

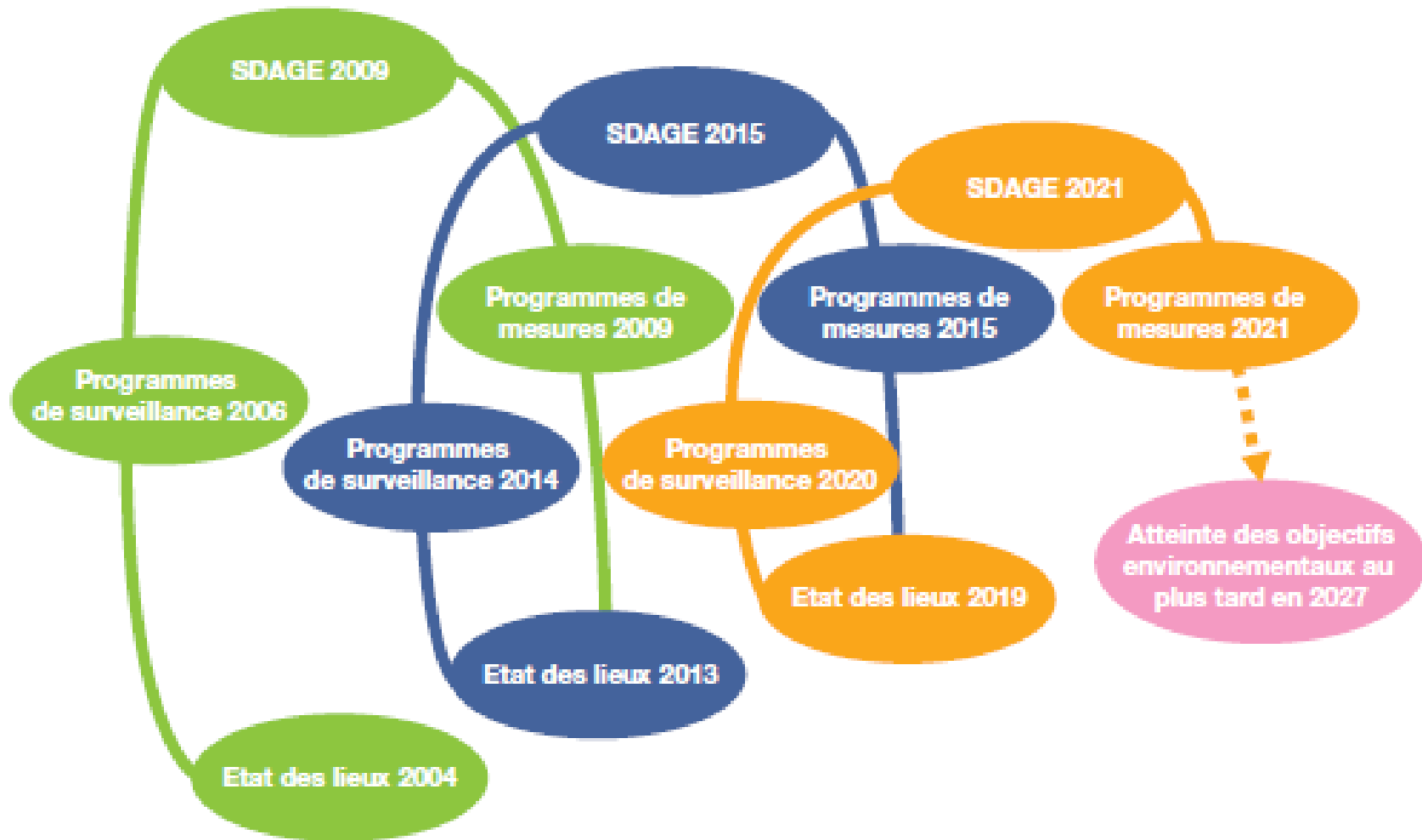
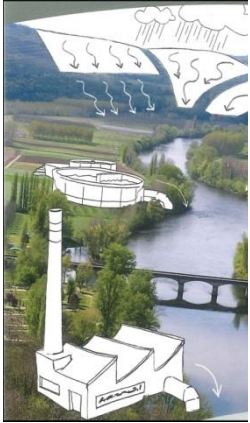
ASTE 96th Annual Conference – June 6 to 9, 2017

Liège, Belgique

Retours d'expérience d'un partenariat Université - Agences de l'Eau pour une gestion de la qualité des eaux de surface



Principe de Modélisation

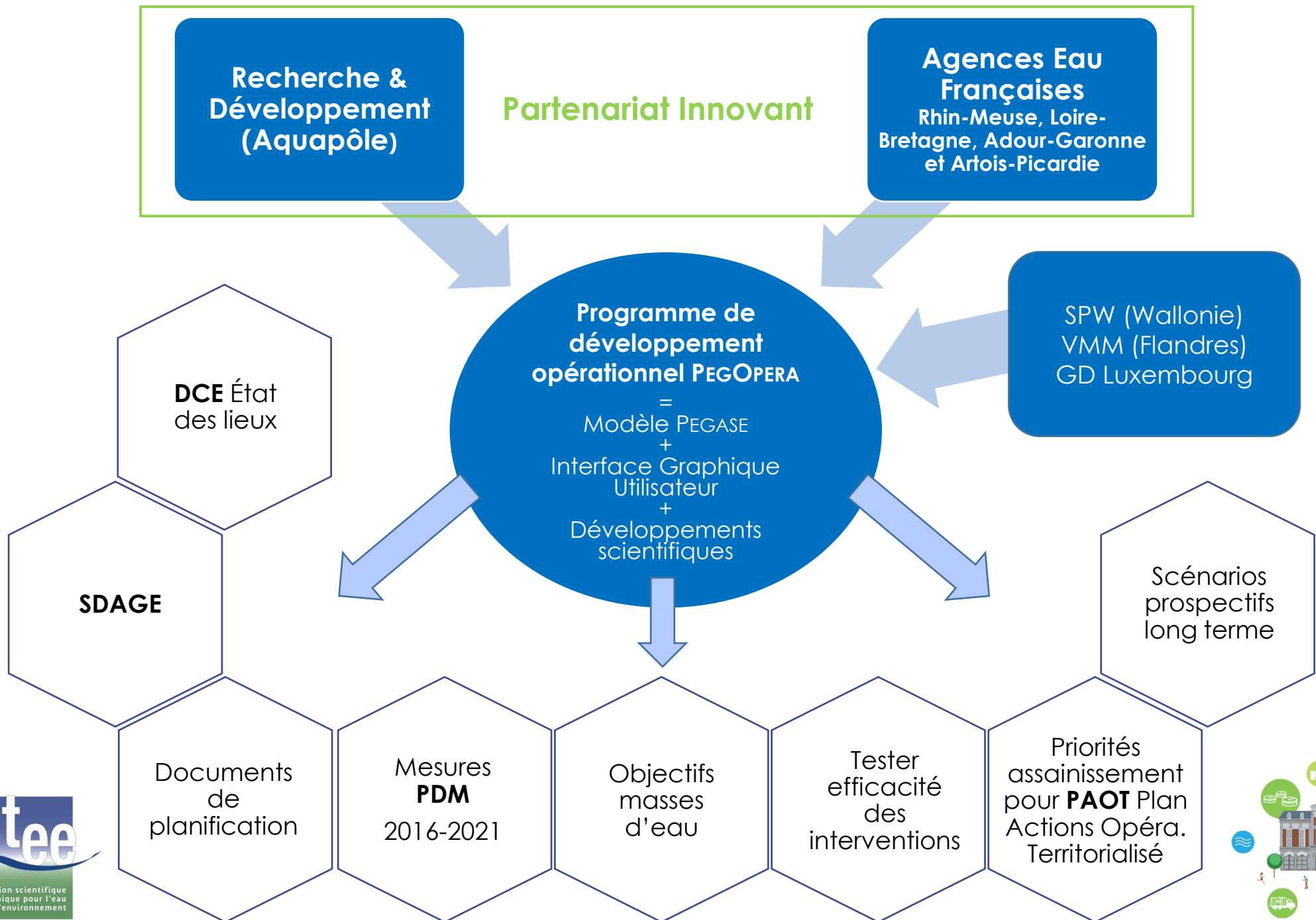


Nota bene : chaque couleur correspond à un cycle de gestion. Les dates mentionnées sont les dates d'adoption des documents par les autorités compétentes.

Cycle de Gestion (ex. Second 2016-2021)
Source EauFrance (www.gesteau.fr)



Partenariat Université – Agences de l'Eau



Le modèle PEGASE (Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux)

OBJECTIFS

- Mieux comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème
- Simuler les grands bassins et les petites rivières
- Quantifier les relations « pressions-impacts »
- Constituer un outil opérationnel d'aide à la décision

Modèle de simulation de la qualité des ESU

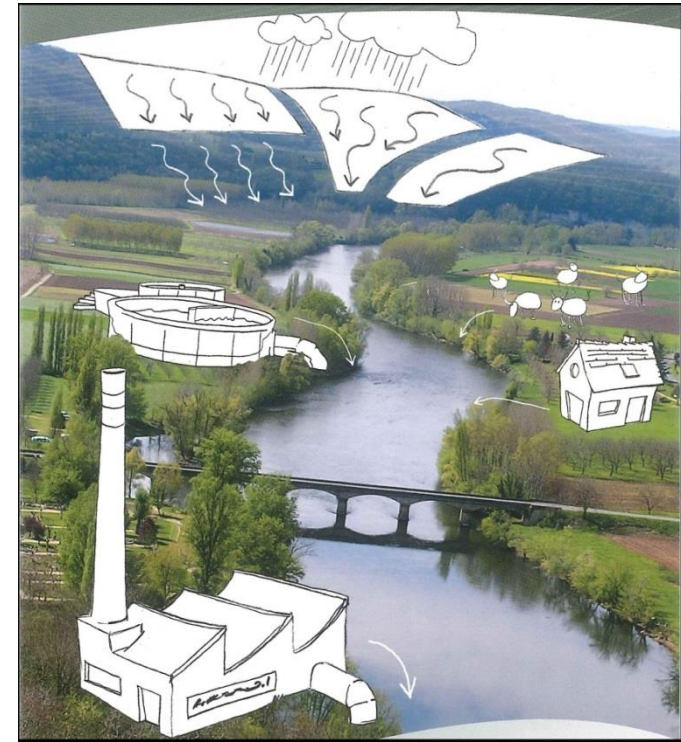
- ✓ bassins versants / rivières (→ étendre modèles « rivière »)
- ✓ apports et rejets polluants (→ structurer les données)
- ✓ écosystème aquatique et qualité de l'eau (O₂, C, N, P, ...)
- ✓ description 'fine' du réseau ... mais vue globale (→ 5000 rivières)

→ **modèle déterministe et physiquement basé**

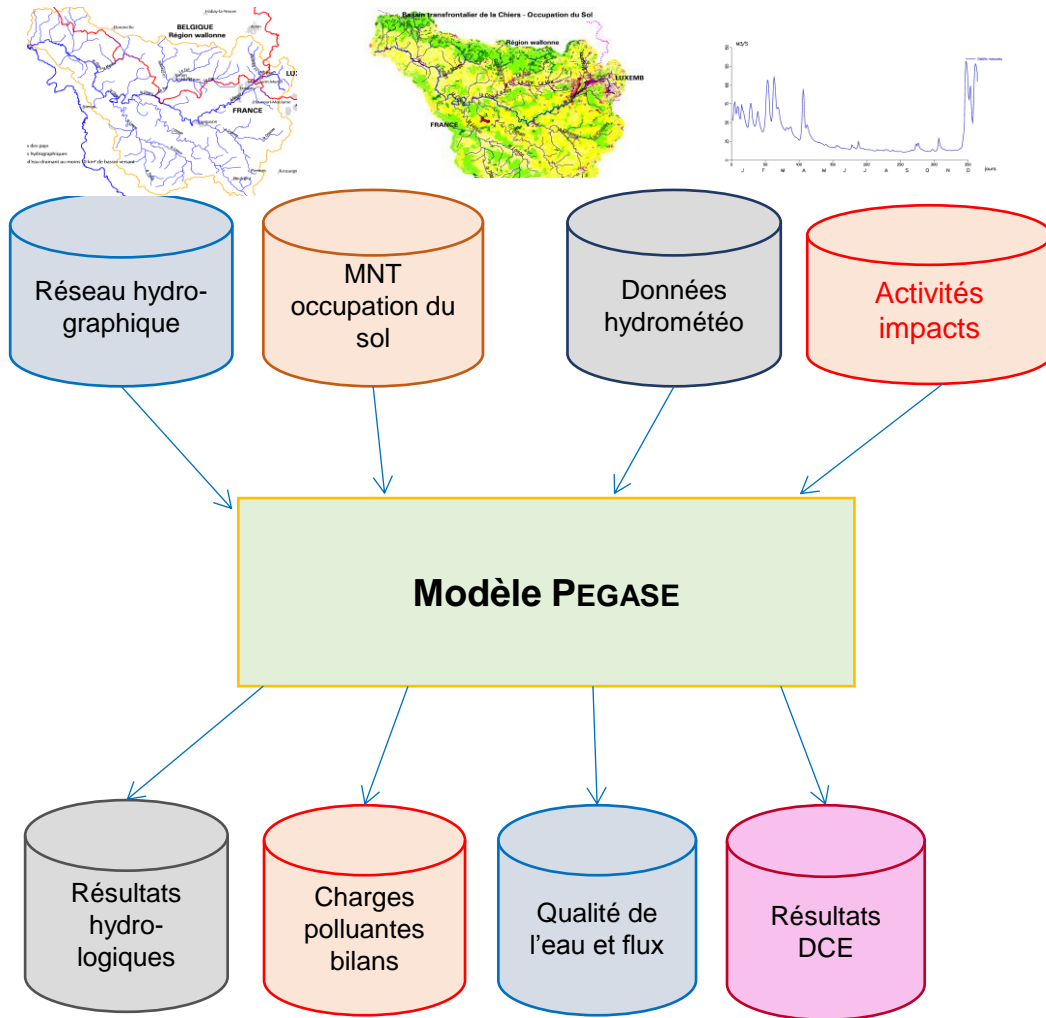
Outil opérationnel d'aide à la décision pour

- ✓ l'assainissement et la dépollution
- ✓ la gestion de la qualité du milieu aquatique

→ **interactions permanentes avec les utilisateurs**

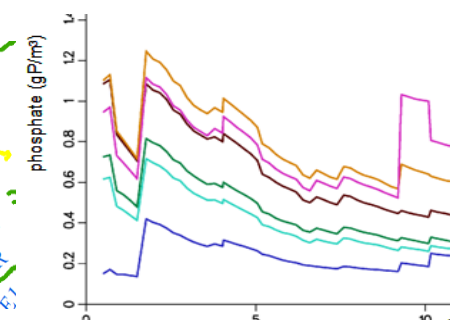
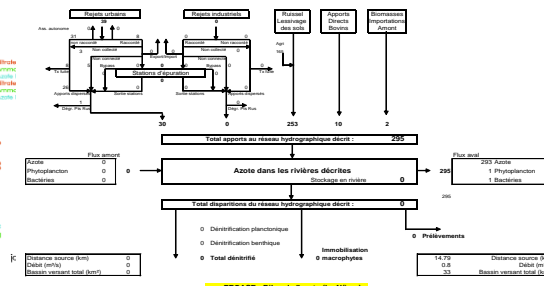
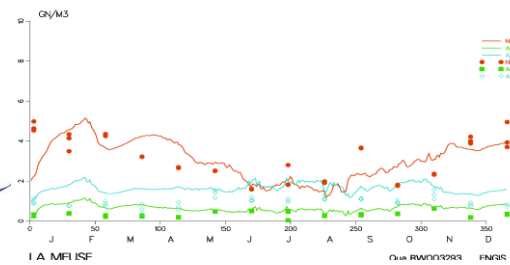


Le modèle PEGASE



Données d'entrée : généralement disponibles dans les Administrations (PAS de campagne de mesures nécessaire)

Résultats → aide DCE (masses eau, ...)



Le modèle de qualité des eaux

Les processus

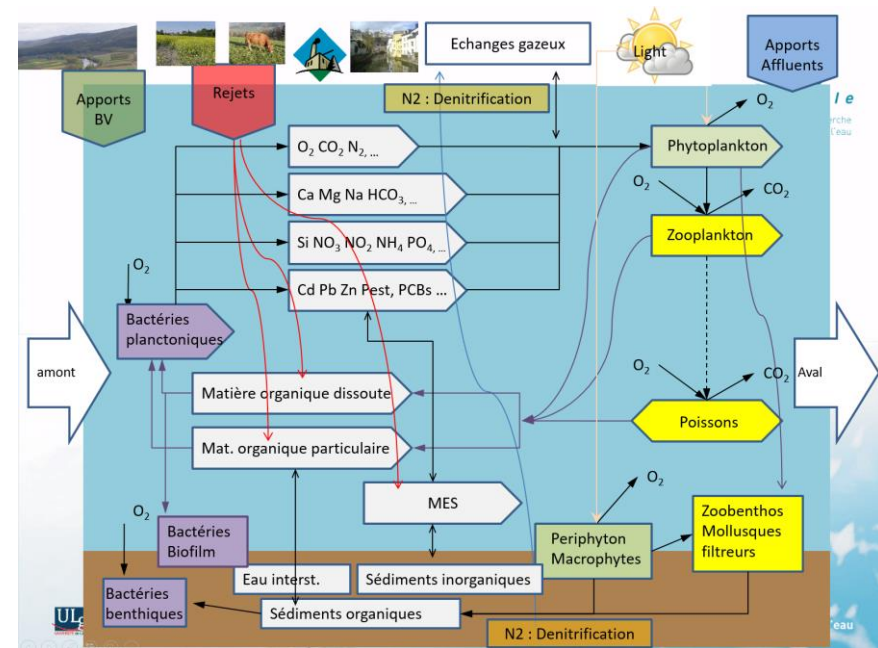
- production primaire
→ production matière organique, O₂
- mortalité, respiration biomasses
- dégradation matière organique
- nitrification, dénitrification
- réaération

Les variables

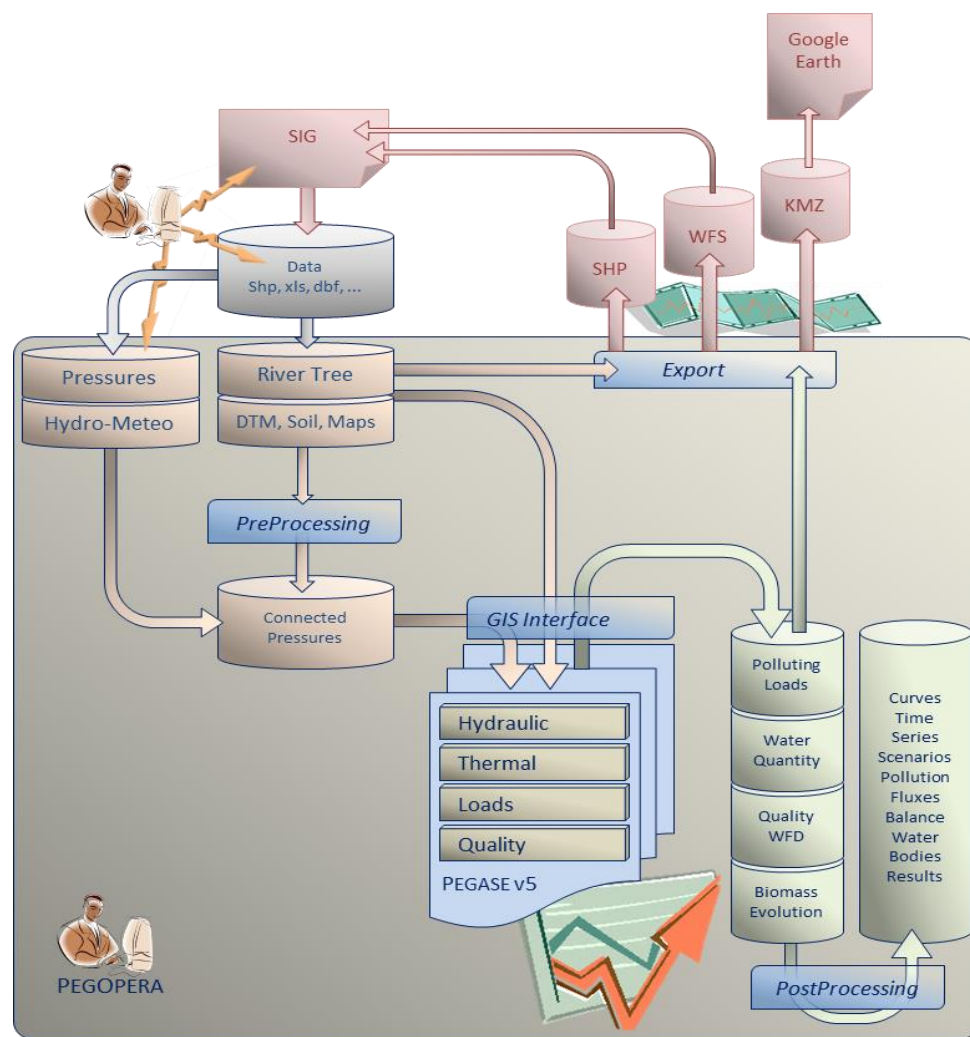
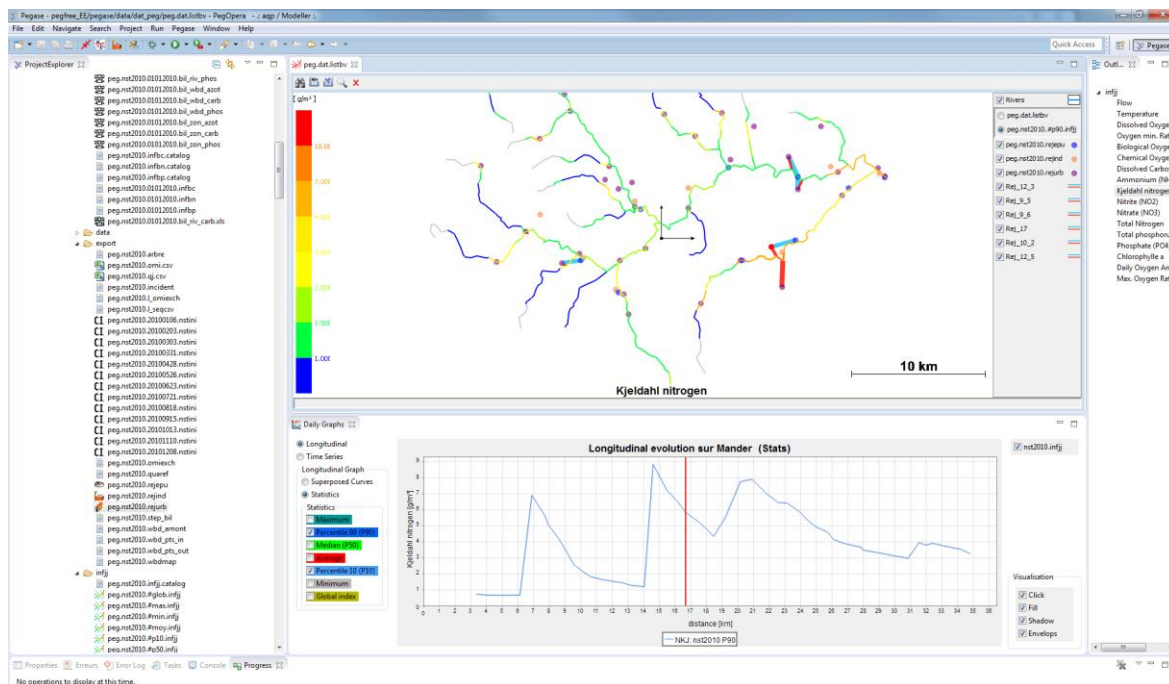
- débits, vitesses, temps de transferts dans le réseau hydrographique
- températures de l'eau
- concentrations : MO, COD, COP, DCO, DBO, NH₄, NO₂, NO₃, NK_j, P_{tot}, PO₄, O₂ dissous (horaire), biomasses, micropolluants, ... développements en continu

Les résultats

- globalisation des résultats par rivière, par masse d'eau, par sous-bassin, ... : flux, bilans
- résultats longitudinaux, évolutions temporelles, cartes : calcul de valeurs statistiques (p90, ...), indices de qualité SEQ Eau



Le produit PEGOPERA (PEGASE opérationnel)



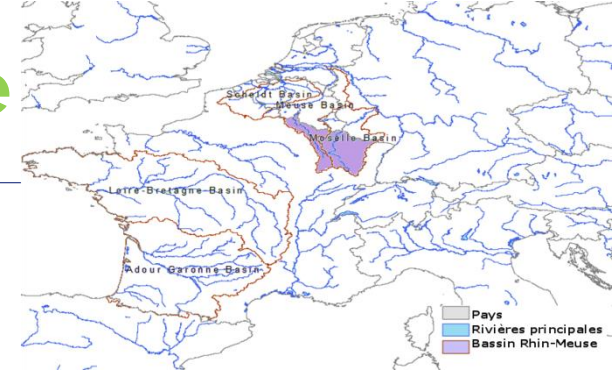
Suite logicielle PEGOPERA

- “Full Version”
 - Helpdesk
 - Développements scientifiques et informatiques (décidés avec les partenaires)
 - Réunion annuelle du réseau d'utilisateurs
- Newsletter bi-annuelle

Version « Community Edition » (fonctionnalités réduites), téléchargeable gratuitement sur www.pegase.ulg.ac.be

Agence de l'Eau Rhin-Meuse

PEGOPERA



Utilisation de PEGOPERA à Rhin-Meuse

- Contribuer à l'élaboration des **documents de planification** (état des lieux, sdage, pdm)
- Contribuer à l'évaluation de **l'état des eaux et des pressions** (en particulier sur les masses d'eau non suivies) pour les pollutions classiques, le temps de pluie, les micropolluants
- Aide à la détermination des **mesures** des PDM 2016-2021 dans les domaines de l'assainissement, de l'industrie et l'artisanat et estimer leur efficacité
- Aide à la détermination des ambitions des **objectifs moins stricts** pour les masses d'eau
- Soutenir l'instruction de certains dossiers d'intervention et tester **l'efficacité** des interventions envisagées
- Définir les **priorités** dans le domaine de l'assainissement pour établir les plan d'actions opérationnel territorialisé (PAOT)
- Réaliser des **scénarios prospectifs** à long terme

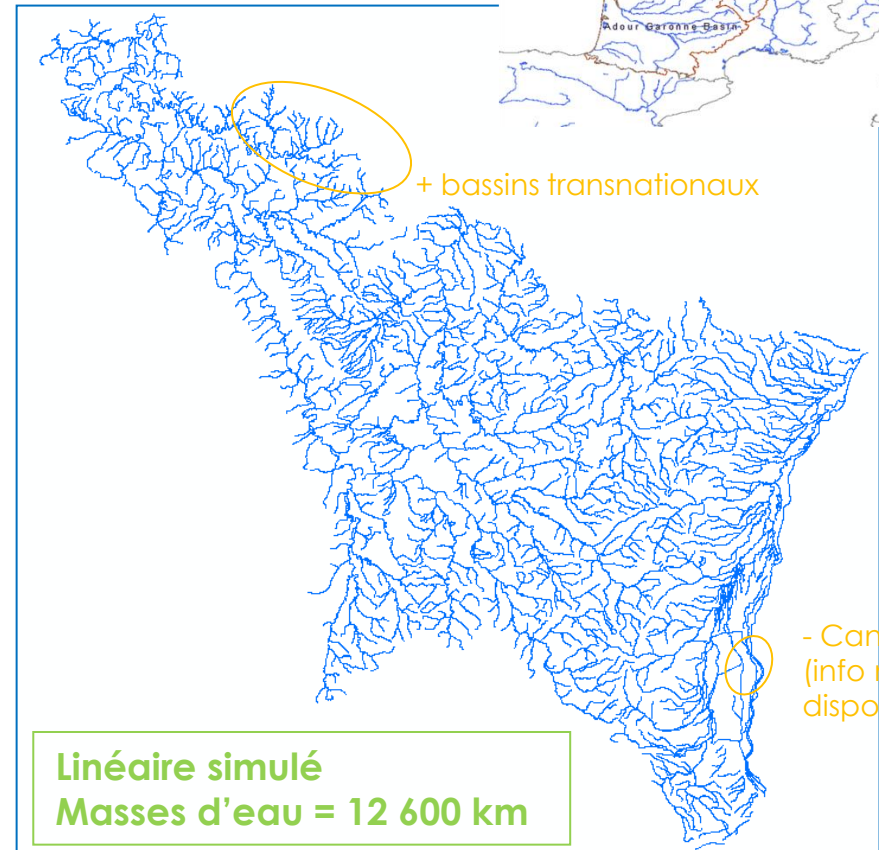
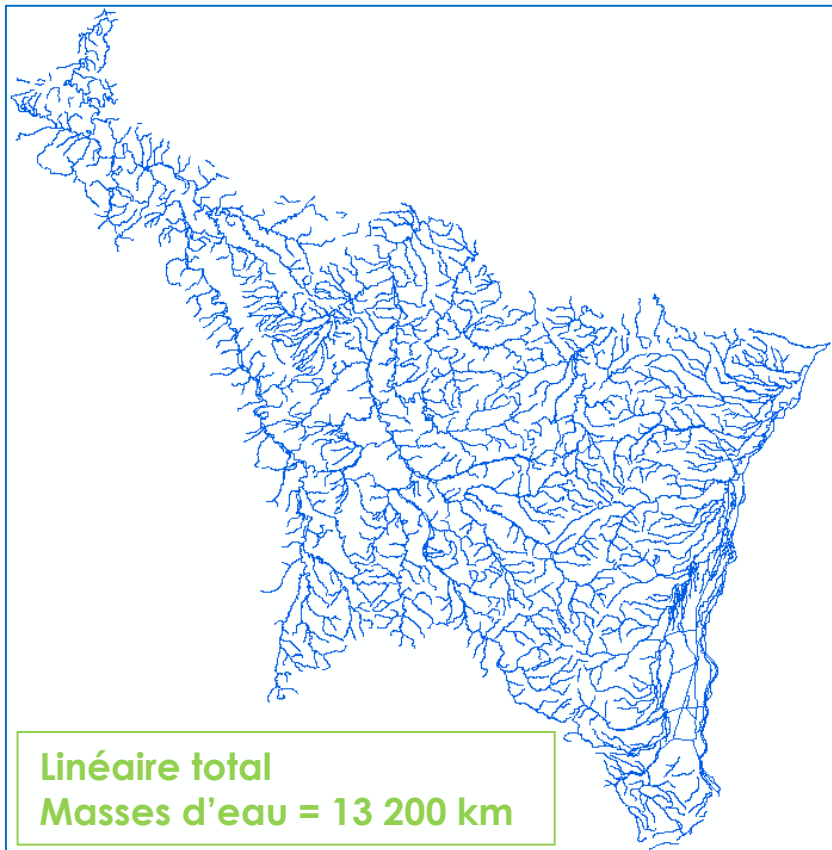
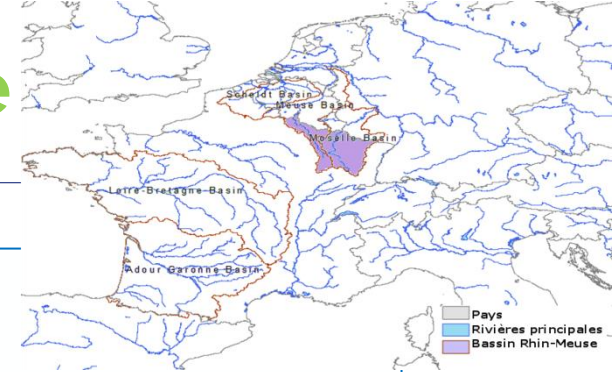
NB. Objectif moins strict si impossibilité atteinte Bon État (coût disproportionné)
Écart le + faible possible & nombre restreints de rivières

NB. PAOT : Plan d'Actions Opérationnel territorialisé (PGM des actions concrètes à réaliser pour mettre en œuvre le PGM de Mesures (pour atteindre les objectifs fixés au SDAGE))



Agence de l'Eau Rhin-Meuse

PEGOPERA

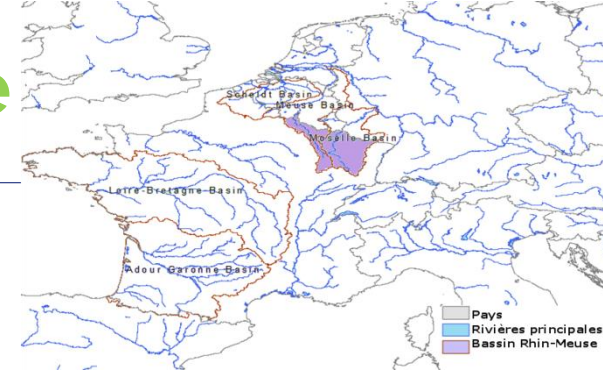


95% du réseau de rivières DCE est simulé → PEGOPERA est un outil homogène et consistant à travers tout le bassin RM



Agence de l'Eau Rhin-Meuse

PEGOPERA



Le diagnostic des masses d'eau est cohérent avec les résultats du réseau de monitoring

86 % des 202 masses d'eau ont un diagnostic validé par les 2 méthodologies [diagnostic modèle (moyenne des P90 sur les pts calculs) et réseau de monitoring par masse d'eau (le plus mauvais des P90 si plusieurs points de mesures, critère AERM)]

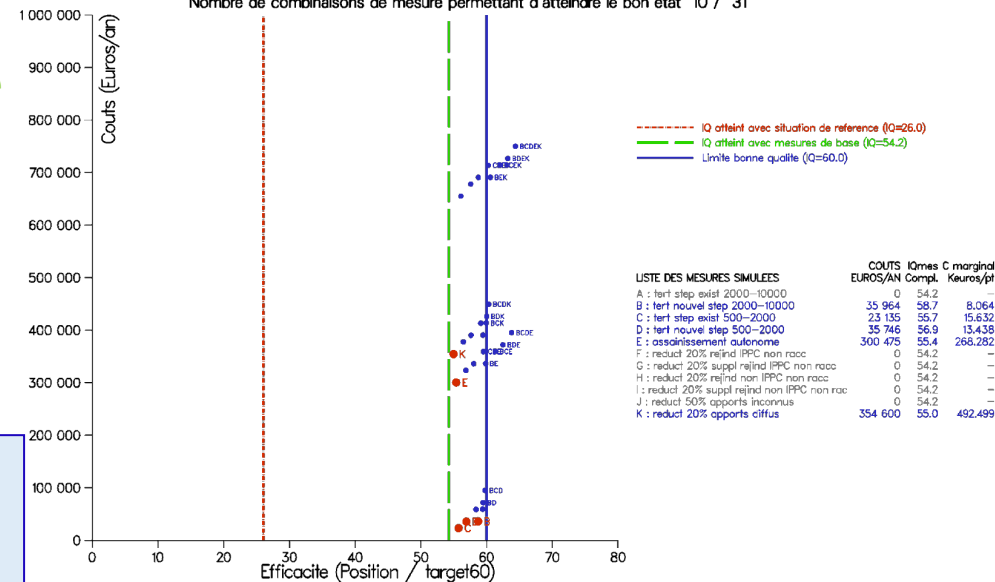
→ PEGOPERA est un outil opérationnel complémentaire à l'expertise (en cas d'absence de mesure)

PEGASE est un outil d'évaluation de la qualité physico-chimique des masses d'eau de surface

Il permet de sélectionner les mesures locales les plus effectives (analyse coût-efficacité)

→ PEGOPERA a permis de réaliser des économies annuelles de **60.10⁶ €** (8% du coût du bon état, cycle 2010-2015 [2011])

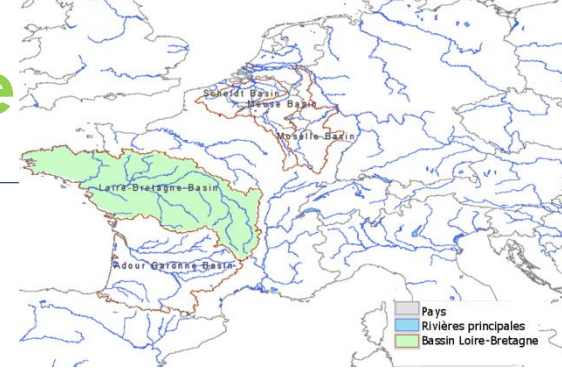
PEGASE - REGION WALLONNE
Analyse cout/efficacite - mesures complementaires DCE
Sous-bassin de la SAMBRE - SA20R (Ruisseau de Fosses II)
Mesures de base : Indice qualite minimum : 54.2 - parametre declassant : I MP_PO4
Nombre de combinaisons de mesure permettant d'atteindre le bon etat 10 / 31



La "bonne qualité" peut être obtenue avec différentes combinaisons de mesures additionnelles, pour un coût différent

Agence de l'Eau Loire-Bretagne

PEGOPERA



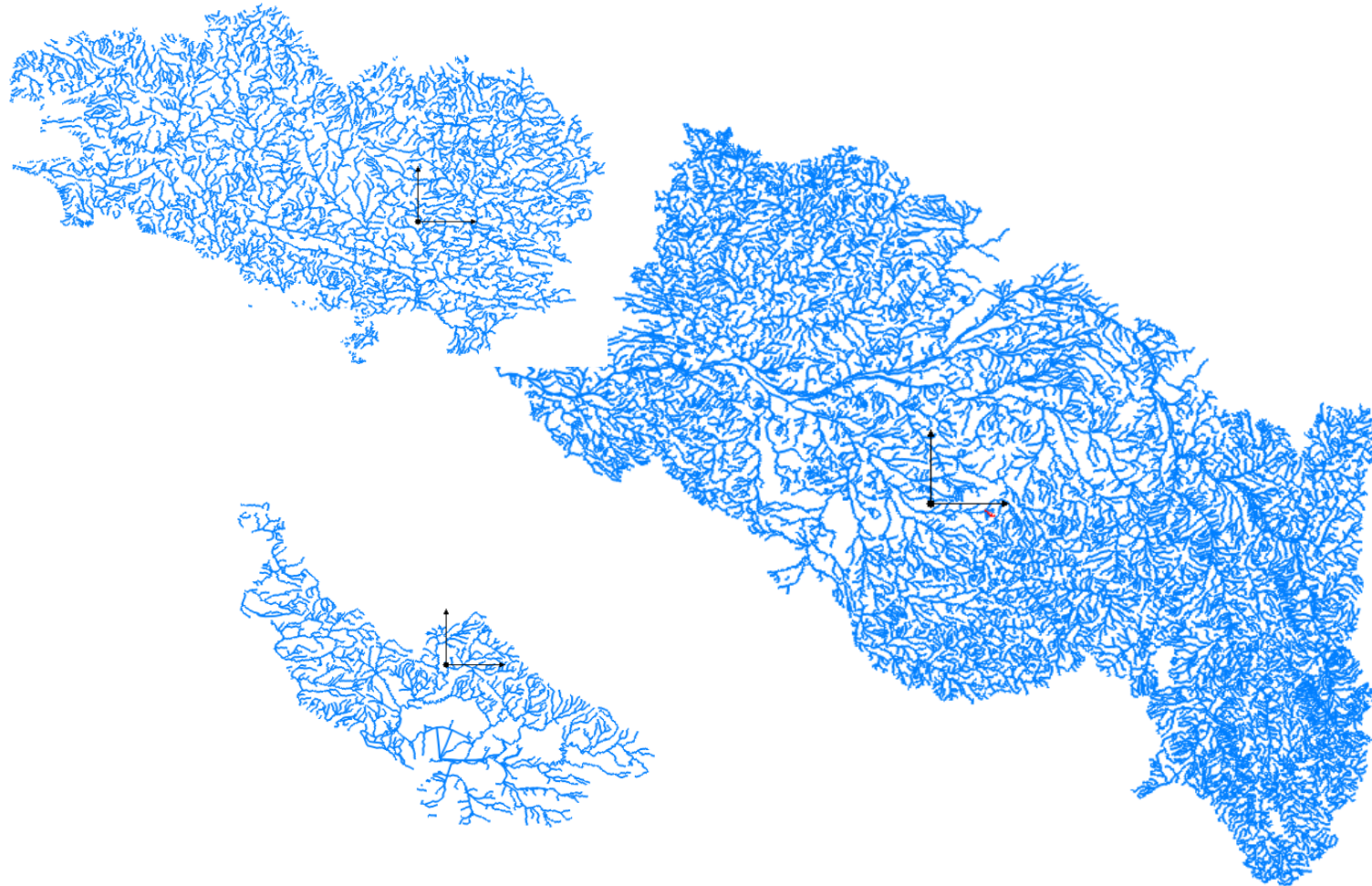
Utilisation de PEGOPERA à Loire-Bretagne

- **Simulations à l'échelle du bassin (155 000 km²)**

trois domaines de simulation indépendants (bassin Bretagne, Bassin Loire, bassin côtiers vendéens)

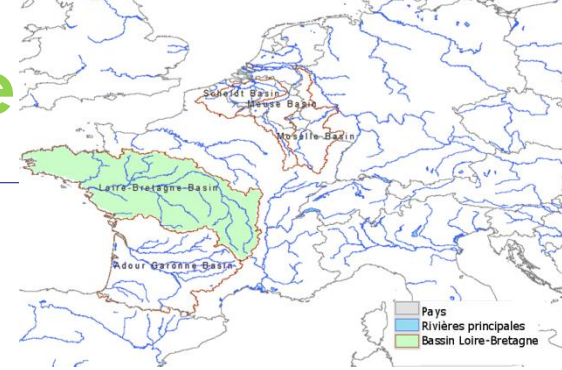
aide à la définition des priorités d'assainissement

aide à l'évaluation des masses d'eau non surveillées



Agence de l'Eau Loire-Bretagne

PEGOPERA

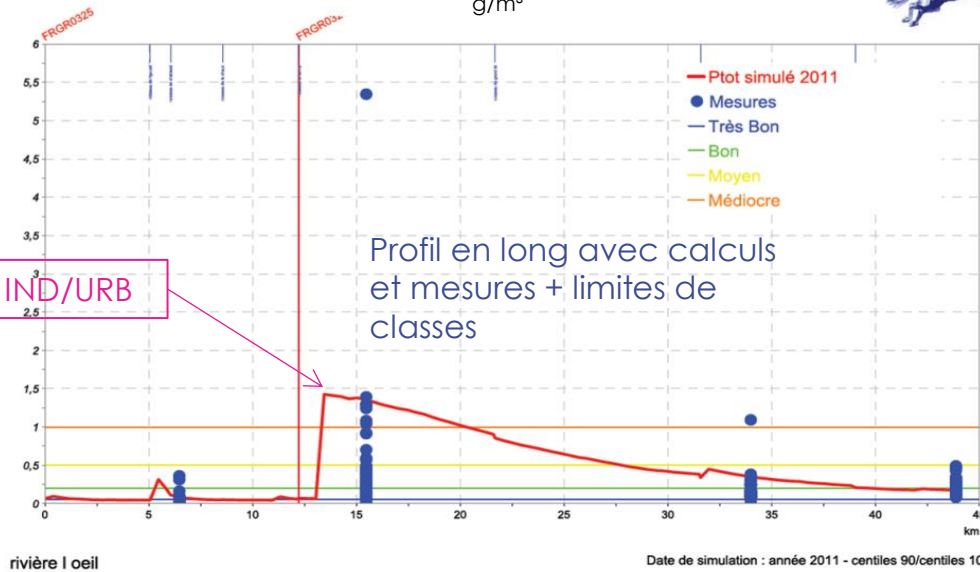


Utilisation de PEGOPERA à Loire-Bretagne

- Simulations d'impact de rejets à l'échelle de la rivière ou de la masse d'eau

exemple d'aide à la fixation des normes de rejets (en mode non stationnaire et en utilisant des rejets journaliers)

PEGASE
PHOSPHORE TOTAL (Ptot)
g/m³

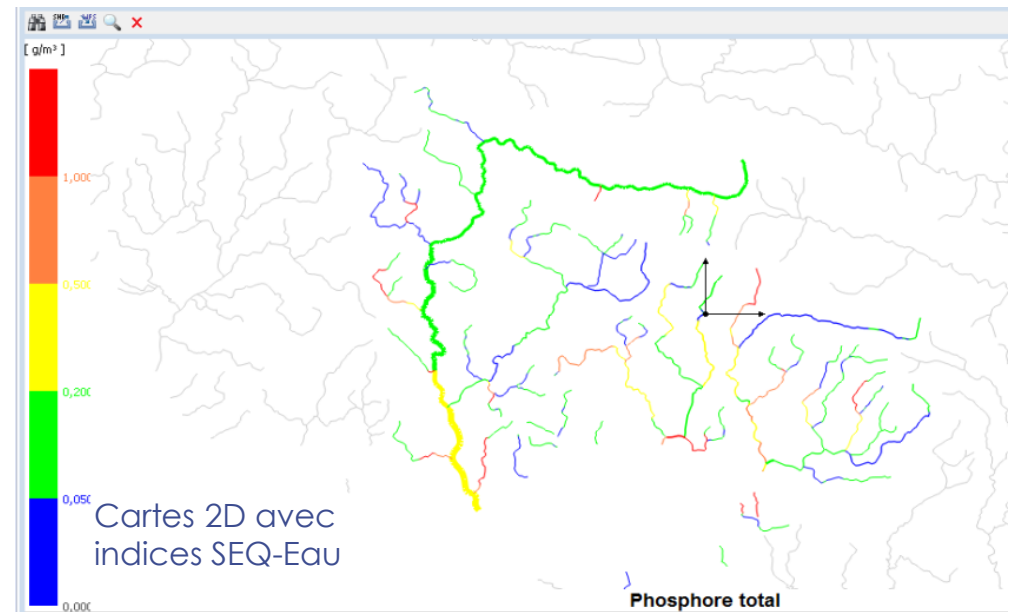


Rej IND/URB

Profil en long avec calculs et mesures + limites de classes

Profil Long. De l'Œil
P90 des CC Ptot pour l'année 2011

NB. Autorisation de rejets



Carte 2D illustrative
Indice S3E Phosphore
Système D'Évaluation de
l'État de l'Eau



Agence de l'Eau Loire-Bretagne

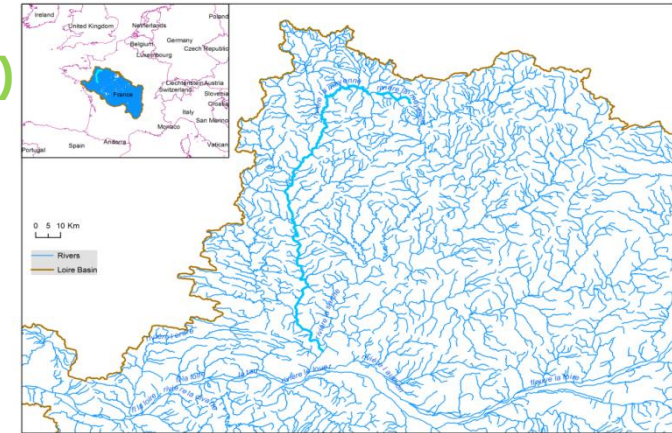
PEGOPERA

Utilisation de PEGOPERA à Loire-Bretagne (Seuils / la Mayenne)

- Elaboration du SDAGE (2010-2015)

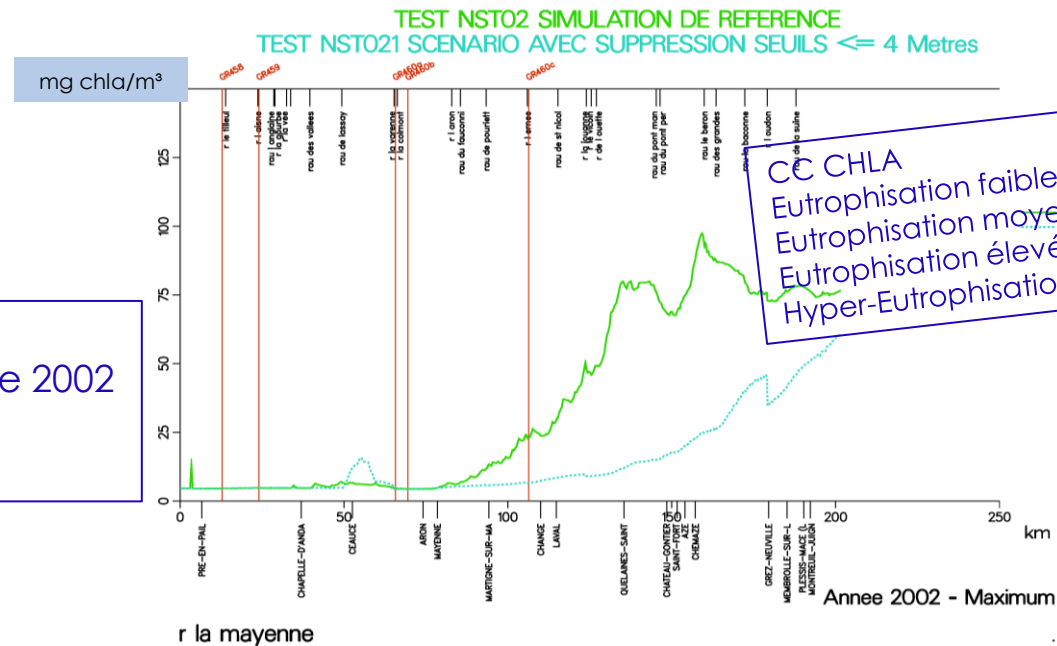
Programme de réduction de l'eutrophisation

- Déphosphatation dans les stations d'épuration < 2 000 EH
- Enlèvement des seuils (qui contribuent à l'eutrophisation)



PEGASE : Application bassin de la LOIRE Agence de l'eau Loire-Bretagne

PHYTOPLANCTON

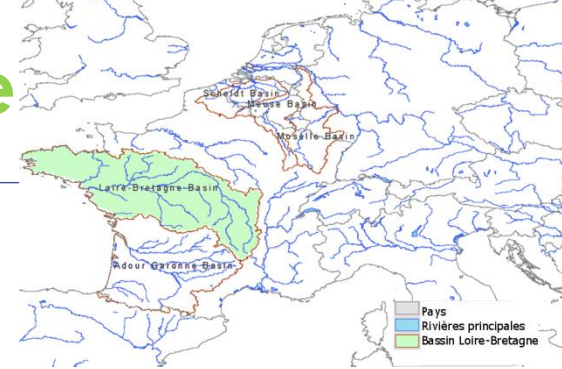


CC CHLA
Eutrophisation faible : <8µgr/l
Eutrophisation moyenne : 8-25 µgr/l
Eutrophisation élevée : 25-75 µgr/l
Hyper-Eutrophisation : > 75 µgr/l

Profil Long. de la Mayenne
Max des CC Chlorophylle A pour l'année 2002
Indicateur Biom Phytoplanktonique et Eutrophisation

Agence de l'Eau Loire-Bretagne

PEGOPERA



Utilisation de PEGOPERA à Loire-Bretagne (Seuils / rivière l'Oudon)

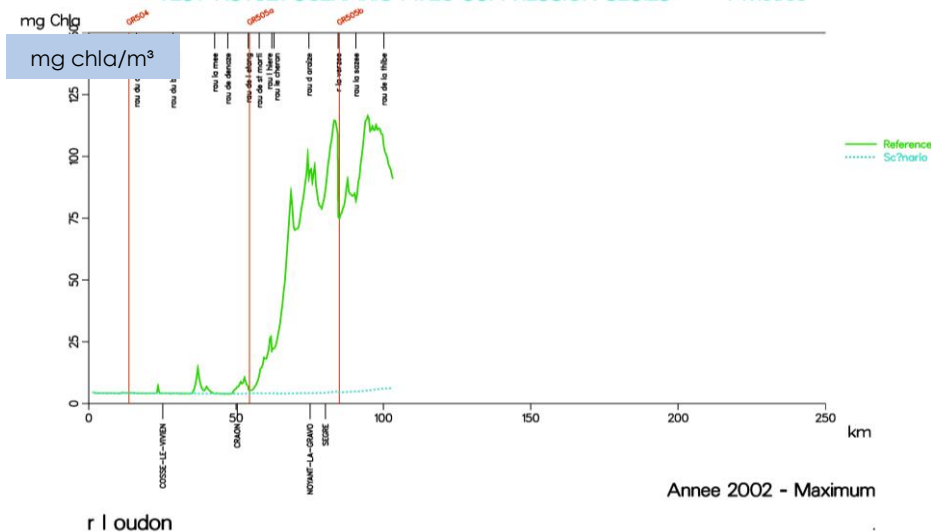
→ Conclusions

- Les simulations montrent que l'enlèvement des seuils peut être efficace
- Pas de changement imposé aux stations d'épuration < 2000 EH (en matière d'obligation de déphosphatation)
- Le débat est ouvert pour choisir la meilleure solution concernant les caractéristiques locales complètes du système « rivières »

PEGASE : Application bassin de la LOIRE Agence de l'eau Loire-Bretagne

PHYTOPLANCTON

TEST NSTO2 SIMULATION DE REFERENCE
TEST NSTO21 SCENARIO AVEC SUPPRESSION SEUILS <= 4 Metres



Profil Long. de l'Oudon
Max des CC Chlorophylle A pour l'année 2002

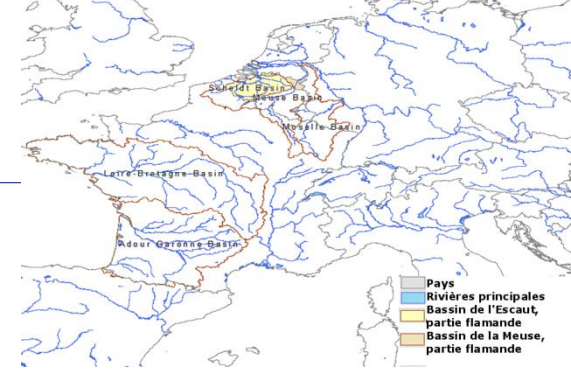
astee

association scientifique
et technique pour l'eau
et l'environnement



Vlaamse Milieu Maatschappij

PEGOPERA



Utilisation de PEGOPERA à la VMM (région flamande)

- Préparer le 3e cycle « RBMP » (2022-2027) de la DCE (état des lieux et plans de gestion)
- Couplage de PEGOPERA avec le modèle sol ArcNEMO (utilisé par la VMM)

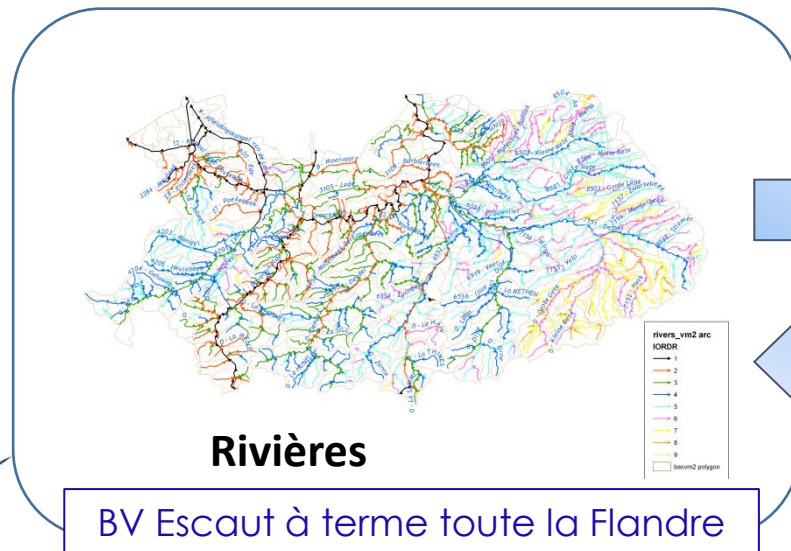
Flux mensuels de N et P explicitement modélisés

Développement d'un nouvel outil d'import des résultats d'ArcNEMO

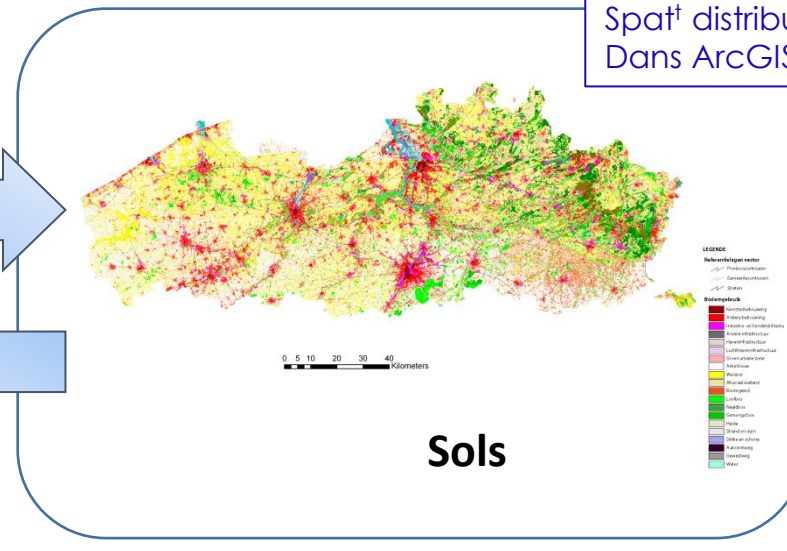
La méthode d'import est flexible et adaptable à d'autres données « sols »

Configuration des rejets directs du fichier de configuration (éditeur spécifique)

PEGOPERA



ArcNEMO

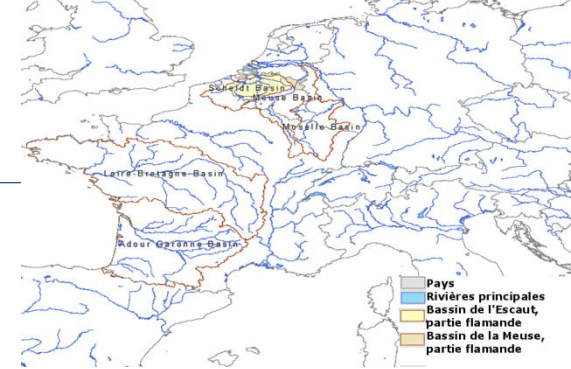


VMM / KUL (~2012-2013)
Apport N et P sols → Rivières
Spat^t distribué 50x50
Dans ArcGIS ...



Vlaamse Milieu Maatschappij

PEGOPERA

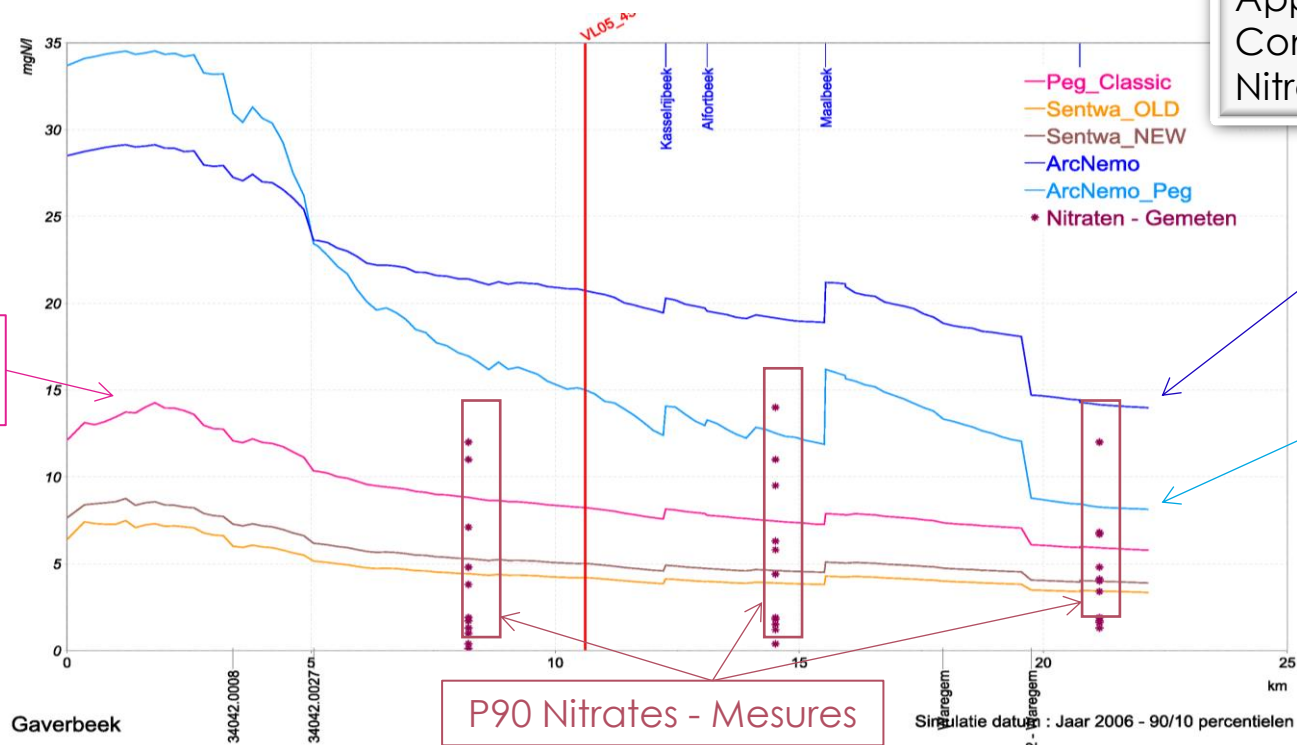


Utilisation de PEGOPERA à la VMM (région flamande)

- Couplage de PEGOPERA avec le modèle sol ArcNEMO (utilisé par la VMM)

Profil longitudinal des P90 calculés et mesurés pour les concentrations en nitrates dans le Gaverbeek – Année 2006

Comparaison avec des mesures et d'autres méthodes d'estimation des apports diffus (fonctions d'apports Pegase, modèle Sentwa, ...)



Application Escaut
Concentrations en Nitrates (mgN/l)

P90 Nitrates Résultats du Couplage [Q ArcNEMO]

P90 Nitrates Résultats du couplage [Q PegOpéra]

P90 Nitrates Résultats PEGOPERA

P90 Nitrates - Mesures



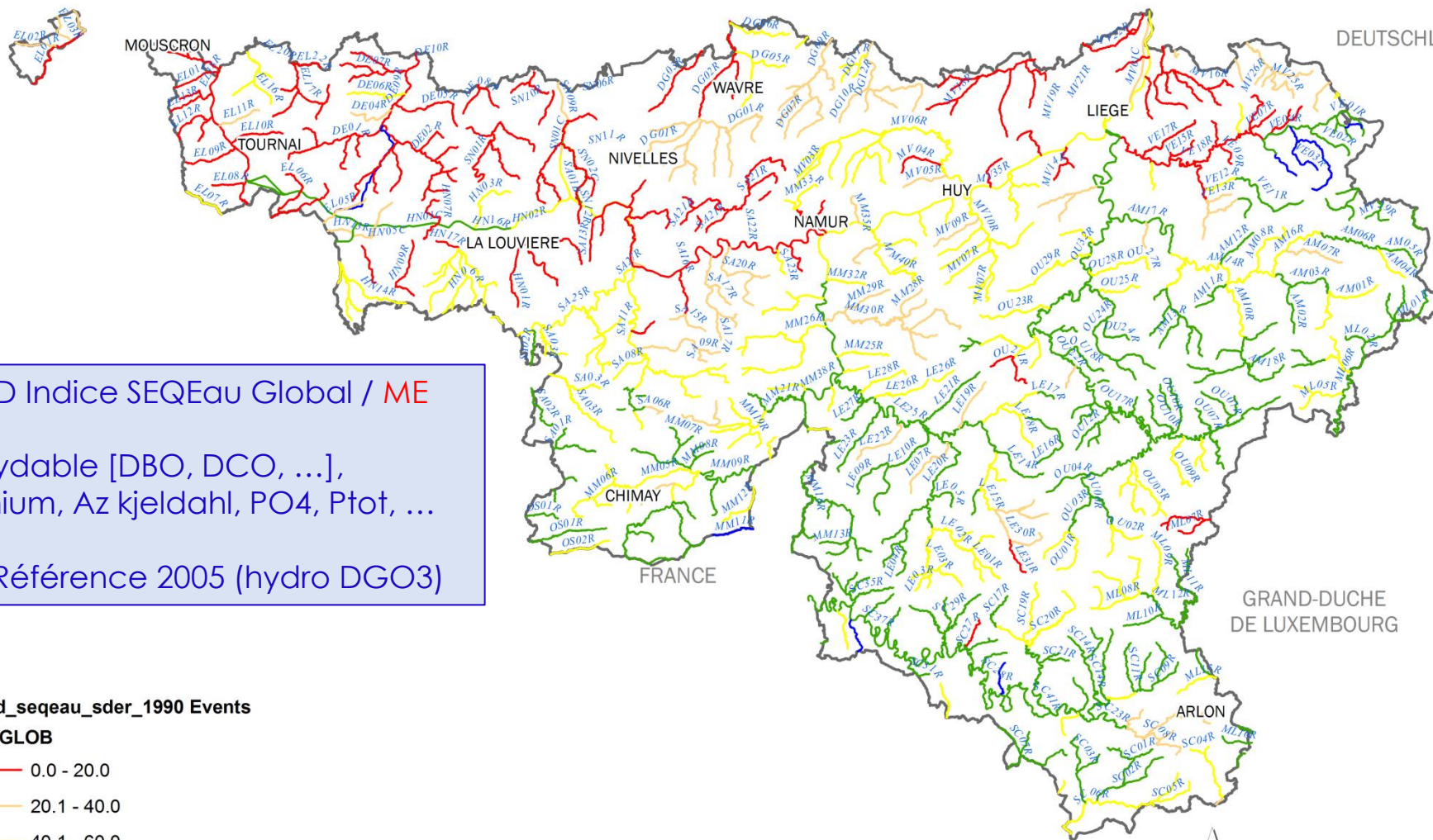
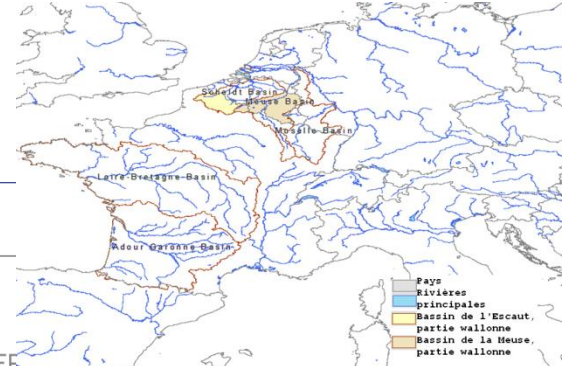
→ Amélioration du caractère prédictif / validation du modèle (pour les App Diffus)



SPW – Région wallonne

PEGOPERA

PEGASE/DCE : simulation de scénarios – simulation 1990



Carte 2D Indice SEQEau Global / ME

Mat Oxydable [DBO, DCO, ...],
Ammonium, Az kjeldahl, PO4, Ptot, ...

Année Référence 2005 (hydro DGO3)

wbd_seqeau_sder_1990 Events

IQ_GLOB

- 0.0 - 20.0
- 20.1 - 40.0
- 40.1 - 60.0
- 60.1 - 80.0
- 80.1 - 100.0

Réalisation : CPDT, Aquapole / ULg, 2011

Méthode : Manuelle

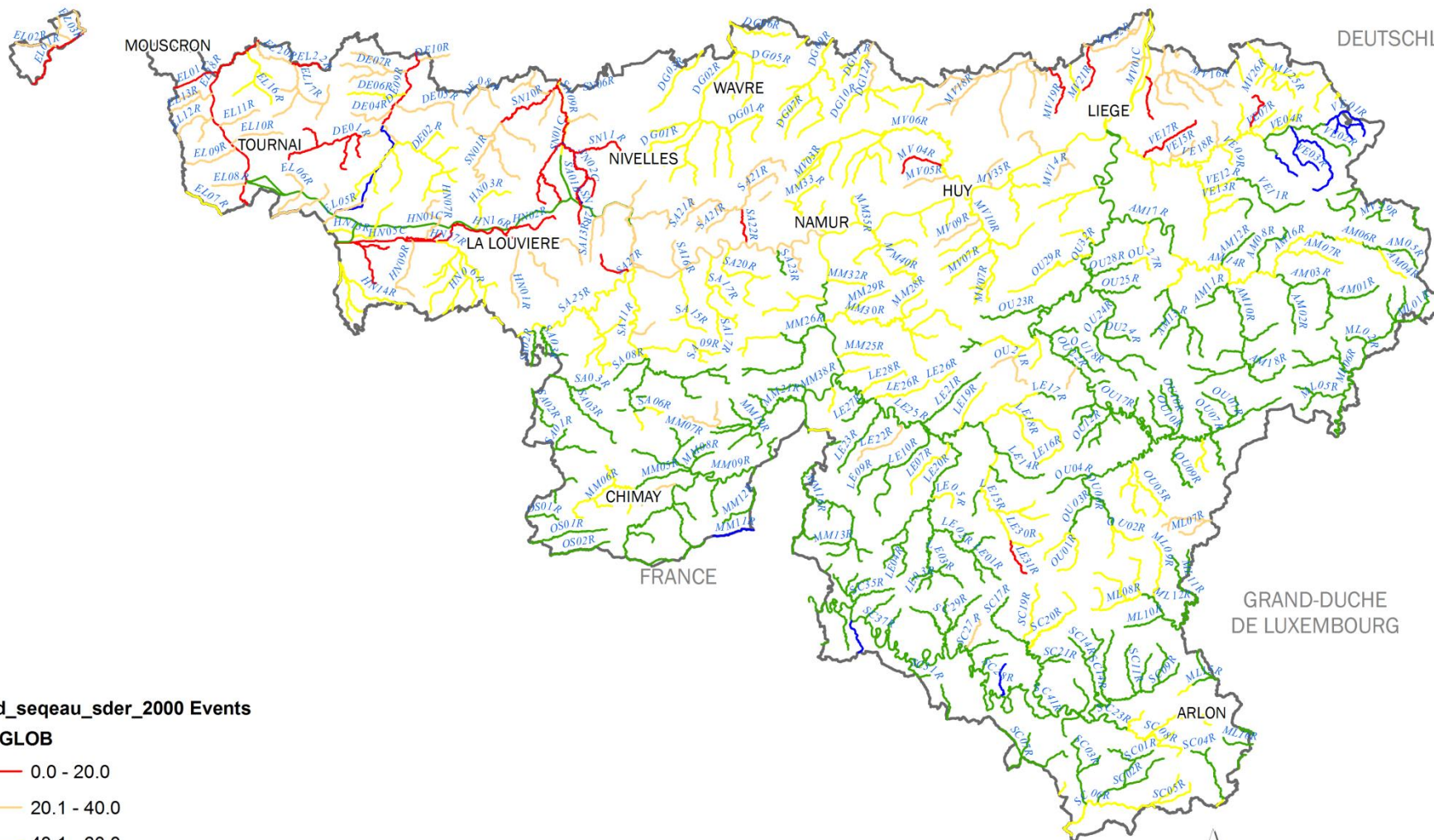
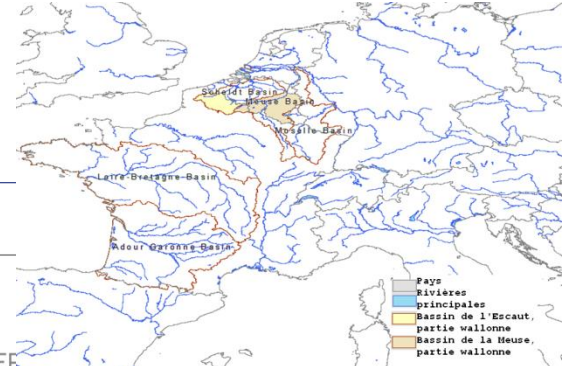
Sources : DGARNE, Aquapole



SPW – Région wallonne

PEGOPERA

PEGASE/DCE : simulation de scénarios – simulation 2000



wbd_seqeau_sder_2000 Events

IQ_GLOB

- 0.0 - 20.0
- 20.1 - 40.0
- 40.1 - 60.0
- 60.1 - 80.0
- 80.1 - 100.0

Réalisation : CPDT, Aquapole / ULg, 2011

Méthode : Manuelle

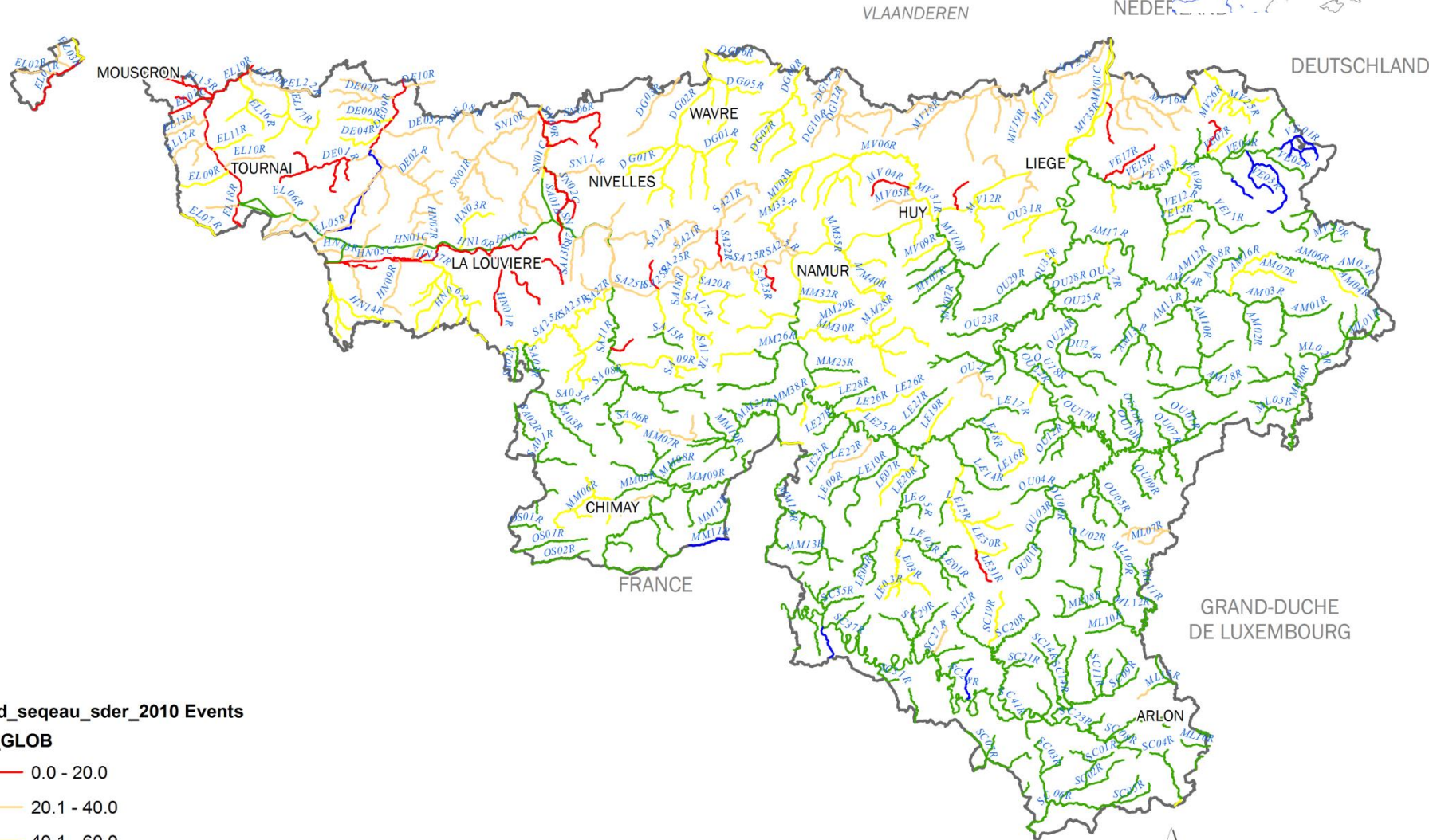
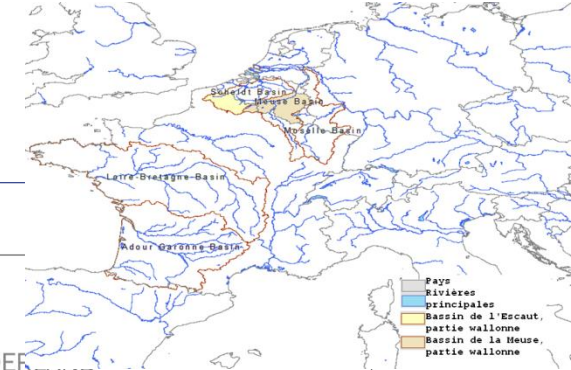
Sources : DGARNE, Aquapole



SPW – Région wallonne

PEGOPERA

PEGASE/DCE : simulation de scénarios – simulation 2010



wbd_seqeau_sder_2010 Events

IQ_GLOB

- 0.0 - 20.0
- 20.1 - 40.0
- 40.1 - 60.0
- 60.1 - 80.0
- 80.1 - 100.0

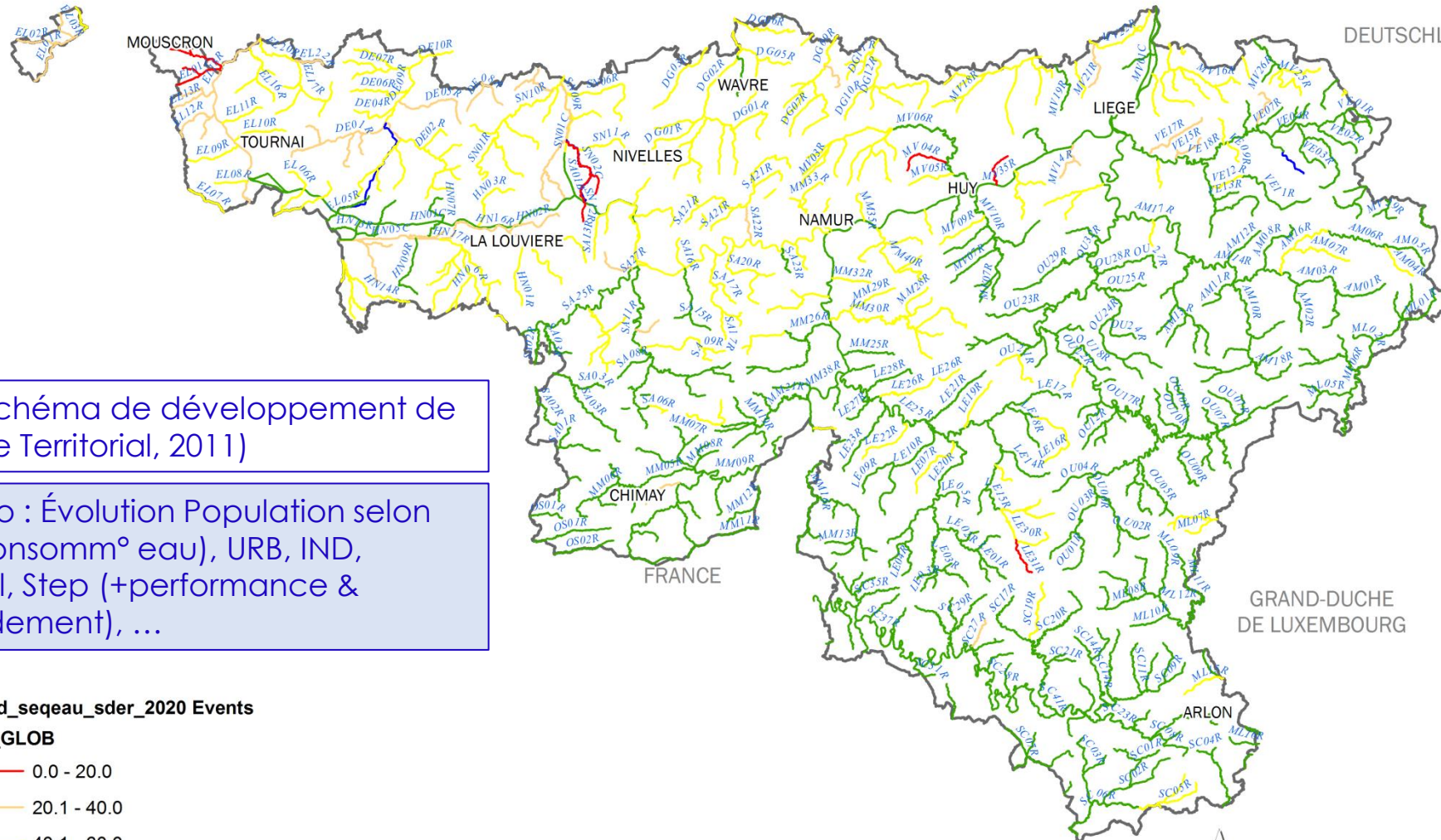
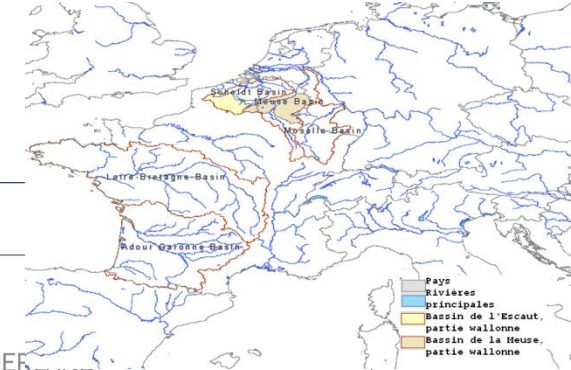
Réalisation : CPDT, Aquapole / ULg, 2011
Méthode : Manuelle
Sources : DGARNE, Aquapole



SPW – Région wallonne

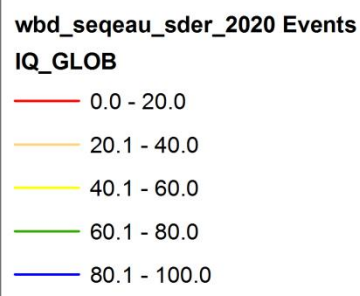
PEGOPERA

PEGASE/DCE : simulation de scénarios – simulation 2020

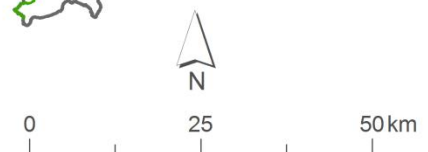


SDER (Schéma de développement de l'Espace Territorial, 2011)

Scénario : Évolution Population selon INS (+consomm° eau), URB, IND, Cheptel, Step (+performance & raccordement), ...



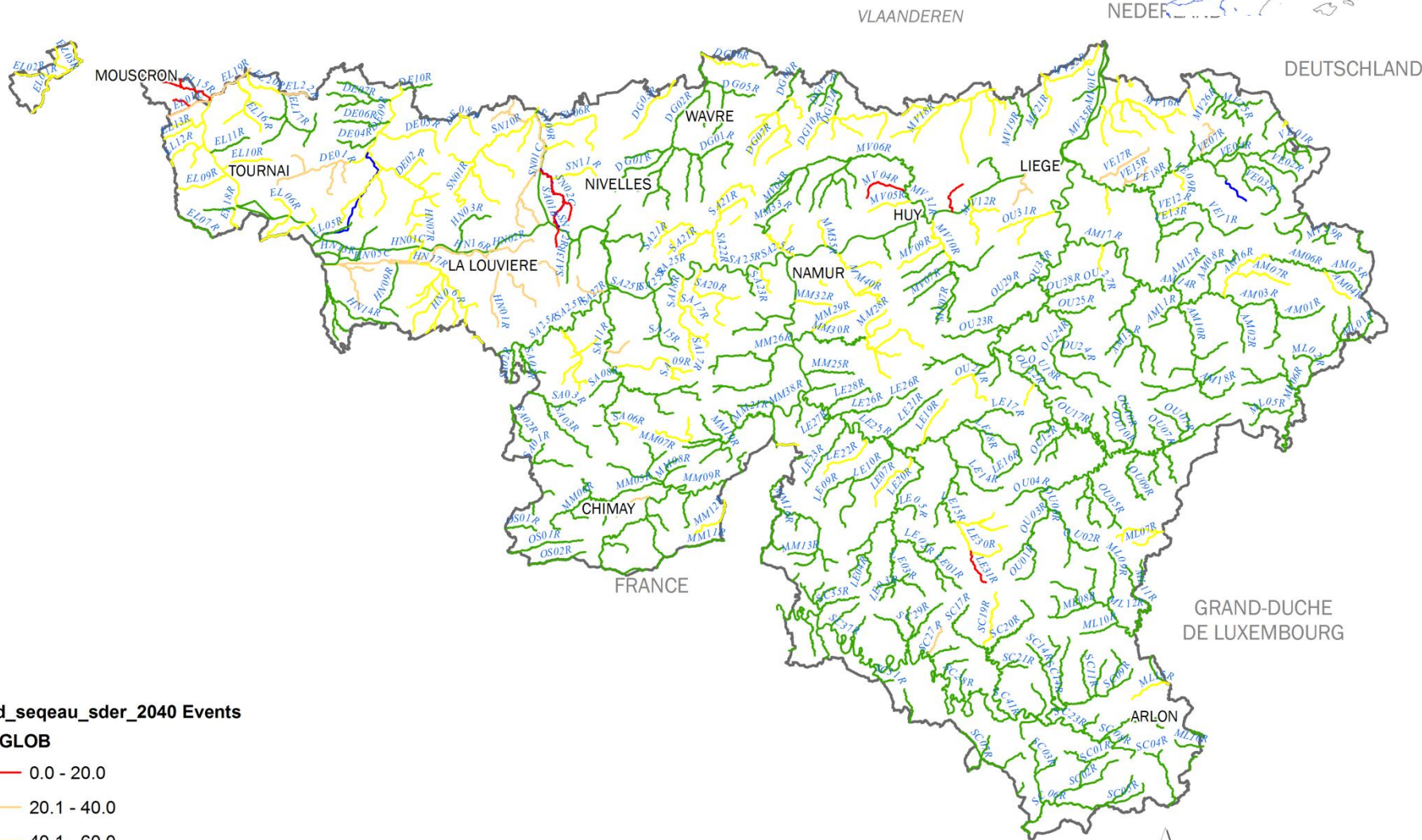
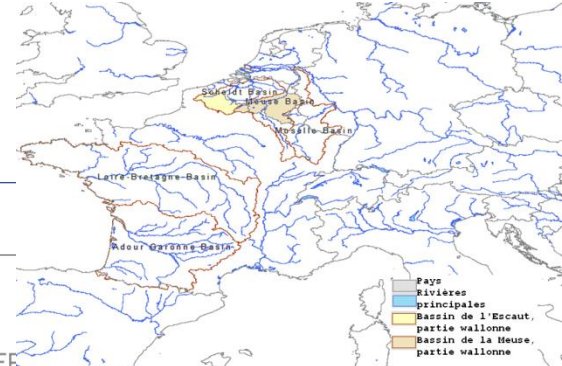
Réalisation : CPDT, Aquapole / ULg, 2011
Méthode : Manuelle
Sources : DGARNE, Aquapole



SPW – Région wallonne

PEGOPERA

PEGASE/DCE : simulation de scénarios – simulation 2040



wbd_seqeau_sder_2040 Events

IQ_GLOB

- 0.0 - 20.0
- 20.1 - 40.0
- 40.1 - 60.0
- 60.1 - 80.0
- 80.1 - 100.0

Réalisation : CPDT, Aquapole / ULg, 2011

Méthode : Manuelle

Sources : DGARNE, Aquapole



Suite logicielle PEGOPERA

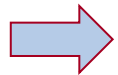
CONCLUSIONS

Modélisation de la Qualité des masses d'eau de surface (état des lieux)

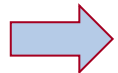
Impact des rejets (Relation Pression / Impact → Autorisations Rejets)

Scénarios (Step, Rejets Industriels, Aménagements (seuils, territoires, ...), ...)

DCE : planification (SDAGE, PDM, PAOT, SDER, ...)



- Soutien pour le **développement de l'état de l'art** [échelle du District Hydrographique National et International (Meuse, Escaut, Moselle, ...)]
- **Renforcement du système de Monitoring** par des informations complémentaires (spatialement et temporellement)
- **Structuration de la connaissance** (construction de **BDD numériques** et leur validation)
- **Outil pour établir les priorités d'un programme d'interventions** des Administrations (priorisation des actions)



La suite logicielle PEGOPERA est pertinente et adaptée au cadre des Directives européennes

Outil Opérationnel
de Prédiction



Remerciements à nos partenaires

- *Agence de l'eau Rhin-Meuse*
- *Agence de l'eau Loire-Bretagne*
- *Vlaamse Milieumaatschappij*
- *Service Public de Wallonie – DGO3*



Merci pour votre attention

*PEGOPERA “Community Edition”
est téléchargeable gratuitement
sur www.pegase.ulg.ac.be*

astee

association scientifique
et technique pour l'eau
et l'environnement

