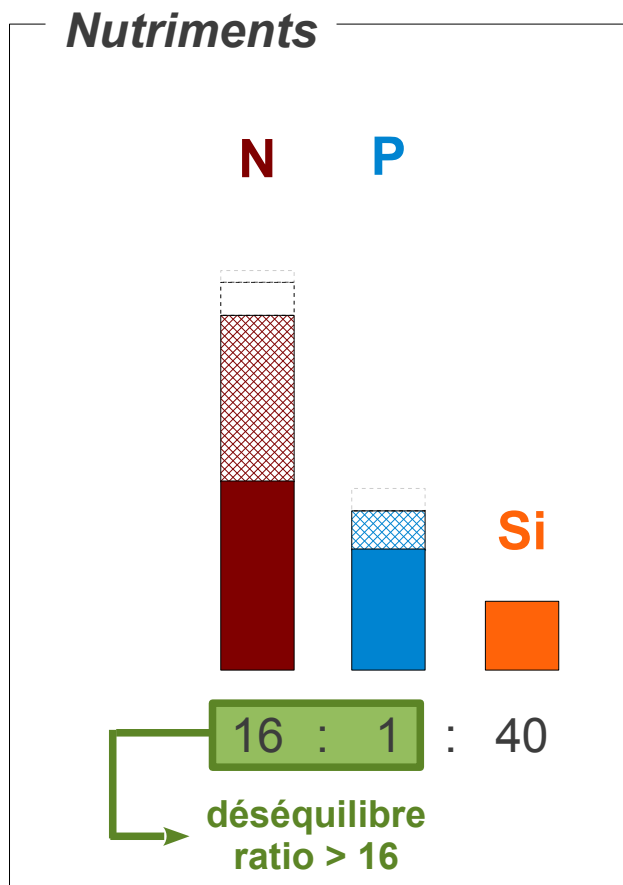
Poursuite de la baisse du P, légère diminution des *Phaeocystis*

Faut-il aller plus loin dans le traitement des eaux usées urbaines ?

Quelles sont les pistes de réduction des pollutions diffuses ?

Quelle amélioration de la zone côtière est-elle envisageable ?

Captage bio



prélèvement
→
ratio C:N:P:(Si)



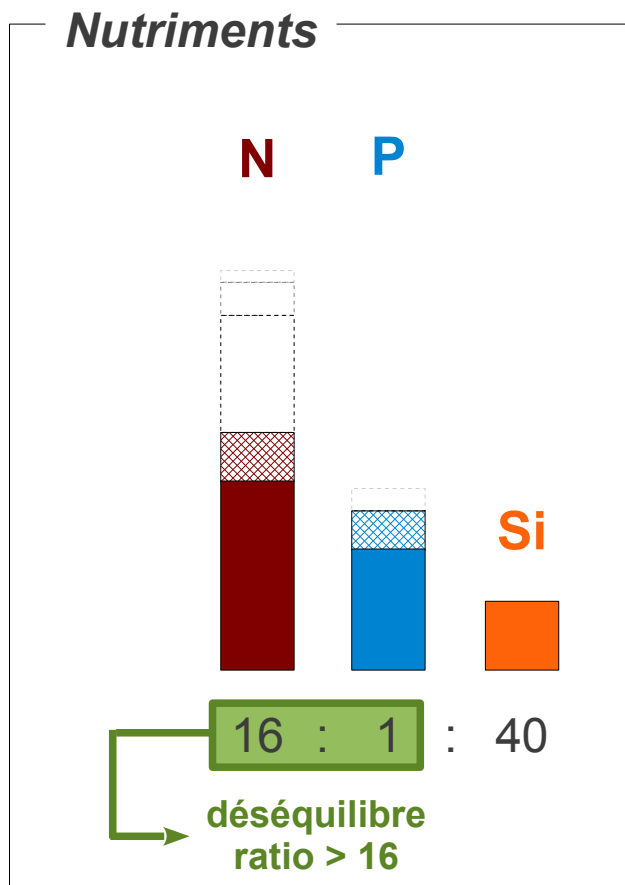
Légère baisse du N, peu d'effet à la zone côtière

Faut-il aller plus loin dans le traitement des eaux usées urbaines ?

Quelles sont les pistes de réduction des pollutions diffuses ?

Quelle amélioration de la zone côtière est-elle envisageable ?

Tout bio



prélèvement

→

ratio C:N:P:(Si)

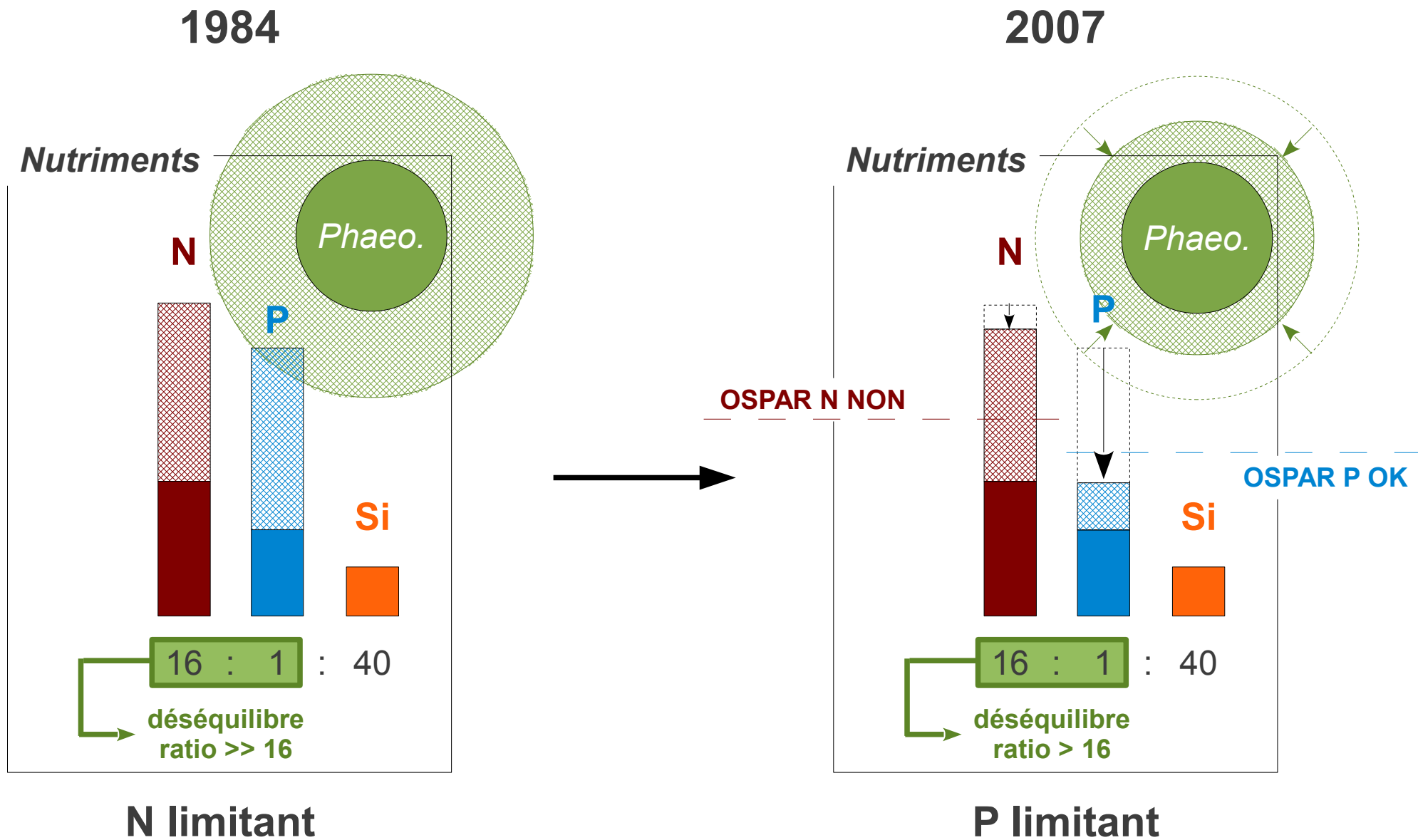


Approche de l'équilibre, mais toujours peu d'effet à la zone côtière



Récapitulons !

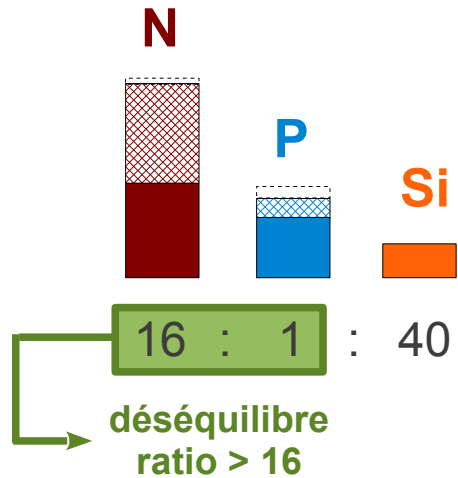




Rejets ponctuels maîtrisés

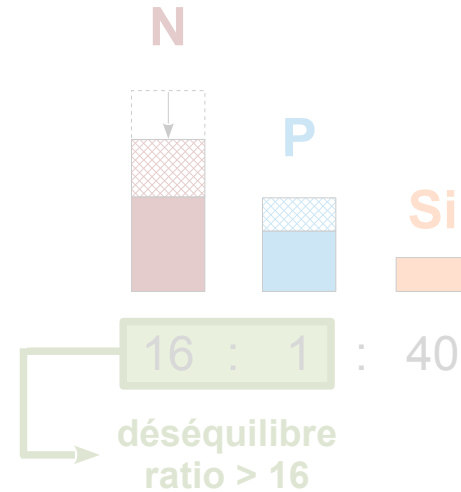
Les efforts doivent maintenant portés sur les pollutions diffuses

Pollutions ponctuelles DERU



Baisse du P
Diminution des efflorescences
Peu d'effets au sein du réseau hydro

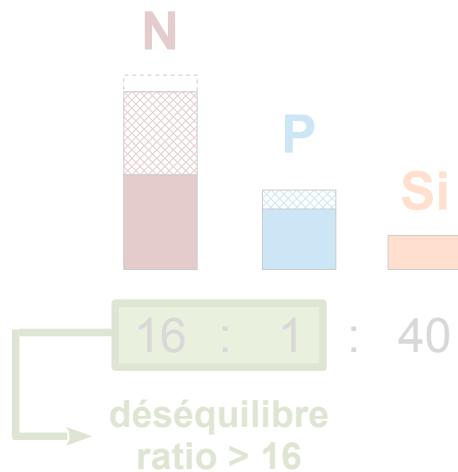
Pollutions diffuses – solution curative Réintroduction d'étangs



Baisse des flux de N localement
Pas d'effet à l'échelle de la Seine
Une proportion de 5 % d'étangs est optimale

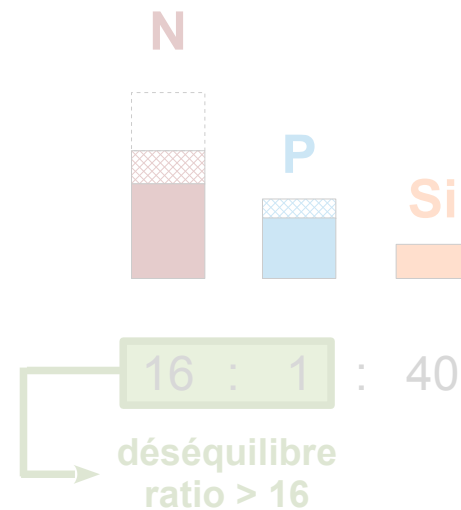
Pollutions diffuses – solutions préventives

Captage bio



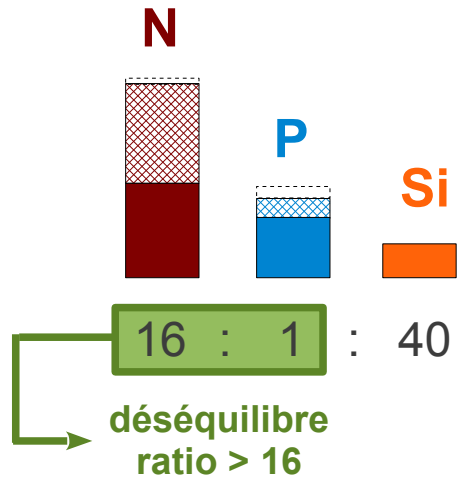
Baisse des flux de N à la côte
Très peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration de certaines portions du réseau hydro

Tout bio



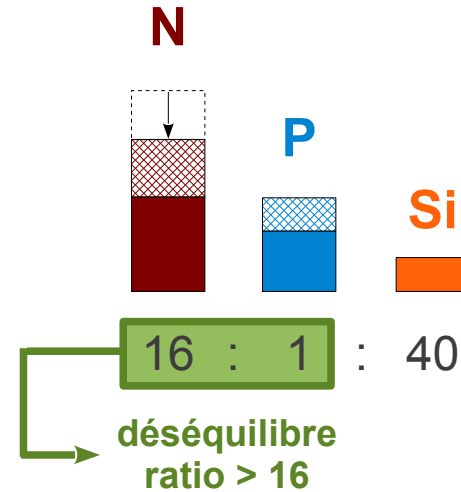
Forte baisse des flux de N à la côte
Peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration généralisée du réseau hydro

Pollutions ponctuelles DERU



Baisse du P
Diminution des efflorescences
Peu d'effets au sein du réseau hydro

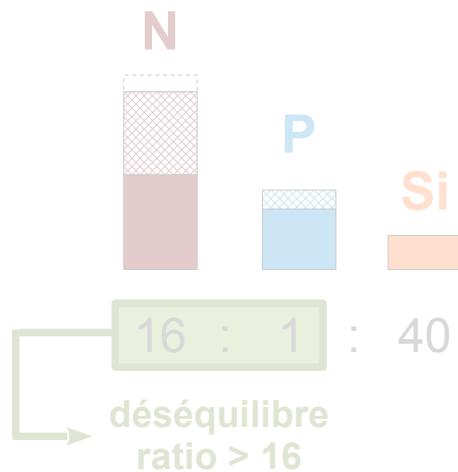
Pollutions diffuses – solution curative Réintroduction d'étangs



Baisse des flux de N localement
Pas d'effet à l'échelle de la Seine
Une proportion de 5 % d'étangs est optimale

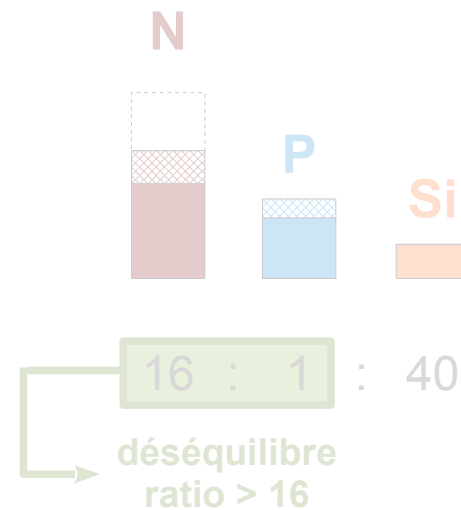
Pollutions diffuses – solutions préventives

Captage bio



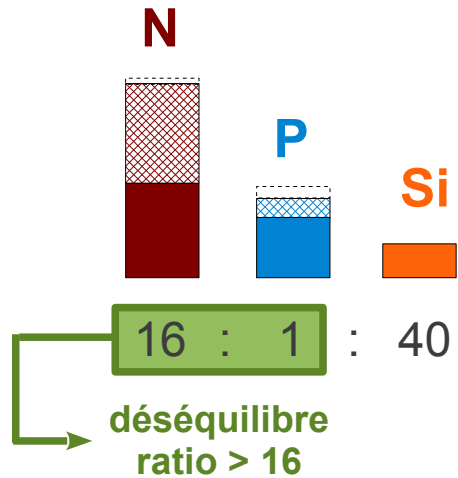
Baisse des flux de N à la côte
Très peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration de certaines portions du réseau hydro

Tout bio



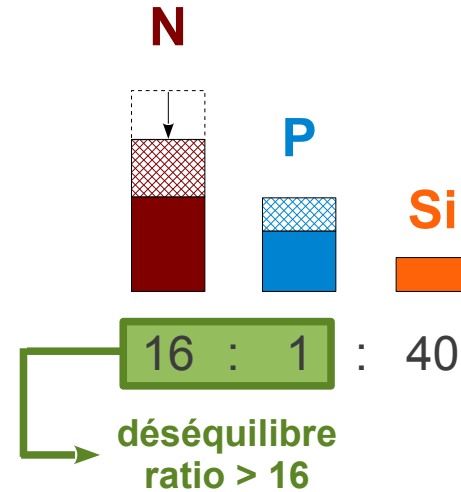
Forte baisse des flux de N à la côte
Peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration généralisée du réseau hydro

Pollutions ponctuelles DERU



Baisse du P
Diminution des efflorescences
Peu d'effets au sein du réseau hydro

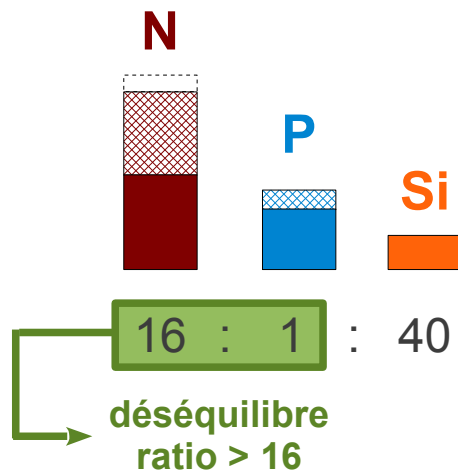
Pollutions diffuses – solution curative Réintroduction d'étangs



Baisse des flux de N localement
Pas d'effet à l'échelle de la Seine
Une proportion de 5 % d'étangs est optimale

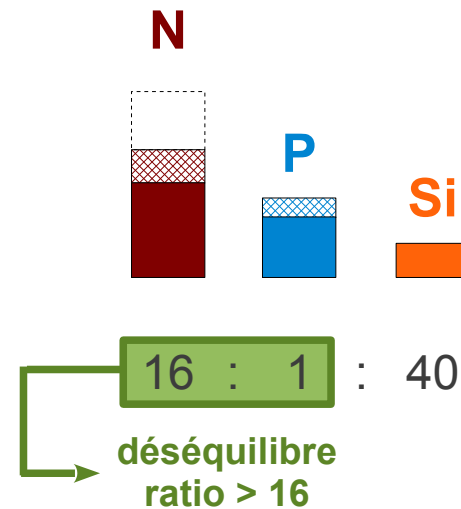
Pollutions diffuses – solutions préventives

Captage bio



Baisse des flux de N à la côte
Très peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration de certaines portions du réseau hydro

Tout bio



Forte baisse des flux de N à la côte
Peu d'effet sur les *Phaeocystis*
Amélioration généralisée du réseau hydro

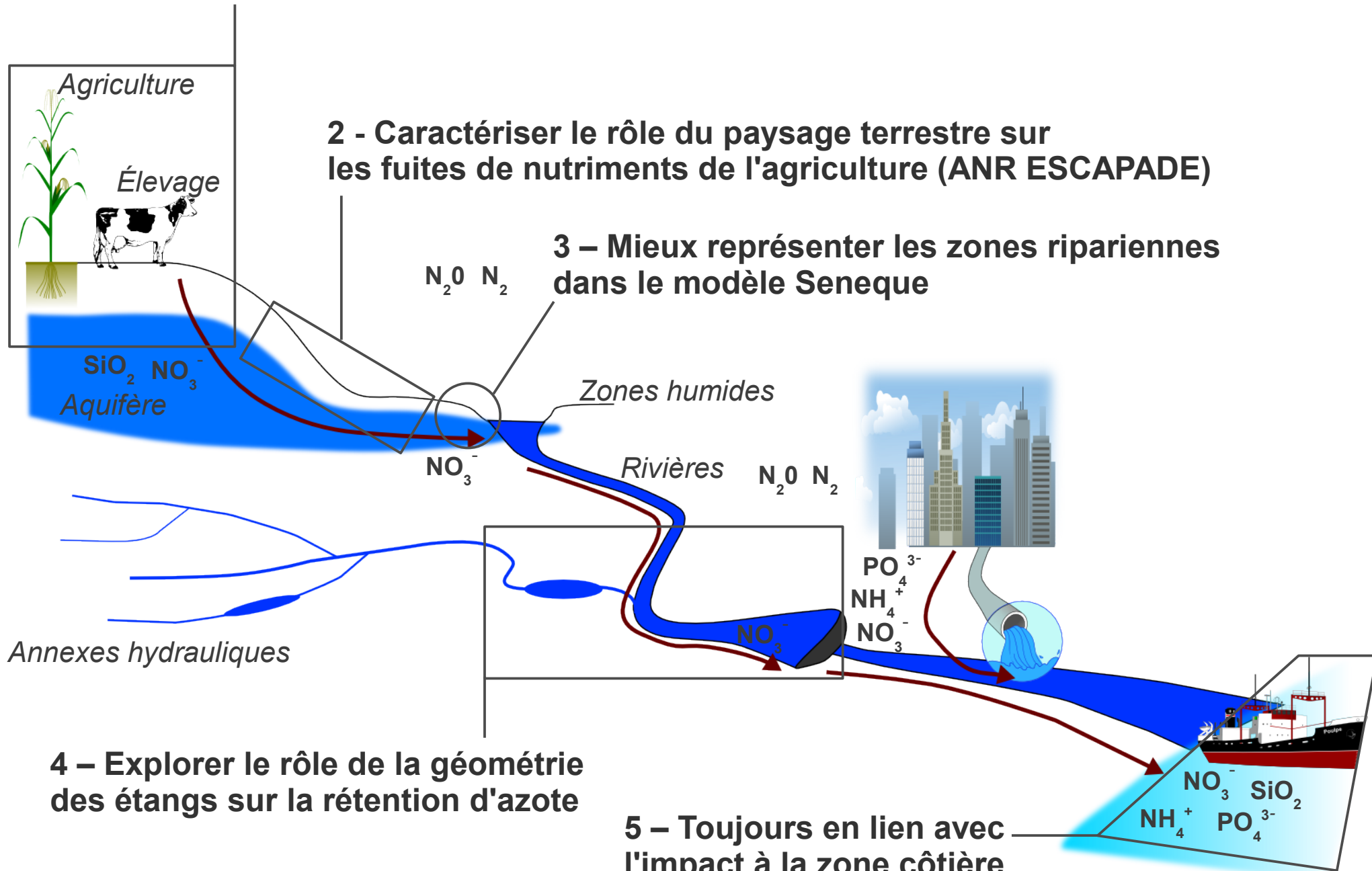
1 – Construire un scénario de conversion des BAC Grenelle en bio

2 - Caractériser le rôle du paysage terrestre sur les fuites de nutriments de l'agriculture (ANR ESCAPADE)

3 – Mieux représenter les zones ripariennes dans le modèle Seneque

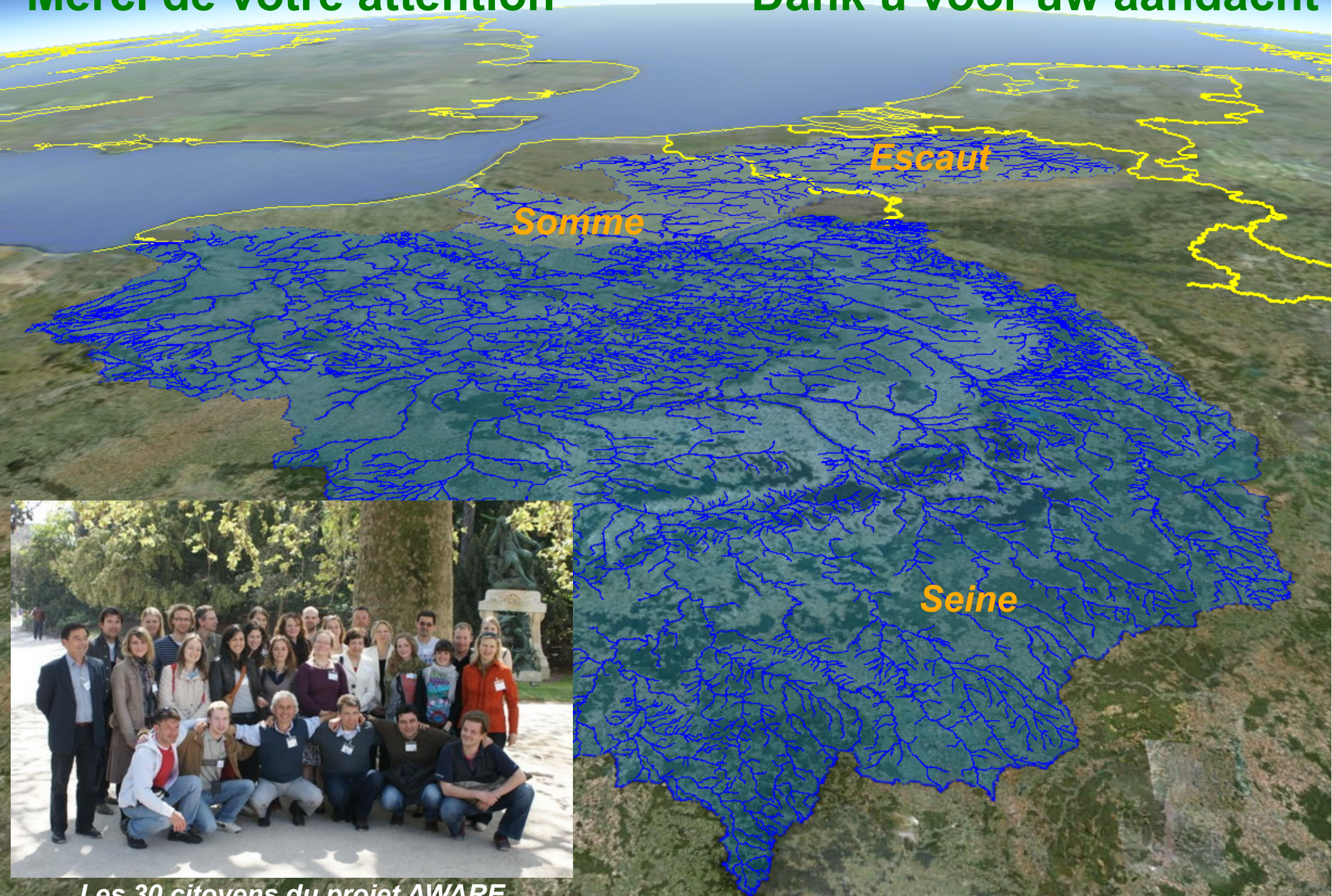
4 – Explorer le rôle de la géométrie des étangs sur la rétention d'azote

5 – Toujours en lien avec l'impact à la zone côtière



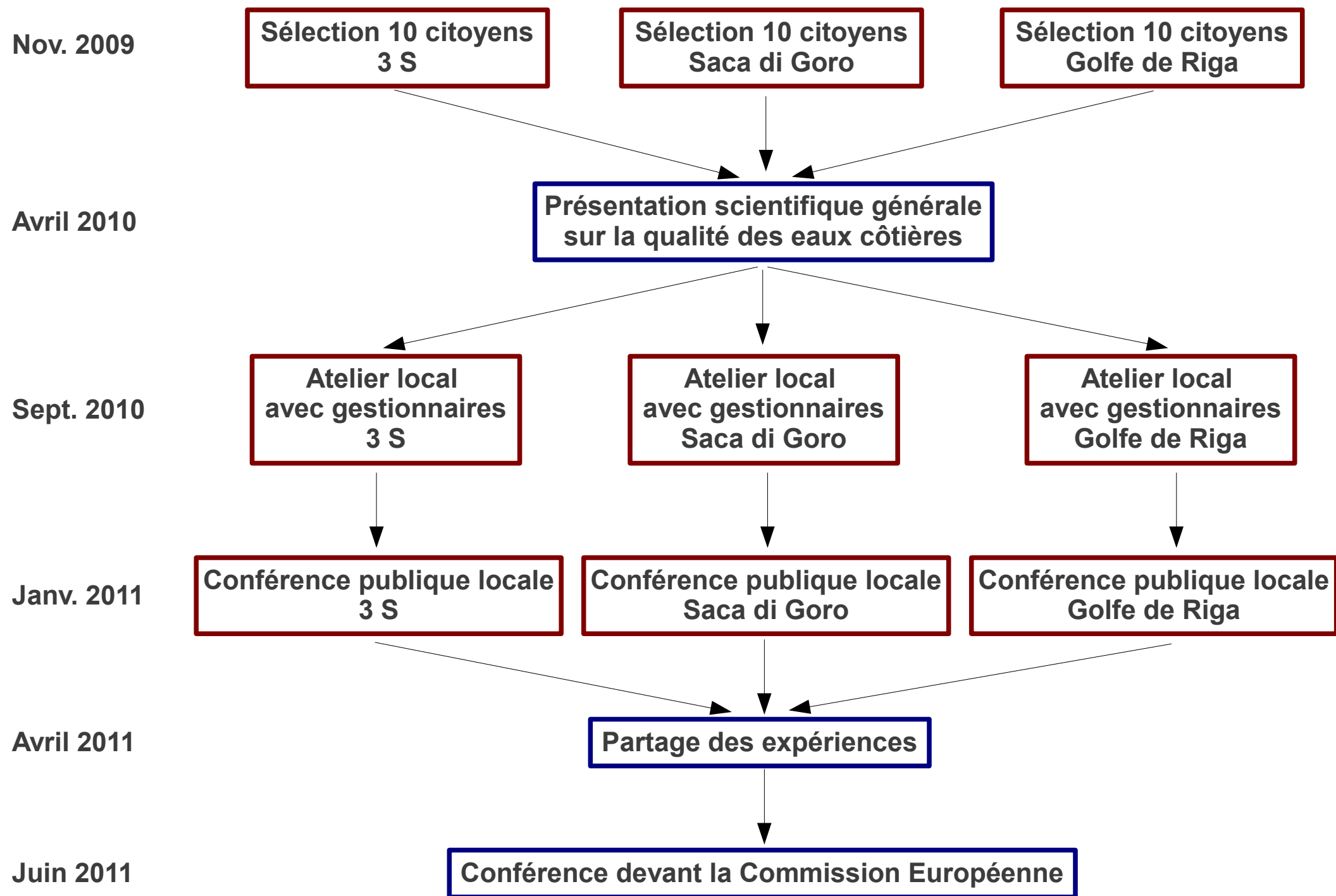
Merci de votre attention

Dank u voor uw aandacht



Les 30 citoyens du projet AWARE

AWARE - Processus



AWARE – Recommandations des citoyens

I – Transversalité / Cohérence

- Générer une prise de conscience et une action rapide
- Trouver une unité de vue suffisamment cohérente qui mène à l'action commune

II – Information / Transparence / Éducation

- Vulgariser davantage les données du monde scientifique tout en restant « neutre » de toute influence
- Consolider/consigner les données de manière centralisée
- Sensibiliser la jeune génération via l'école

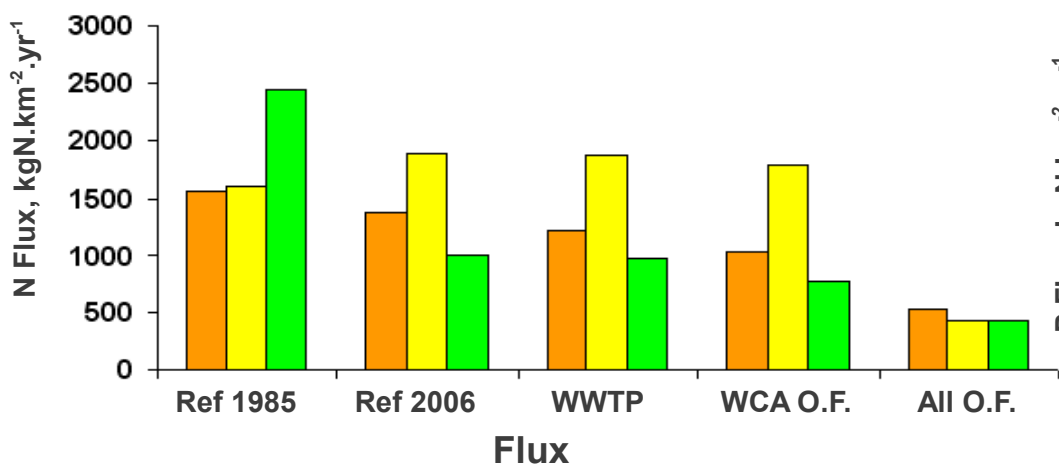
III – Sources diffuses / Consommation

- Revaloriser la place des agriculteurs
- Accompagner ces derniers dans une reconversion
- Valoriser le bon état écologique de l'eau
- Développer et communiquer une vision, fondée sur l'approche territoriale et centrée sur la recherche de solutions

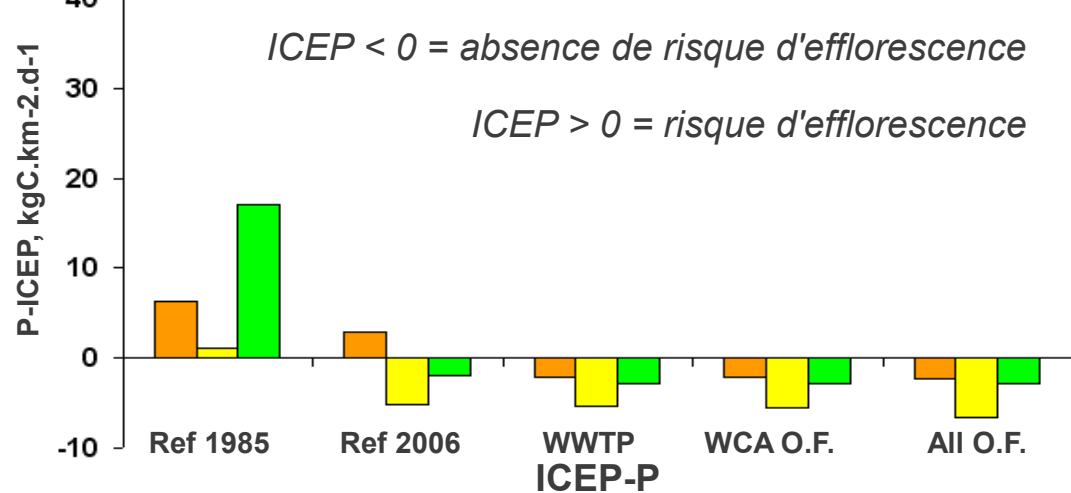
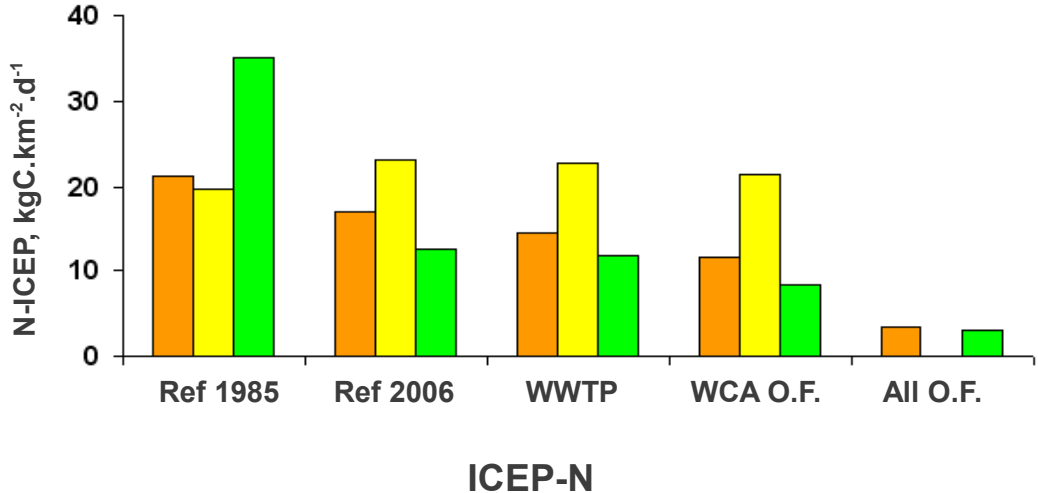
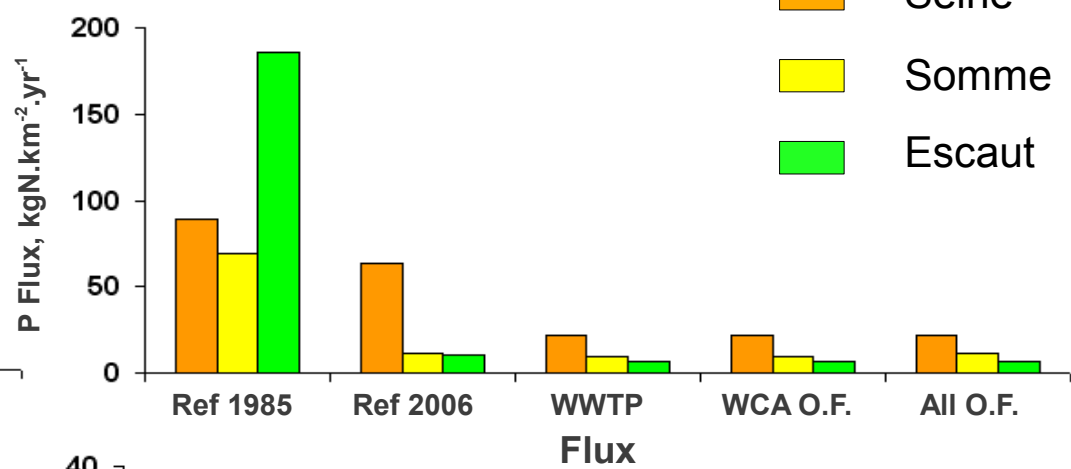
Flux à la côte et ICEP

Évolution et scénarios

Nitrate



Phosphore



$ICEP-N = 12 * 106 * Flux N / (14 * 16) - Flux Si / 28$

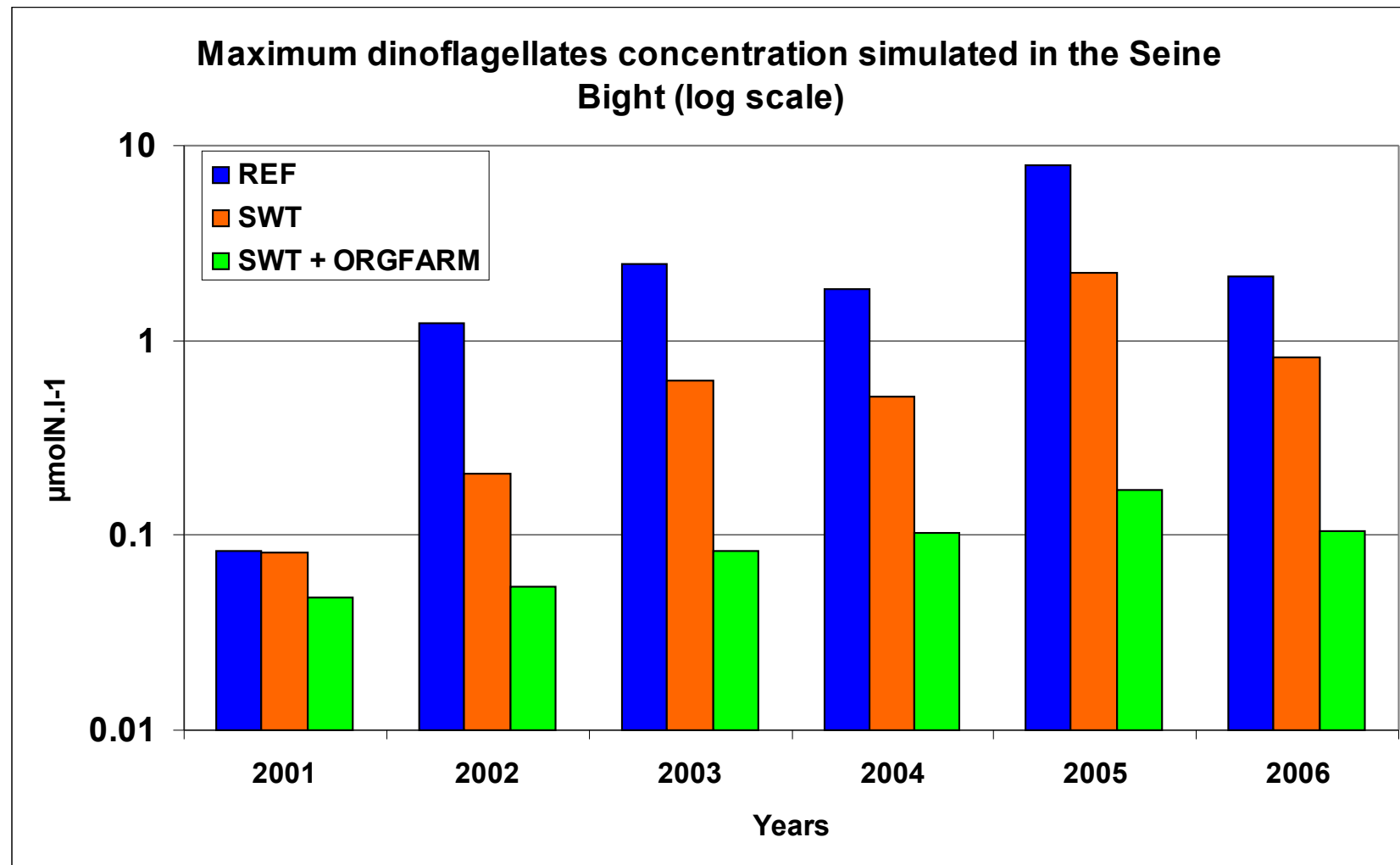
$ICEP-P = 12 * 106 * Flux N / 31 - Flux Si / (28 * 20)$

NEREIS

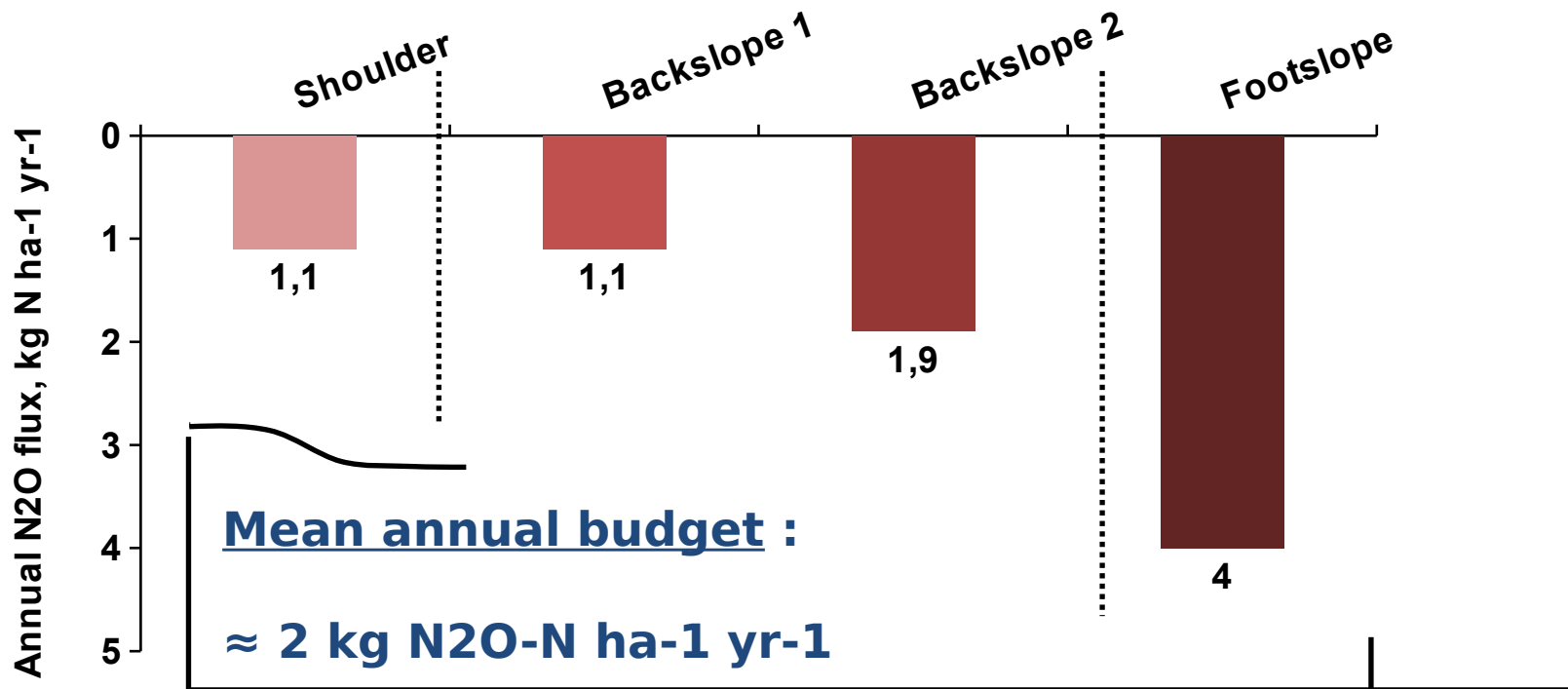
Couplage Seneque – Mars 3D sur la baie de Seine entre 2000 et 2006

Objectifs : quantifier les flux de nutriments à la mer, simuler l'évolution des Diatomées et des Dinoflagellés (dont certaines sont toxiques comme Dinophysis)

Tester des scénarios de diminution des rejets ponctuels (DERU) et de pollutions diffuses (bio) et voir leur influence sur les développements algaux



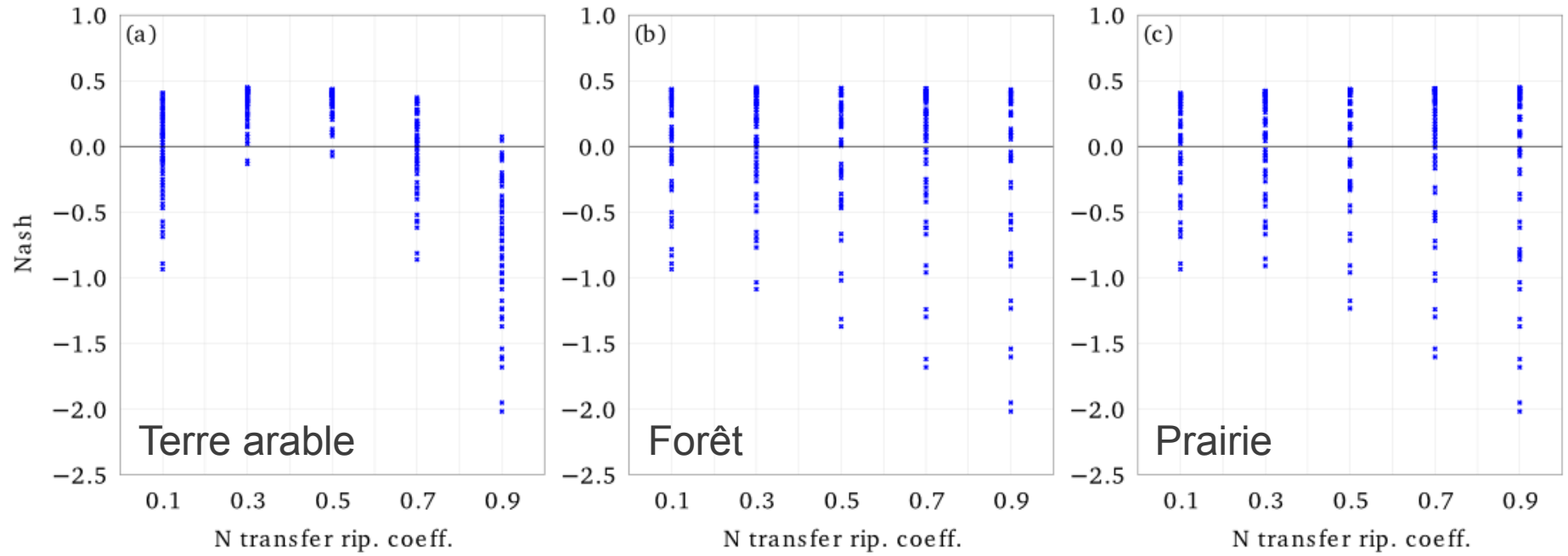
Émissions de N₂O à l'échelle du bassin versant



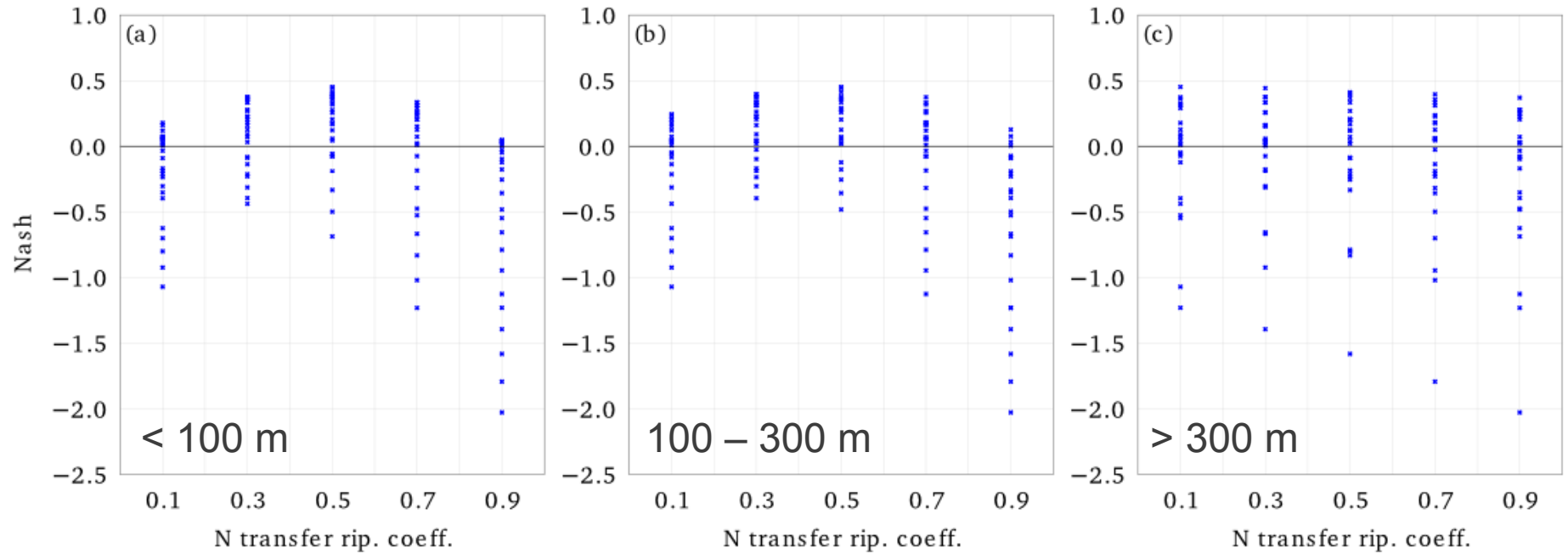
- Very clear landscape pattern with highest emissions in lower slope positions
- Highest emissions in footslope, associated with highest moisture (moist denitrification) and highest N concentrations in soil

Zones ripariennes dans Senegale

ZR et usage du sol

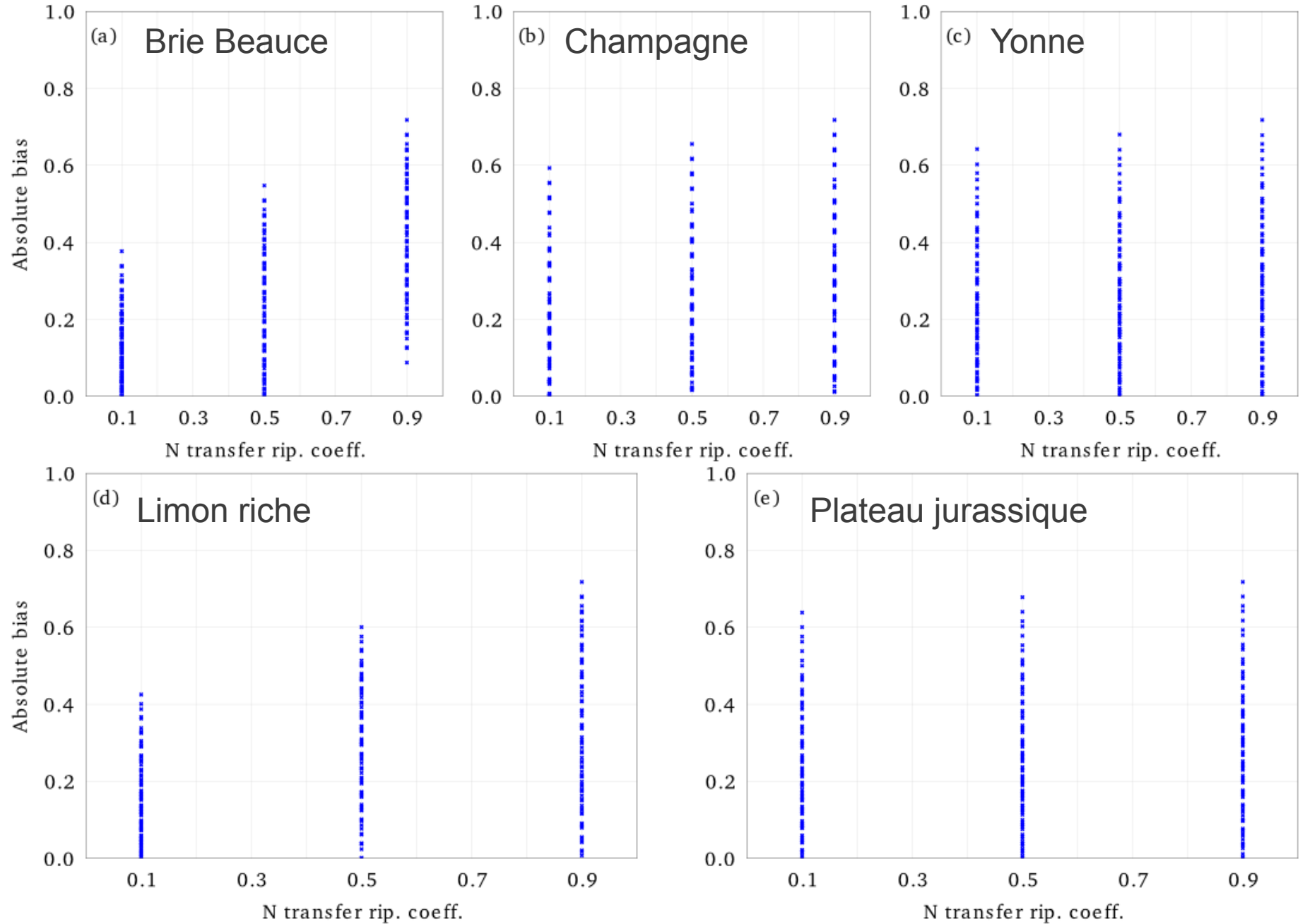


ZR et largeur de la ZR



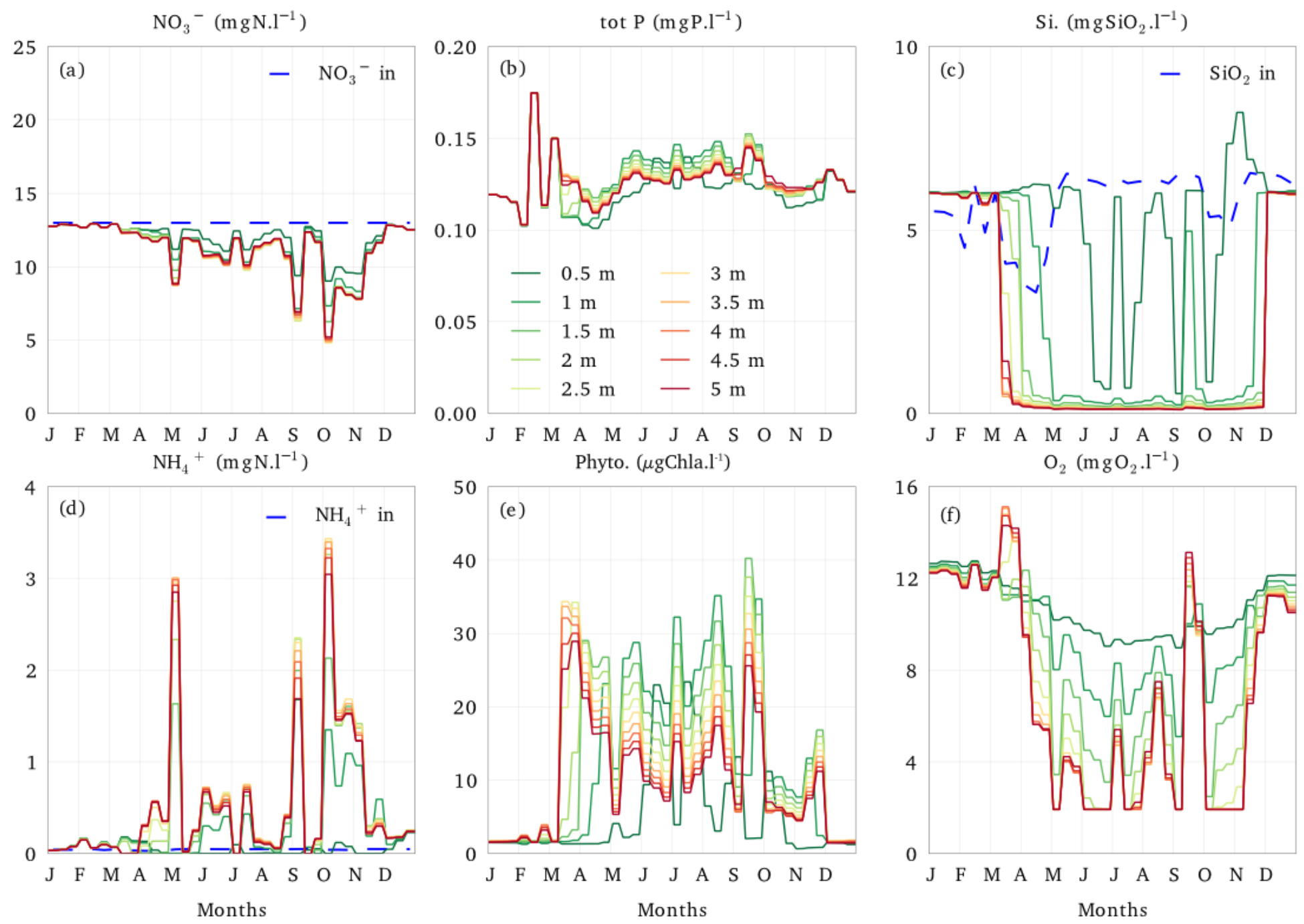
Zones ripariennes dans Senegue

ZR et petites régions agricoles



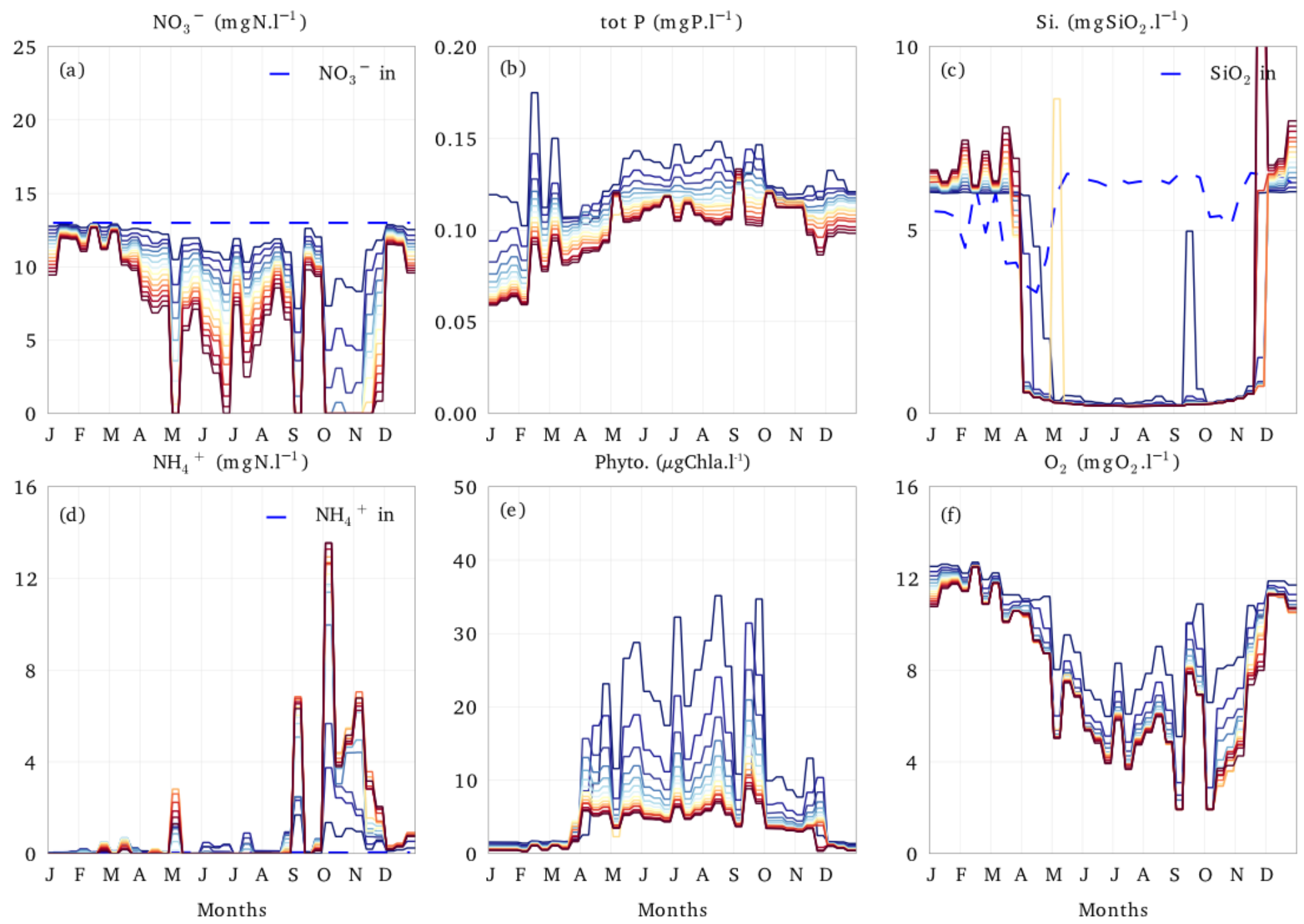
Étangs et flux de nutriments

Effet de la profondeur sur les flux de nutriments



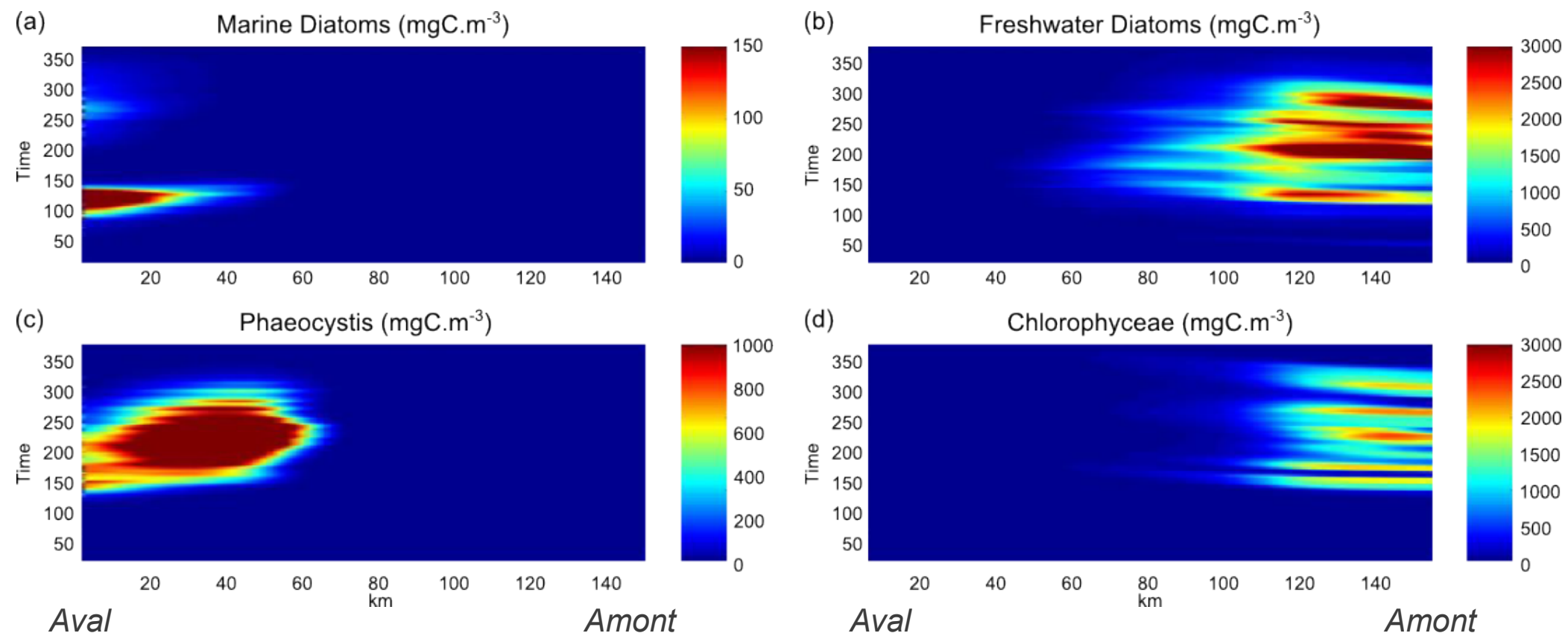
Étangs et flux de nutriments

Effet de la superficie sur les flux de nutriments



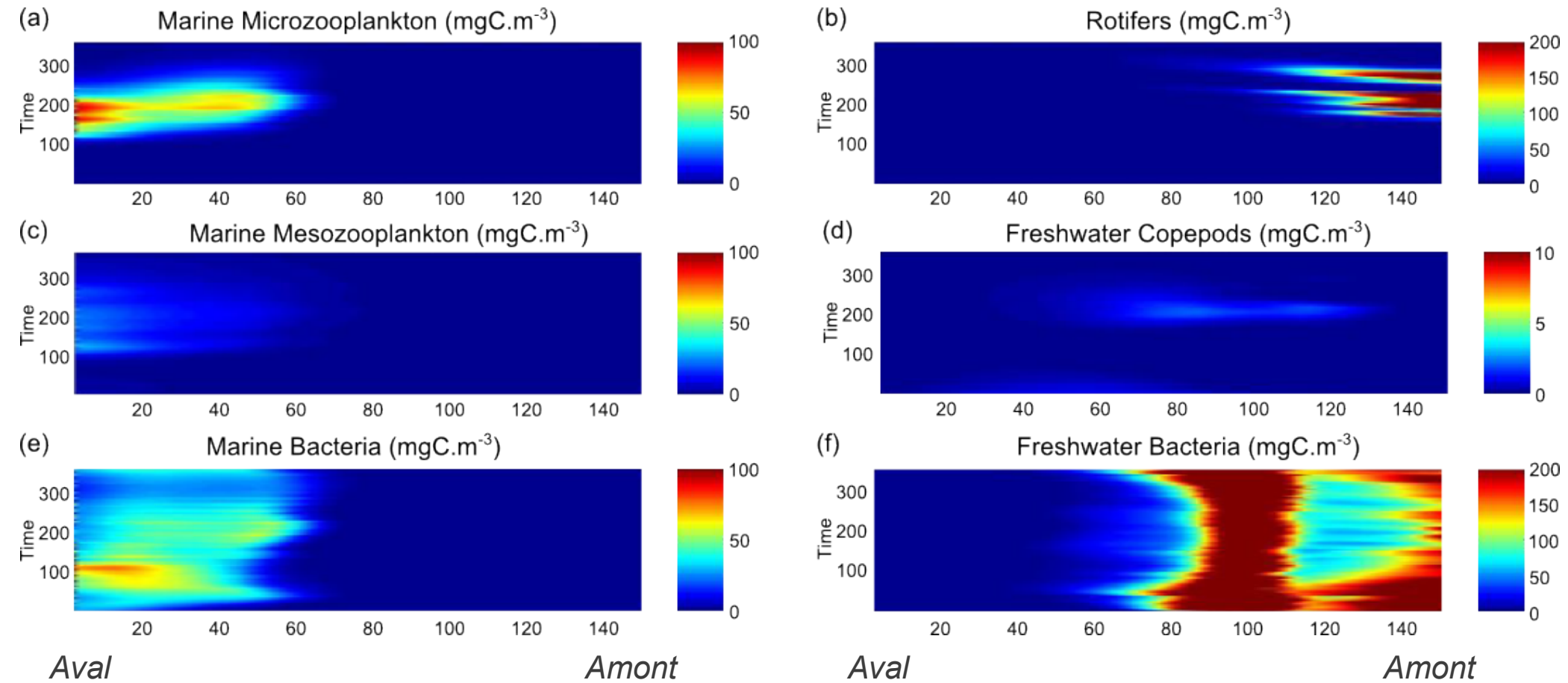
Filtre estuarien

Phaeocystis à l'aval, *Diatomées* à l'amont



Filtre estuarien

Le développement des bactéries liés aux rejets ponctuels



Filtre estuarien

Effet de l'estuaire de la Seine sur les flux de nutriments

