



Les modélisations relatives à la qualité de l'eau

Catherine Sohier et Thomas Lebecque



« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

La modélisation agro- hydrologique régionale EPICgrid

Appui à la gestion des ressources en eau

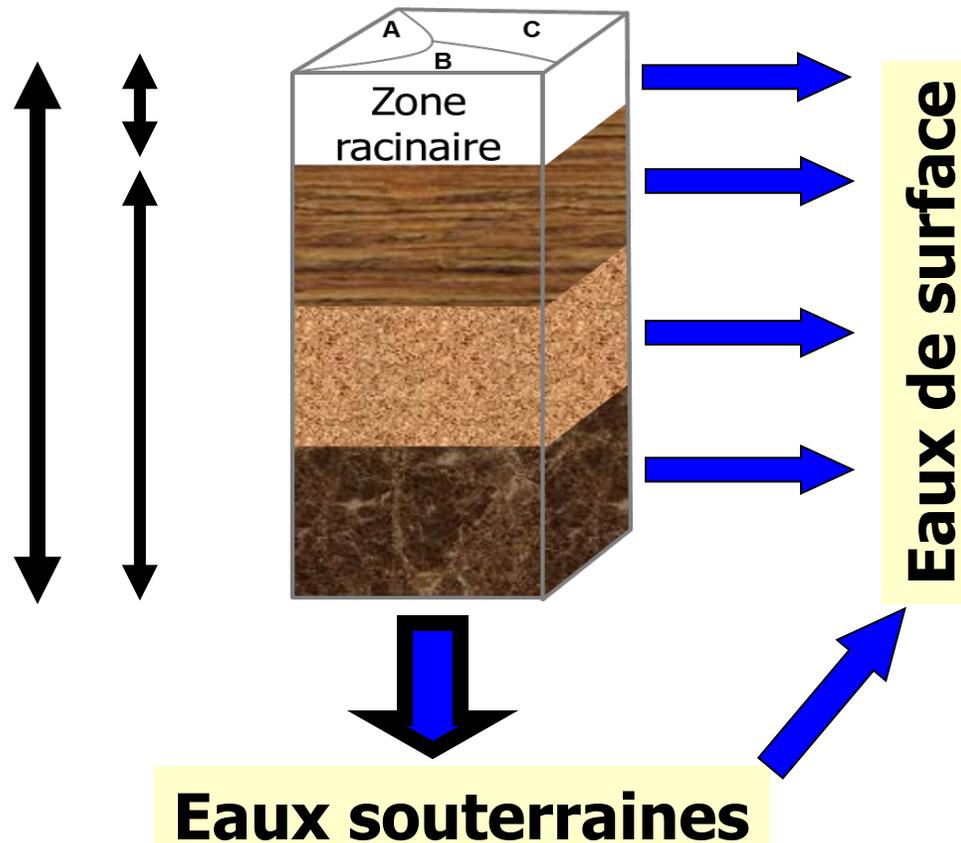
« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »



Le système et les dynamiques à considérer

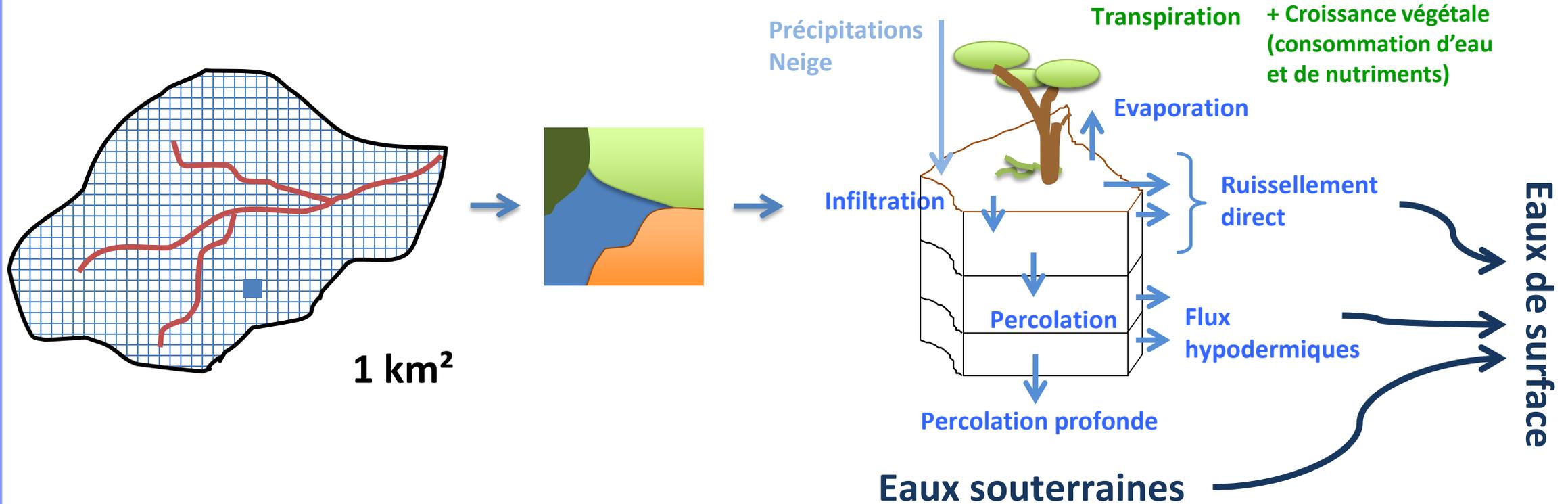
ZONE VADOSE :

NON SATURÉE
ou
VARIABLEMENT
SATURÉE



Milieu où s'opère le transfert des flux vers les eaux souterraines et les eaux de surface. Ce milieu est la zone du sol et du sous-sol dite « non saturée (en eau) » car partiellement aérée ; elle est appelée « zone vadose » et peut être en fait partiellement saturée de façon temporaire

La spatialisation



Les bases de données

- **Données d'entrée**

- > données cartographiques (occupation du sol, sol et sous-sol, topographie)
- > données climatiques
- > données agronomiques (pratiques agricoles, ...)

- **Données de calibration/validation**

- > aspects quantitatifs (niveaux d'eau dans les rivières et les eaux souterraines)
- > aspects qualitatifs (concentrations en nutriments et en pesticides dans les eaux de surface et les eaux souterraines)

Les bases de données

- **Données d'entrée**

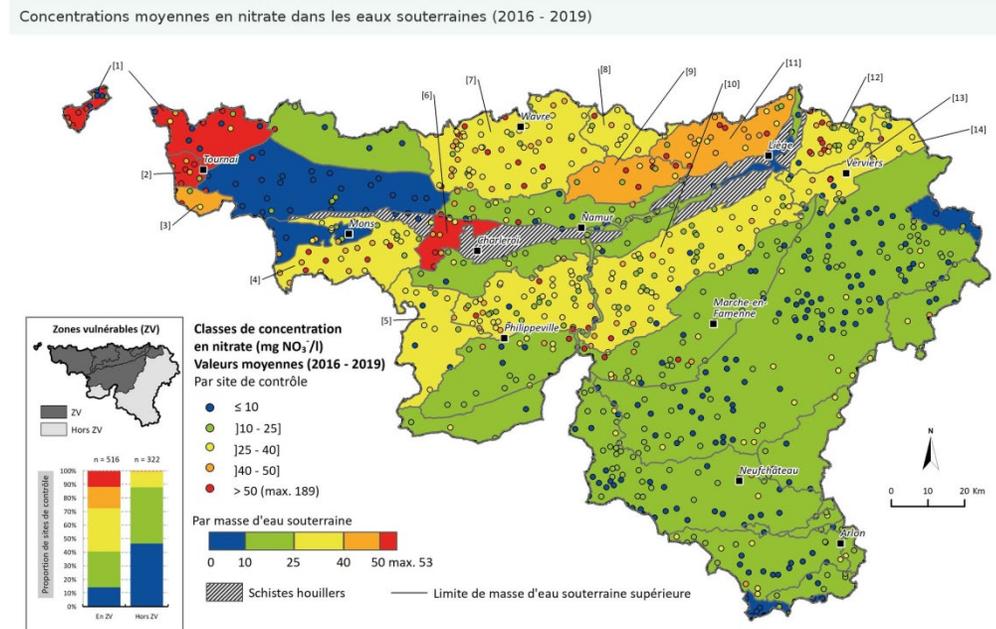
- > données cartographiques (occupation du sol, sol et sous-sol, topographie)
- > données climatiques
- > données agronomiques (pratiques agricoles, ...)

- **Données de calibration/validation**

- > aspects quantitatifs (niveaux d'eau dans les rivières et les eaux souterraines)
- > aspects qualitatifs (concentrations en nutriments et pesticides dans les eaux de surface et les eaux souterraines)

Les données relatives à la qualité de l'eau

- **AQUAPHYC** (Réseau de surveillance de la qualité physico-chimique des eaux de surface wallonnes)
- **CALYPSO** (Base de données de la qualité des eaux souterraines)



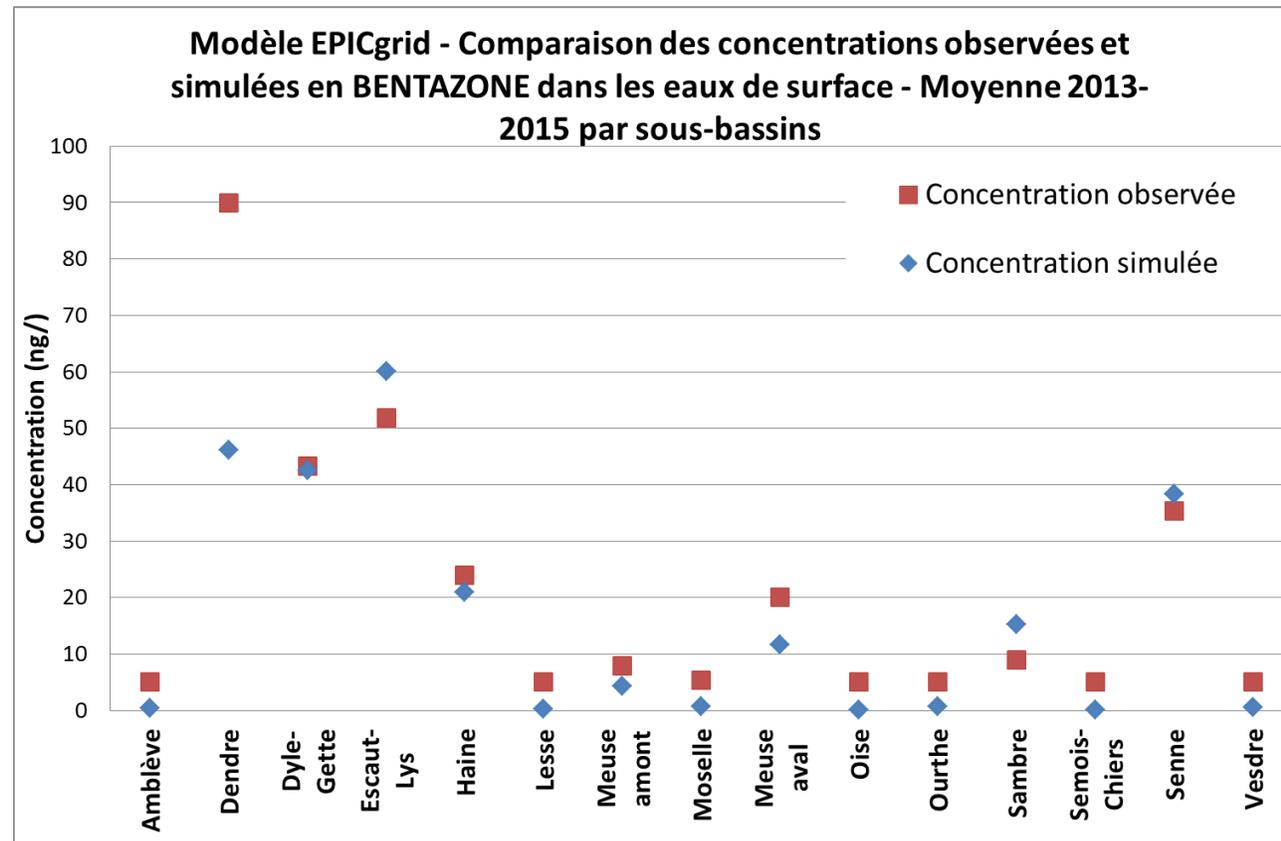
[1] Sables du Thanétien des Flandres [2] Craies de la vallée de la Deûle [3] Sables du Thanétien de Rumes-Brunehaut [4] Craies de la vallée de la Haine [5] Calcaires et Grès dévoniens du bassin de la Sambre [6] Sables bruxelliens des bassins Haine et Sambre [7] Sables du Bruxellien [8] Sables du Landénien [9] Sables et Craies du bassin de la Meuse [10] Calcaires et Grès du Condroz [11] Crétacé du bassin du Geer [12] Crétacé du Pays de Herve [13] Calcaires et Grès du bassin de la Vesdre [14] Calcaires et Grès du bassin de la Gueule
REEW - Source : SPW Environnement - DEE (base de données CALYPSO - survey nitrate)

© SPW - 2020

« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

Les données relatives à la qualité de l'eau

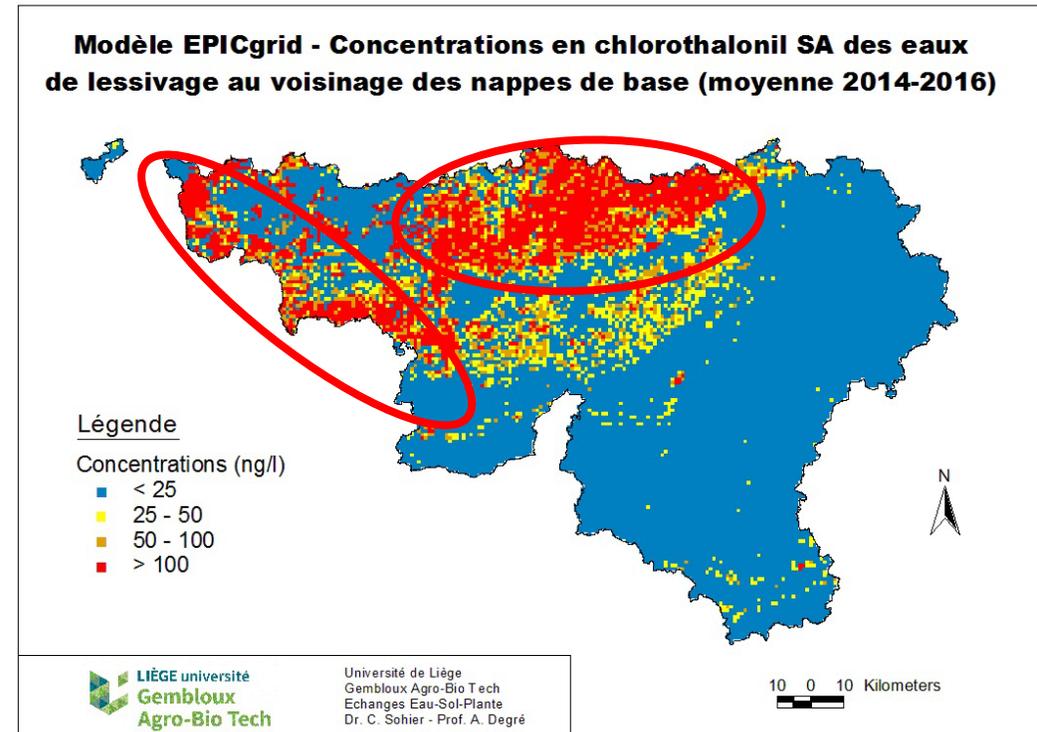
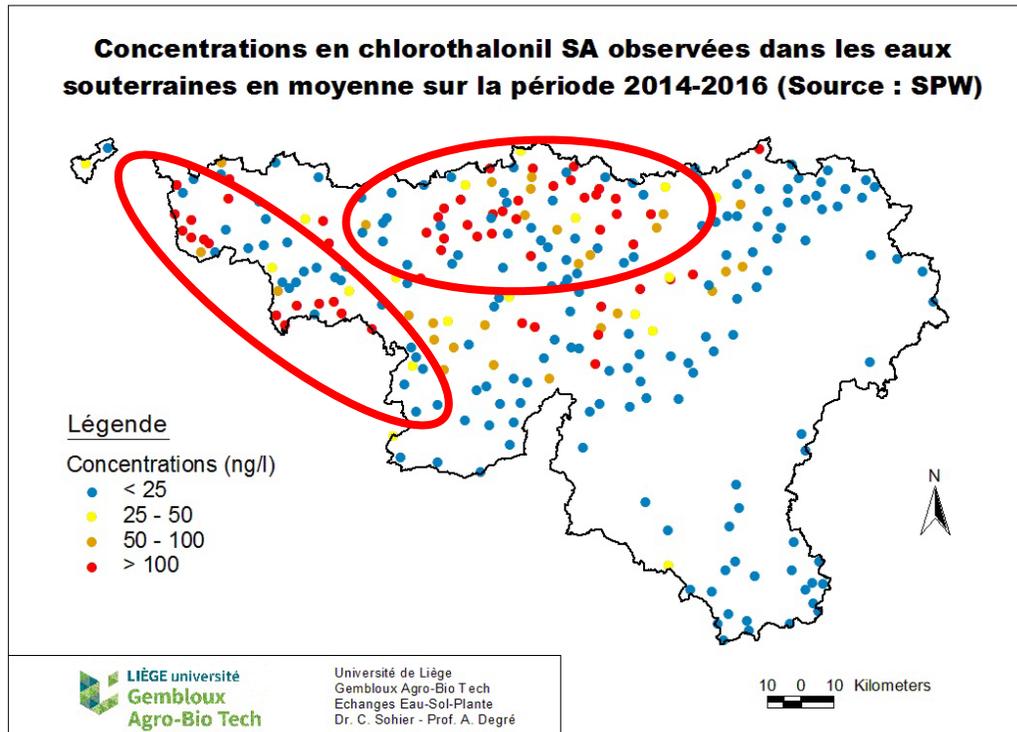
Exemple de validation du modèle : pesticides dans les eaux de surface



« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

Les données relatives à la qualité de l'eau

Exemple de validation du modèle : pesticides dans les eaux souterraines



Enjeux de la modélisation

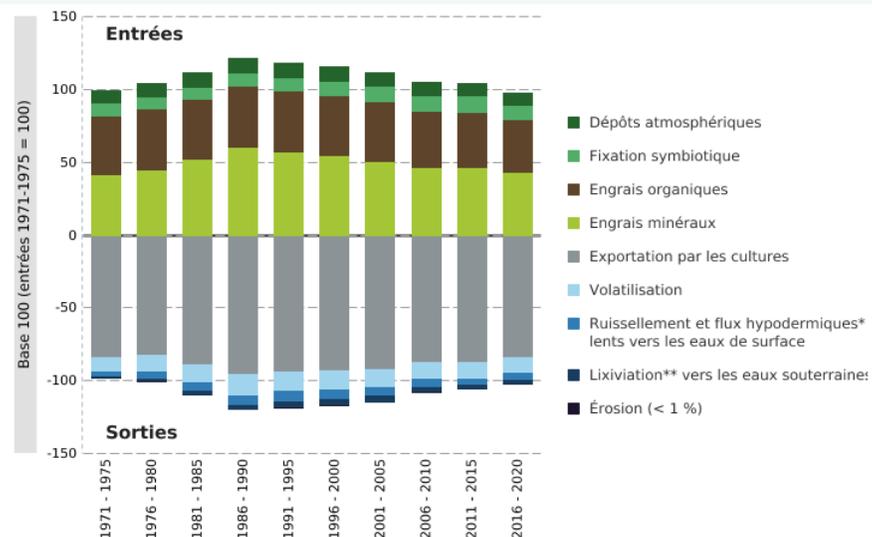
- Etablissement d'**indicateurs de l'état environnemental** des masses d'eau de surface et des masses d'eau souterraine en Wallonie
- **Outil d'aide à la décision** : test de **l'effet de mesures** prise pour réduire les incidences de la pollution diffuse agricole sur la qualité de l'eau
- **Outil explicatif**
- **Simulations prospectives** (scénarios anthropiques et/ou climatiques)
- Produire des **inputs pour d'autres applications**

Exemples de résultats

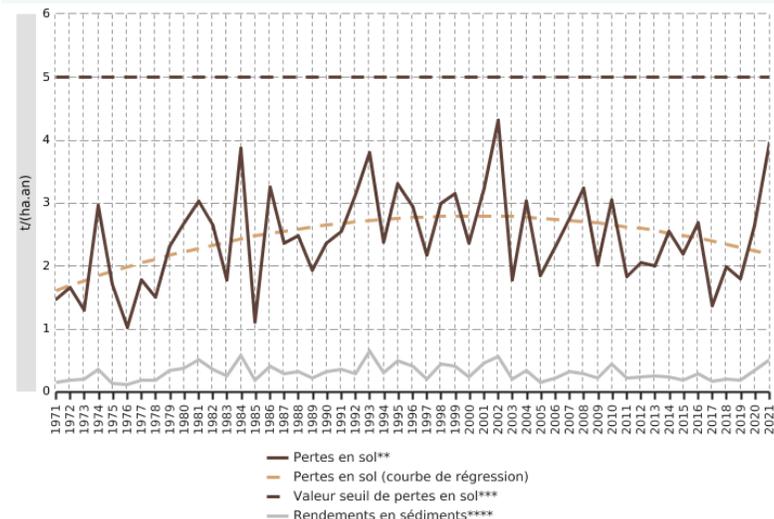
1/ Indicateurs

- Etat de l'Environnement wallon et rapports européens

Bilan d'azote des sols agricoles en Wallonie



Pertes estimées en sol par érosion hydrique diffuse et rendements en sédiments en Wallonie*

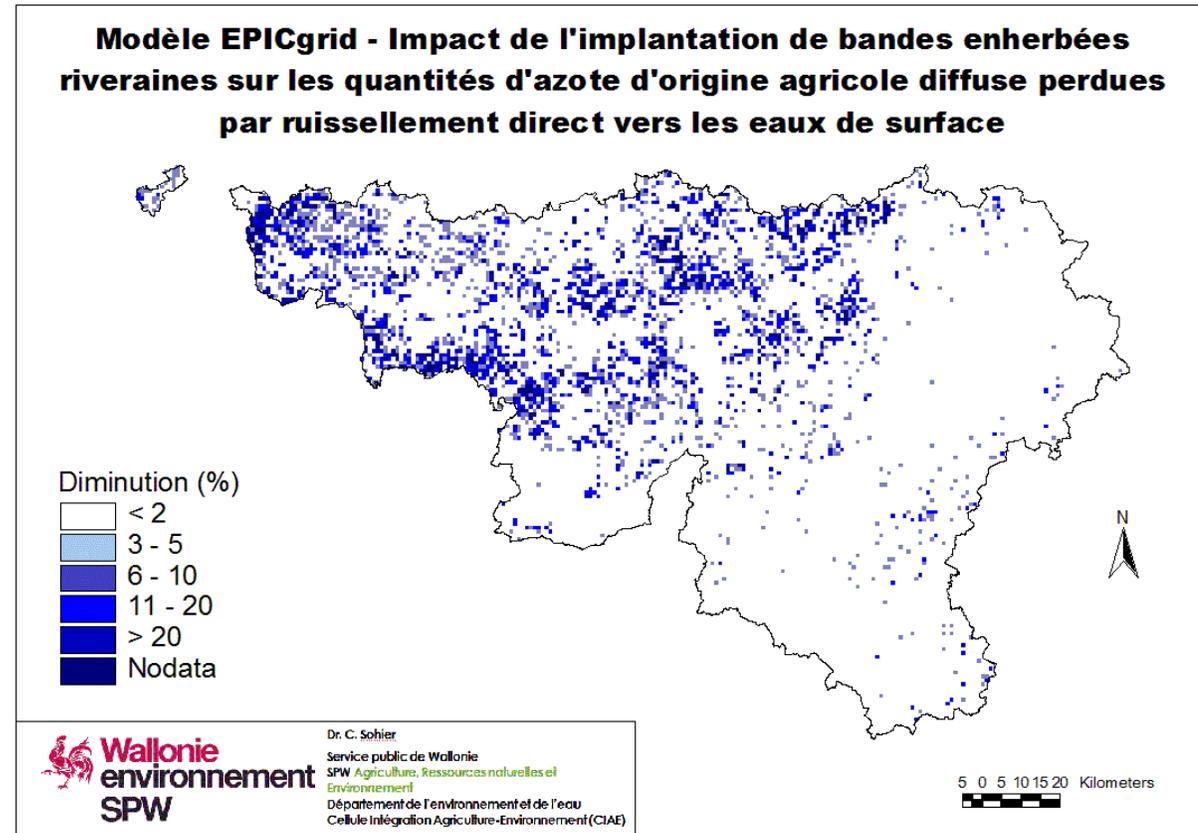


« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

Exemples de résultats

2/ Effet de mesures

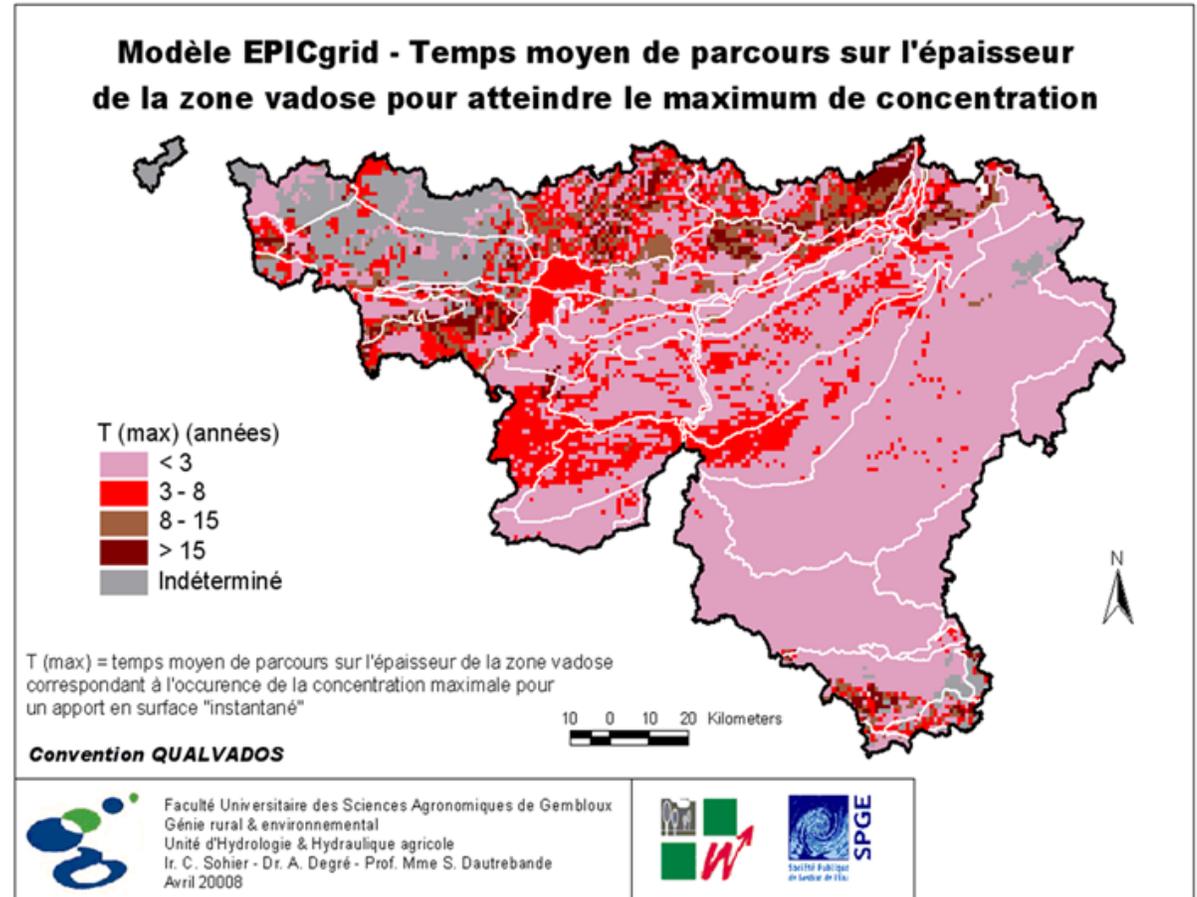
- PGDA : impact de l'implantation de bandes enherbées riveraines



Exemples de résultats

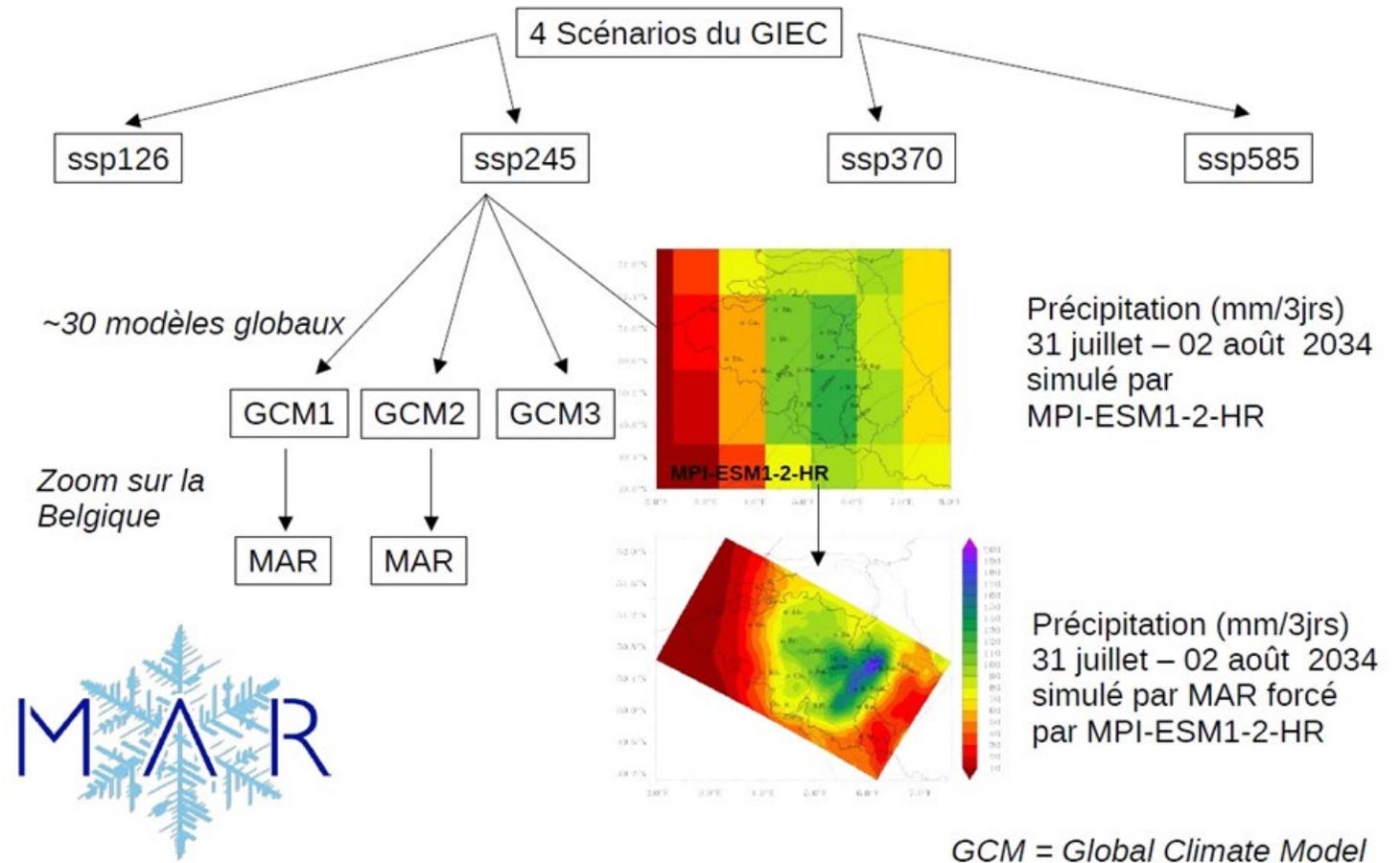
3/ Outil explicatif

- Temps de transfert (ex. nitrate) vers les eaux souterraines



Exemples de résultats

4/ Simulations prospectives



Exemples de résultats

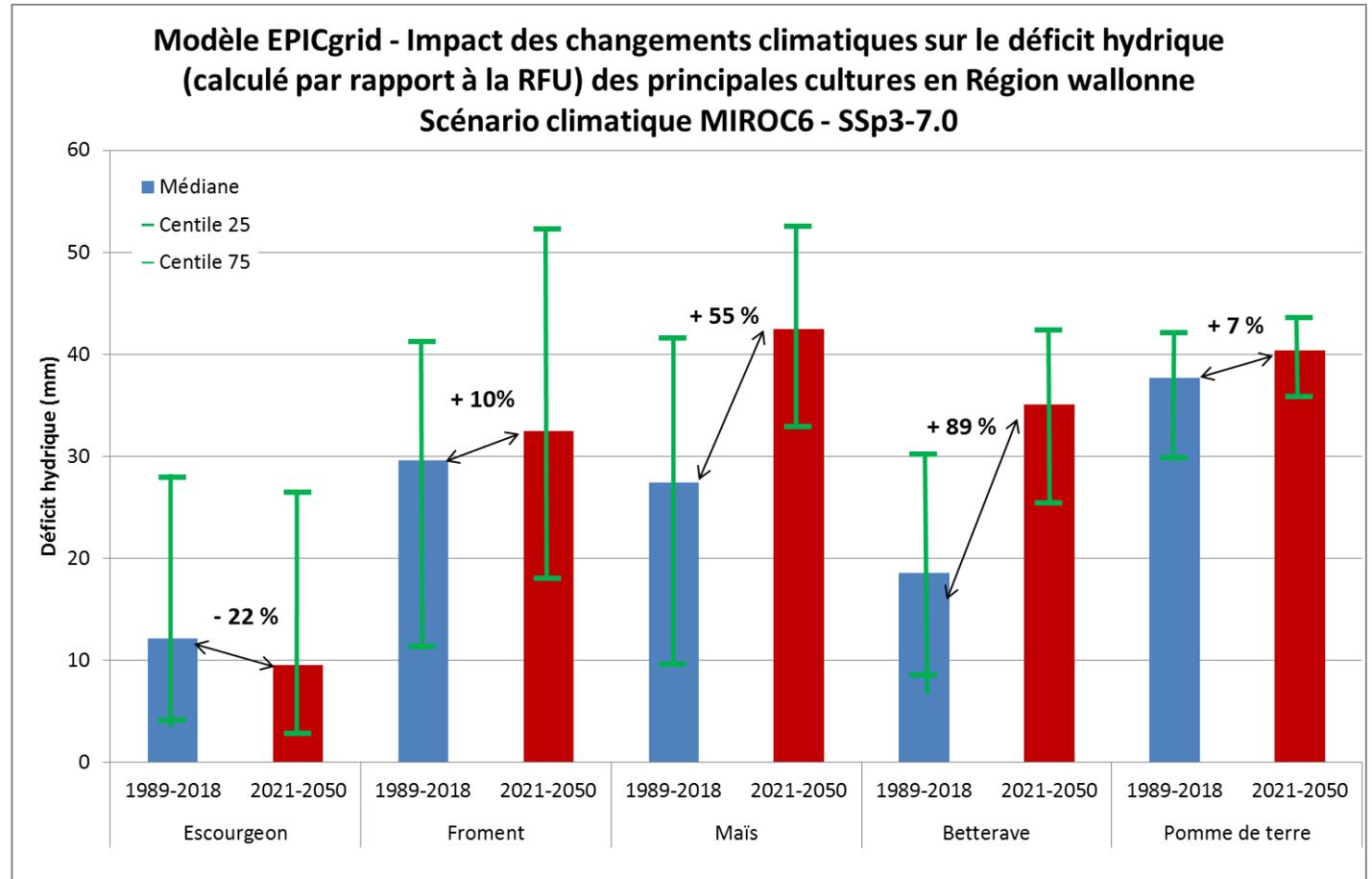
4/ Simulations prospectives

Bilan hydrologique de la Wallonie simulé par le modèle EPICgrid - Variation entre le climat actuel (2000-2019) et différents scénarios climatiques prospectifs (2031-2050) – SSp3-7.0

GCM	Précipitations	Evapotranspiration réelle	Eau utile
EC-Earth3-Veg	+ 18%	+ 3%	+ 42%
MIROC6	+ 10%	- 4%	+ 34%
MPI-ESM1-2-HR	+ 7%	- 2%	+ 22%
NorESM2-MM	+ 16%	- 2%	+ 43%
CMCC-CM2-SR5	+ 5%	- 5%	+ 22%
IPSL-CM6A-LR	+ 12 %	- 8%	+ 45%

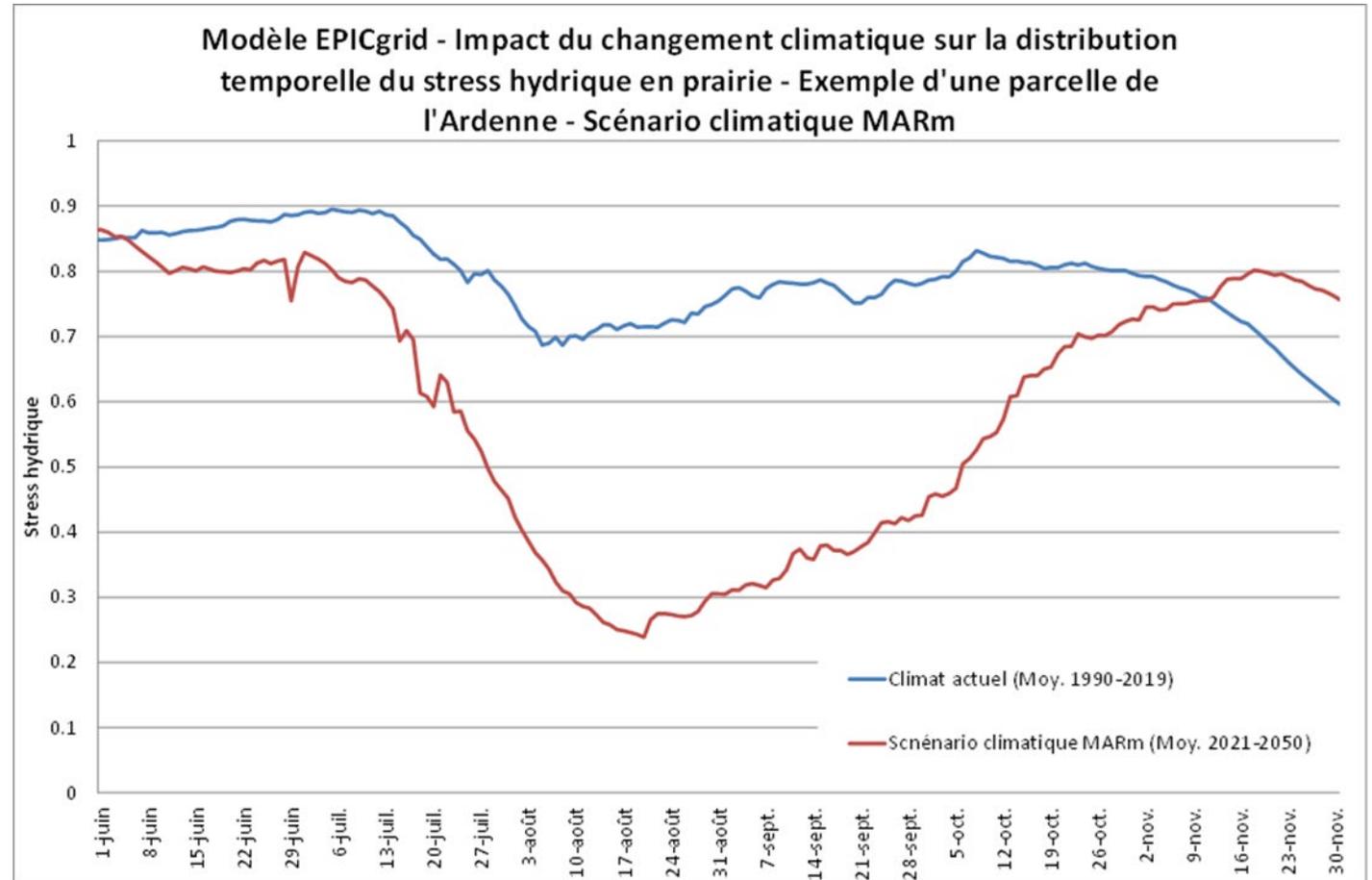
Exemples de résultats

4/ Simulations prospectives



Exemples de résultats

4/ Simulations prospectives

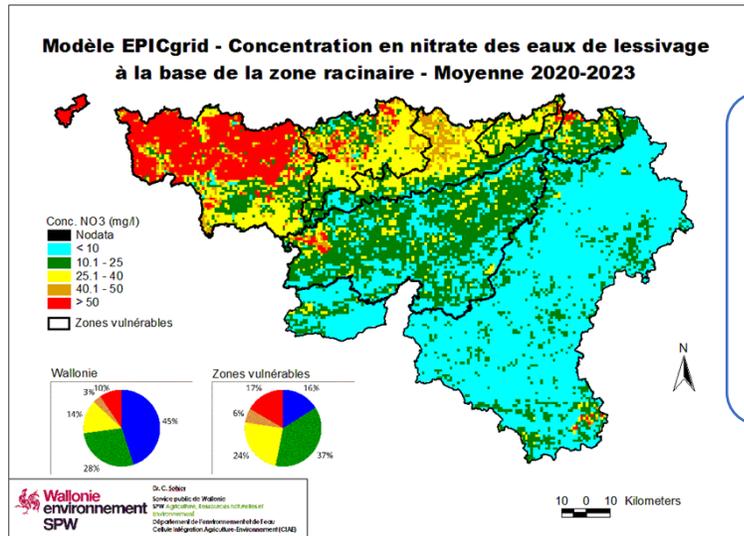


« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

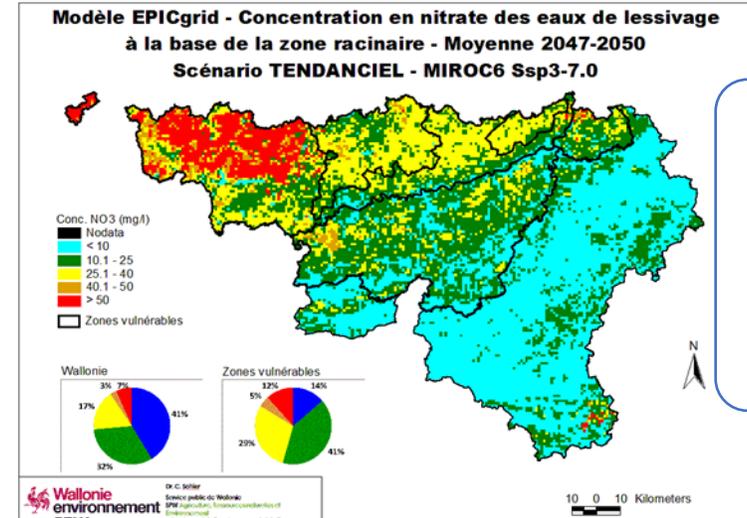
Exemples de résultats

4/ Simulations prospectives

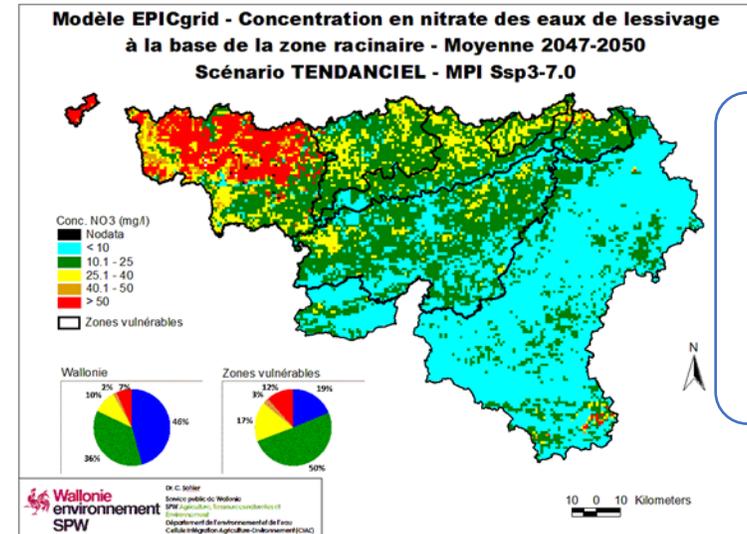
2020-2023



Climat observé



Scénario
MIROC6
Ssp3-7.0



Scénario
MPI
Ssp3-7.0

« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

Exemples de résultats

5/ Inputs pour d'autres applications

- Modèles « Eaux souterraines »
- Modèles « Eaux de surface »
- Indicateurs pour le calcul des services écosystémiques
- Modèle de calcul des charges polluantes
- ...

Utilisateurs

- Collègues du SPW
- Conventions SPW
- Universités (thèses de doctorat)
- ISSeP
- Entreprises privées
- ...

La modélisation Pegase

Appui à la gestion des ressources en eau

« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »



PEGASE: Introduction

PEGASE= Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux

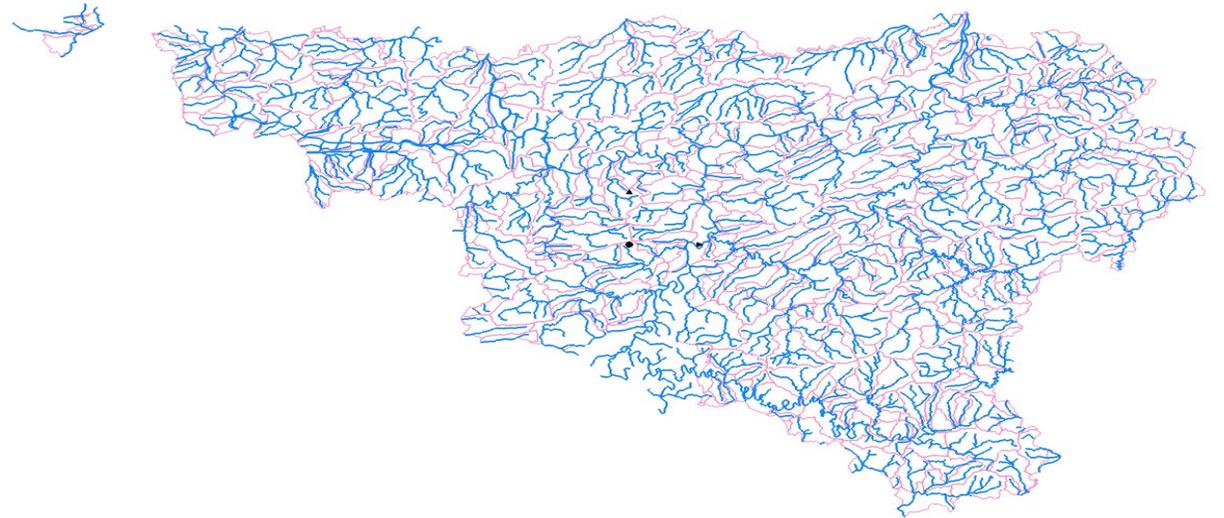
Outil de modélisation créé dans les années 80 qui a connu une évolution continue afin de répondre à des besoins d'expertises toujours plus poussés.

PEGASE est employé par différentes institutions:

- En Flandre la Vlaamse Milieumaatschappij;
- Agences de l'eau françaises,...

PEGASE: Introduction

PEGASE est un modèle intégré bassin hydrographique / rivières qui simule de manière réaliste l'écosystème des rivières, en ce incluant l'écoulement et la dynamique des principaux flux de nutriments au sein de grands réseaux hydrographiques.



- ✓ 638 rivières explicitement représentées
- ✓ 5430 km de linéaire avec des points de calculs +/-200m
- ✓ Différents paramètres modélisés (DCO, DBO, NO3, NO2,...).

Principes de fonctionnement

Pegase permet de calculer de façon déterministe la qualité des eaux des rivières en fonction des rejets et apports de pollution, pour différentes situations hydrologiques.



Données d'entrée

Rejets urbains
Rejets industriels
Lessivage
Cheptel
Débits



Process PEGASE
Sous modèles: hydro.,
thermique, biologique,
μpolluants, rejets,...



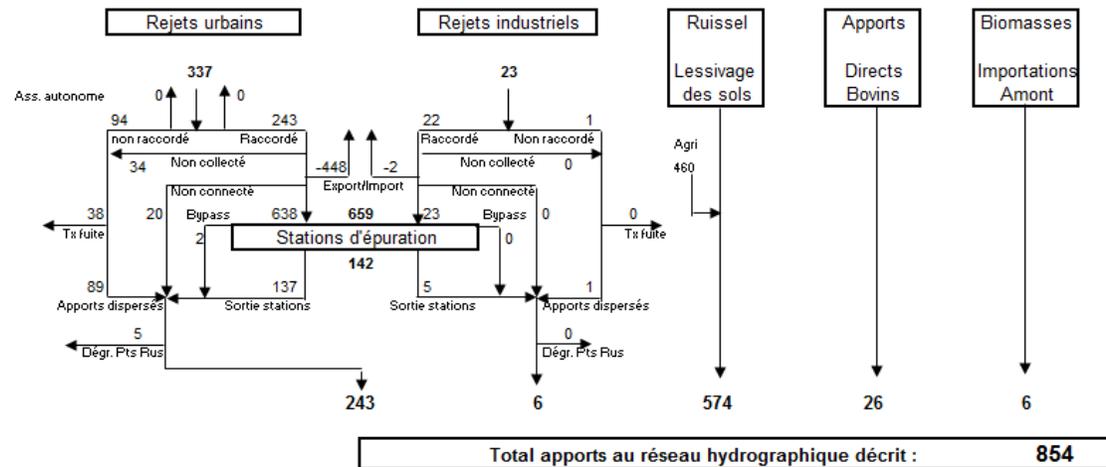
Résultats
(Concentrations,
débits, charges, ...)

Quels résultats?

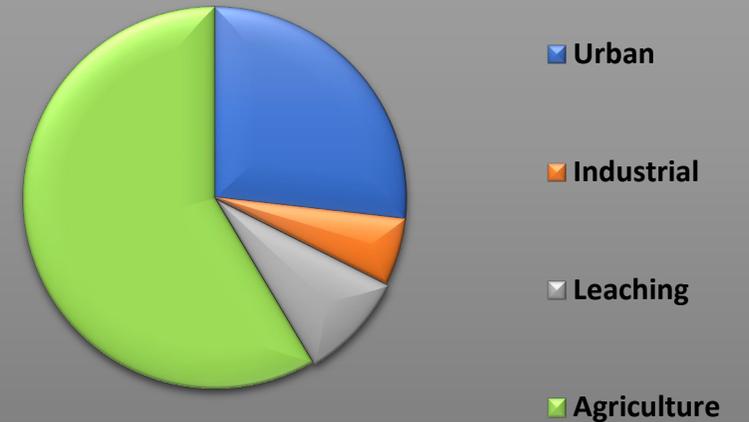
- Bilans des rejets, bilans.
- Comparaison de scénarios: étude de l'impact de rejets industriels, de Stations d'épurations, accidents...
- Analyses « tendanciennes »: cartographie globalisée de flux, de mesures, du réchauffement climatique,...
- Extraction de résultats spécifiques.

Bilans des rejets

Vue structurée des apports



Emissions nettes en Azote total à l'échelle du bassin versant



Comparaison de scénarios

Paramètre\scénario	Référence VS STEP SANS traitement Azote Phosphore		Référence VS STEP AVEC traitement Azote Phosphore		STEP SANS traitement VS STEP AVEC traitement	
Oxygène						
Taux d'oxygène						
D.B.O.5						
D.C.O.						
C.O.D.						
Ammonium						
Azote Kjeldahl						
Nitrites						
Nitrates						
Phosphore total						
Orthophosphates						

Légende
Impact négatif très hautement significatif
Impact négatif très significatif
Impact négatif significatif
Impact négatif non significatif
Impact négatif marginal
Impact positif marginal
Impact positif non significatif
Impact positif significatif
Impact positif très significatif
Impact positif très hautement significatif

3 scénarios:

- Situation de référence;
- STEP sans traitement N & P;
- STEP avec traitement N& P.

« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »

Analyses tendancielles

Quantification de flux de pollutions et efforts de réductions

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Ly = annual load (t/yr)

Qd = arithmetic mean of daily flow (m3/s)

Qmeas = arithmetic mean of all daily flow data with concentration measurement (m3/s)

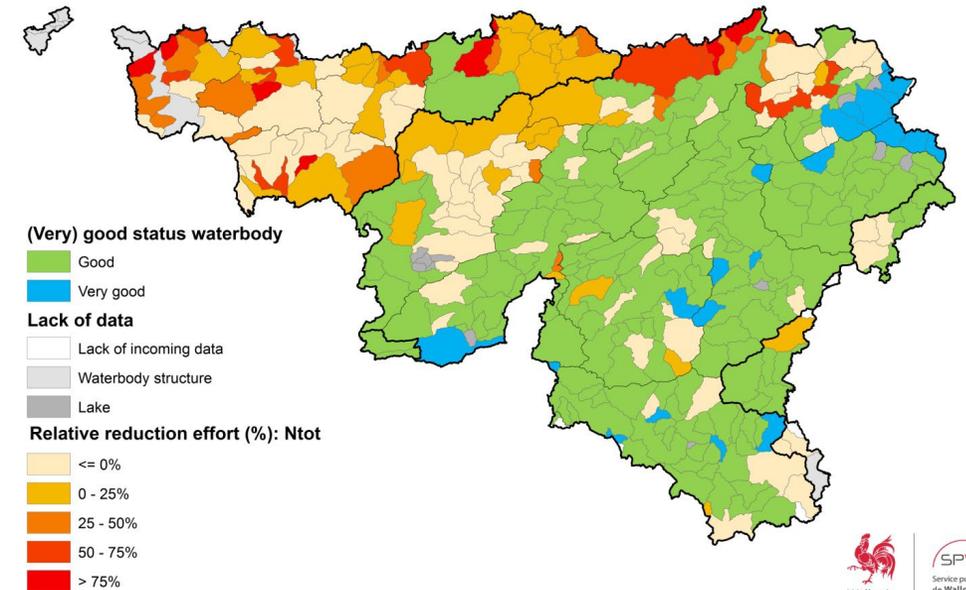
Ci = concentration (mg/l)

Qi = measurement of daily flow (m3/s)

Uf = correction factor for the different location of flow and water quality monitoring station

n = number of data with measurements within the investigation period

Relative reduction effort (%): Ntot



Apports et perspectives

Les apports

- Outil d'aide à la décision
- Systématisation /objectivité des informations utiles à la décision lors de la comparaison d'alternatives.
- Etudes des phénomènes complexes

Les perspectives

Pegase est en évolution constante suivant 3 grands axes:

- Amélioration de la représentativité notamment couplage(même si le modèle est mature).
- Modélisation de nouveaux paramètres.
- Scénarios prospectifs,

Données relatives à la présentation

- Pegase est utilisé par le SPW directement;
- Les développements sont assurés par une équipe de l'Aquapôle (Ulg);
- Un site internet: <http://www.pegase.ulg.ac.be/?pg=1>



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Catherine Sohier & Thomas Lebecque – DEE



« Le Livre Bleu : la qualité des eaux en Wallonie »