

# Modélisation régionale et locale sur base des données de la carte hydrogéologique

Colloque '**La Carte hydrogéologique de Wallonie :  
un outil au service de tous**'  
Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013

Philippe **ORBAN**,  
Chargé de recherches, ULg

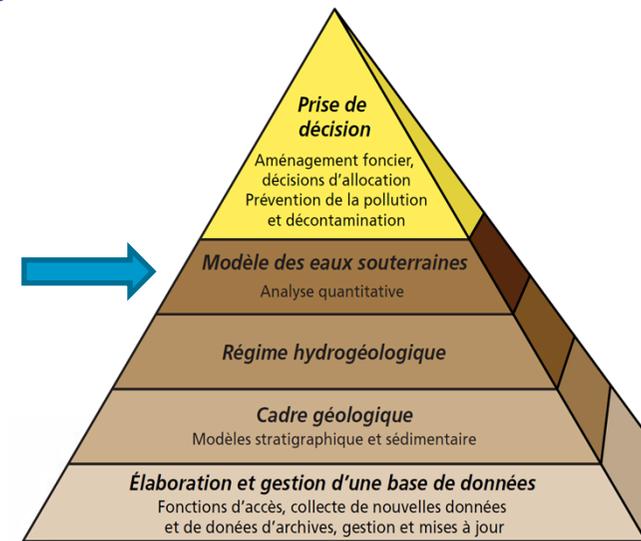


DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

# La modélisation...définition

Représentation simplifiée de la réalité qui permet :

- Intégrer l'ensemble des données
  - Créer une représentation conceptuelle d'un système
  - Tester des scénarios
- + couplage avec d'autres modèles



(Conseil des académies canadiennes 2009)

= > **Besoin de données**

Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

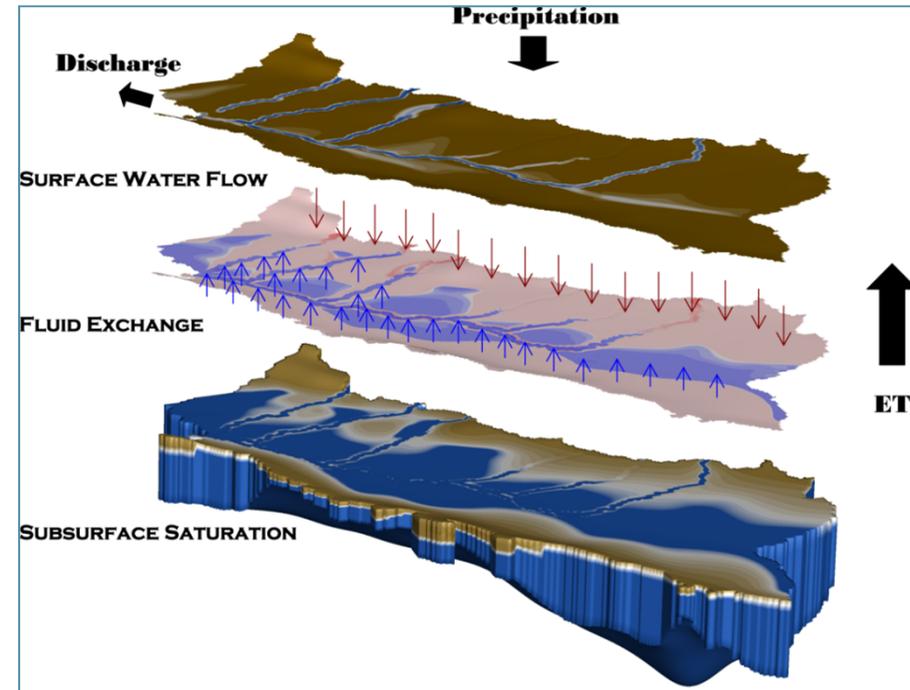
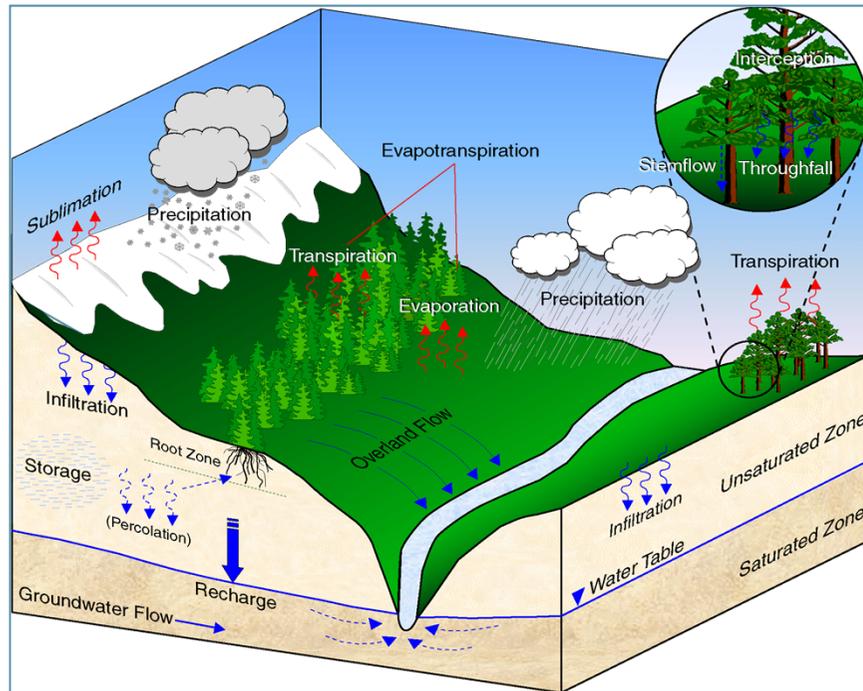
2



SPW  
Service public  
de Wallonie

# La modélisation...définition

Les modèles hydrologiques intégrés (eau de surface et eau souterraine) sont un des outils modernes de l'hydrogéologue



Approche intégrée visant à tenir compte de toutes les composantes du cycle de l'eau

Exemple du modèle HydroGeoSphere : simulation de phénomènes non linéaires complexes

Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

3

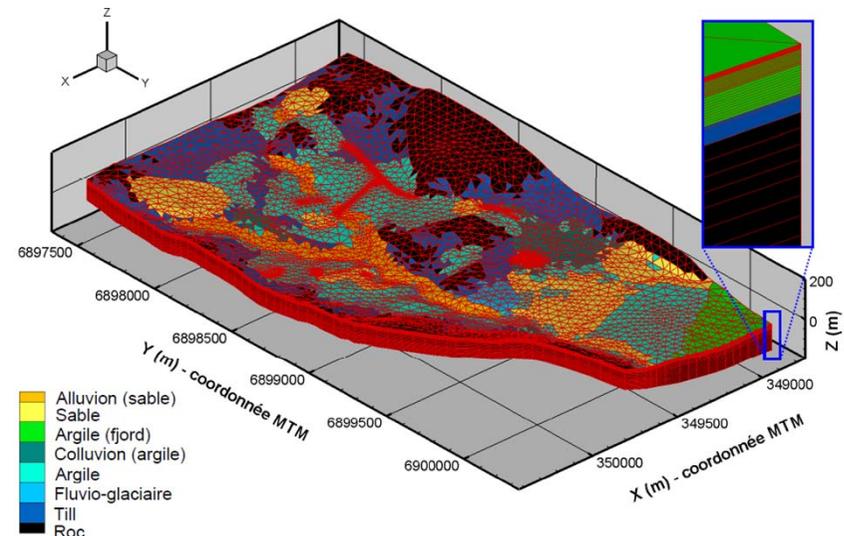


SPW  
Service public  
de Wallonie

# La modélisation...définition

La complexité des modèles hydrogéologiques augmente en fonction des besoins en gestion de l'eau

- **Simulation de processus non linéaires couplés:**
  - Physiques (écoulement de fluides)
  - Chimiques (substances réactives)
  - Thermiques (transfert de chaleur)
  - Mécaniques (déformations)
- **Environnements géologiques complexes**
- **Résolution de**
  - Systèmes d'équations non linéaires couplées
  - Systèmes matriciels : jusqu'à  $10^7$  inconnues
- **Parallélisation**



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

4

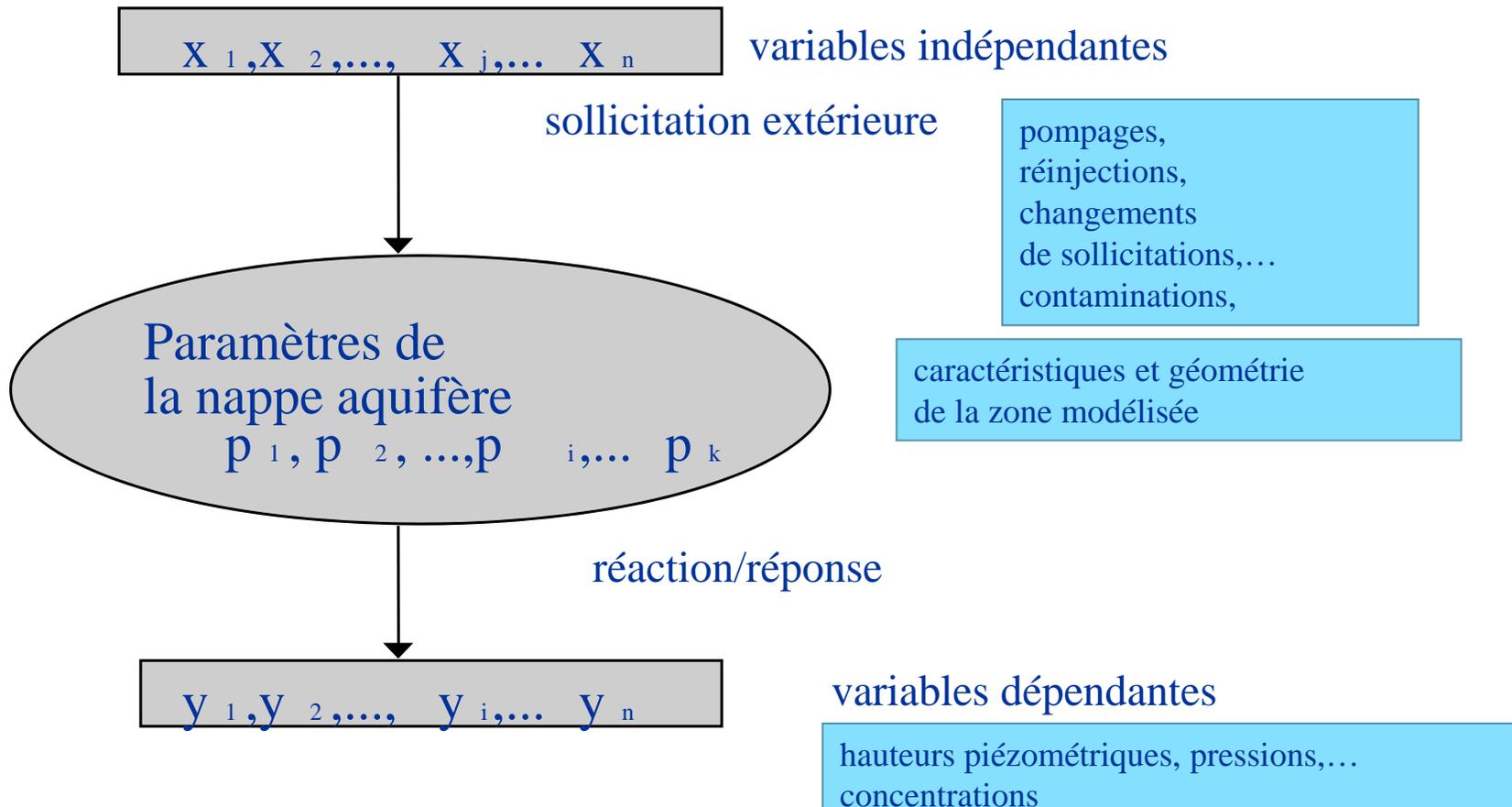


SPW  
Service public  
de Wallonie

# Données nécessaires

- Géométrie (1D, 2D ou 3D) de la zone à modéliser: géologie, topographie, hydrologie, ...
- Valeurs des propriétés du milieu influençant les processus simulés (exemple pour l'écoulement: K et Ss ou T et S);
- Sollicitations (stress factors) appliquées au système (exemple pour l'écoulement: infiltration, pompages, injections, ...)
- Données historiques (mesurées) concernant la variable dépendante du problème ou sa dérivée (exemple pour l'écoulement: hauteurs piézométriques mesurées et débits ou flux mesurés)... qui seront utilisées lors de la calibration du modèle.

# Données nécessaires



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

6

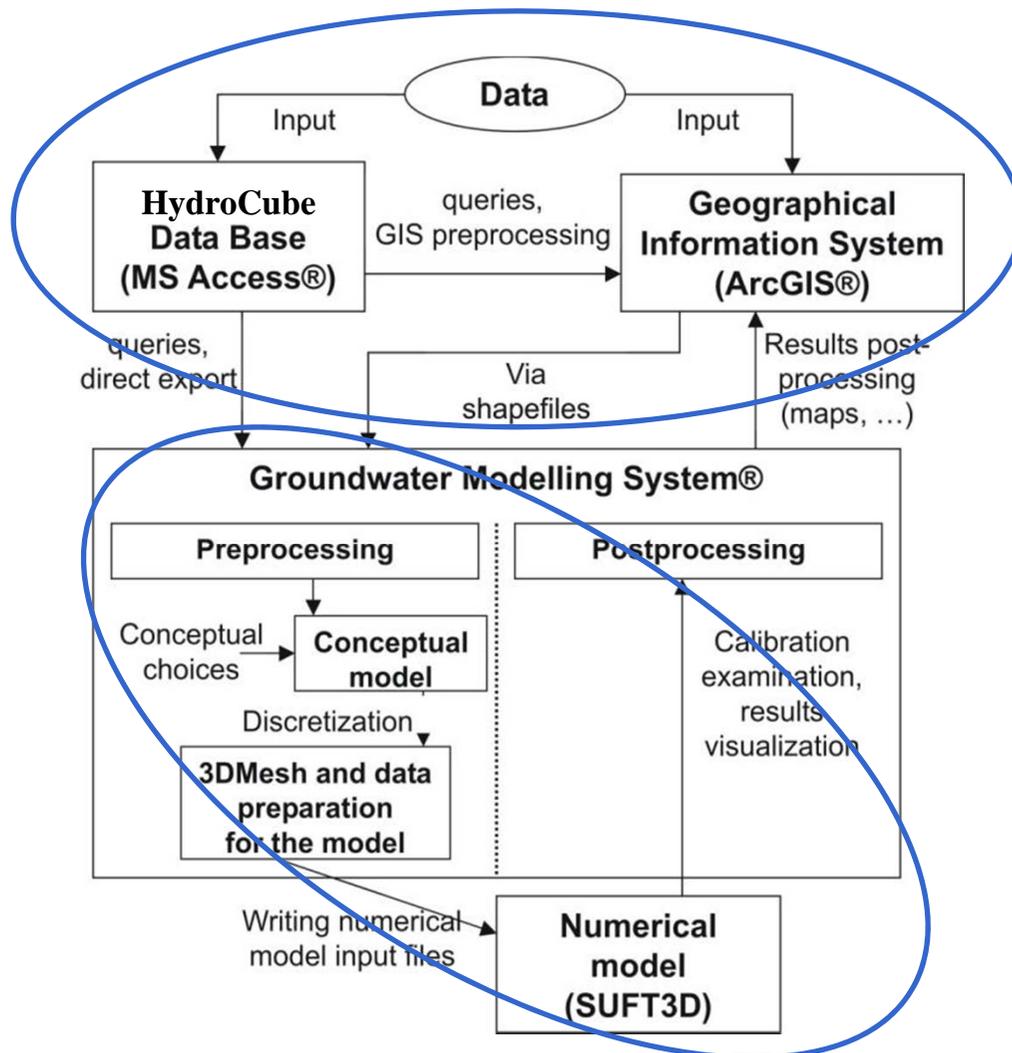


Wallonie



SPW  
Service public  
de Wallonie

# Gestion des données



## Gestion des données:

Base de données et SIG

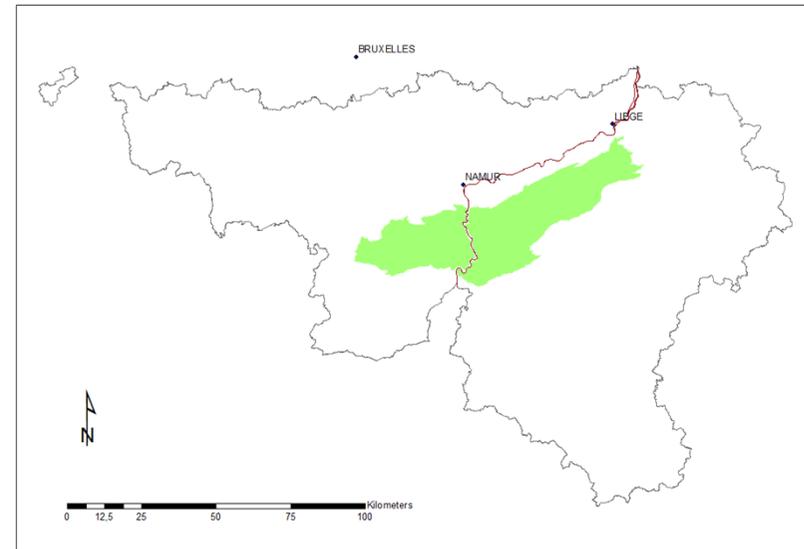
## Modèle :

Conceptualisation et équations spécifiques

# Exemples d'application

Deux exemples contrastés :

- Modèle local – plaine alluviale de la Meuse – Faisabilité d'un système de géothermie ouvert basse énergie
- Modèle régional – Masse d'eau RWM021 – Gestion quantitative et qualitative à l'échelle de la MESO



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

8

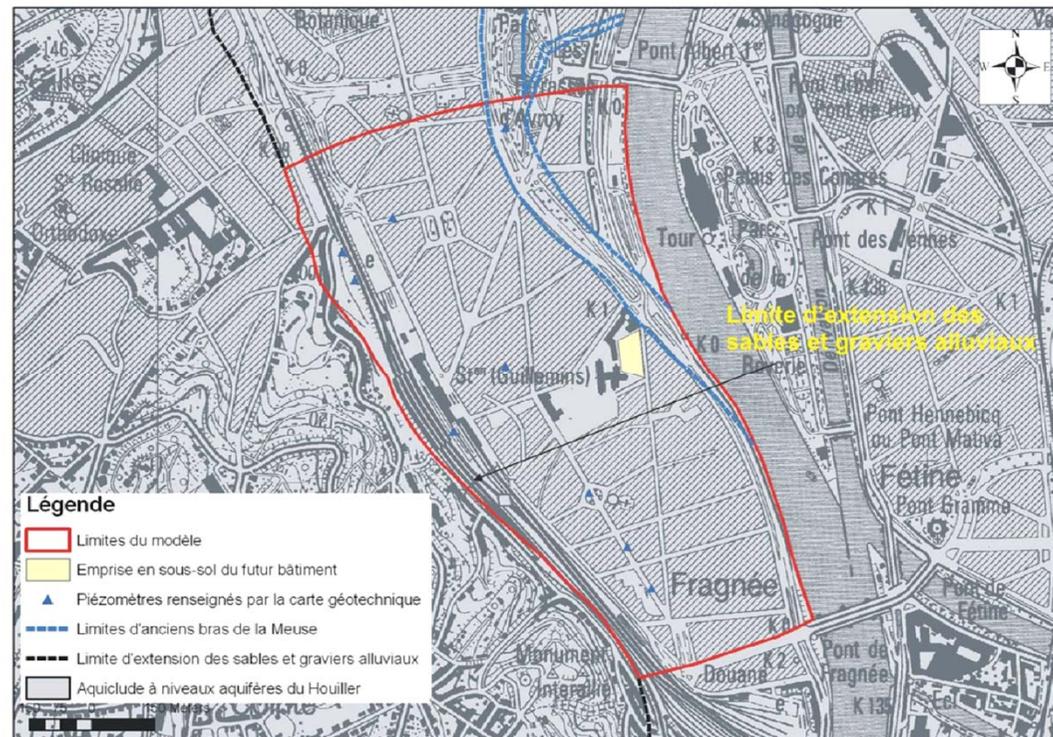


SPW  
Service public  
de Wallonie

# Modèle local – Plaine alluviale de la Meuse

Objectif de l'étude :

- Etude de faisabilité d'un système géothermique basse énergie ouvert
- Impact potentiel de ce système



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tr



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

9



# Modèle local

= > Développement d'un modèle hydrogéologique local simulant les écoulements et le transfert de chaleur en milieu souterrain

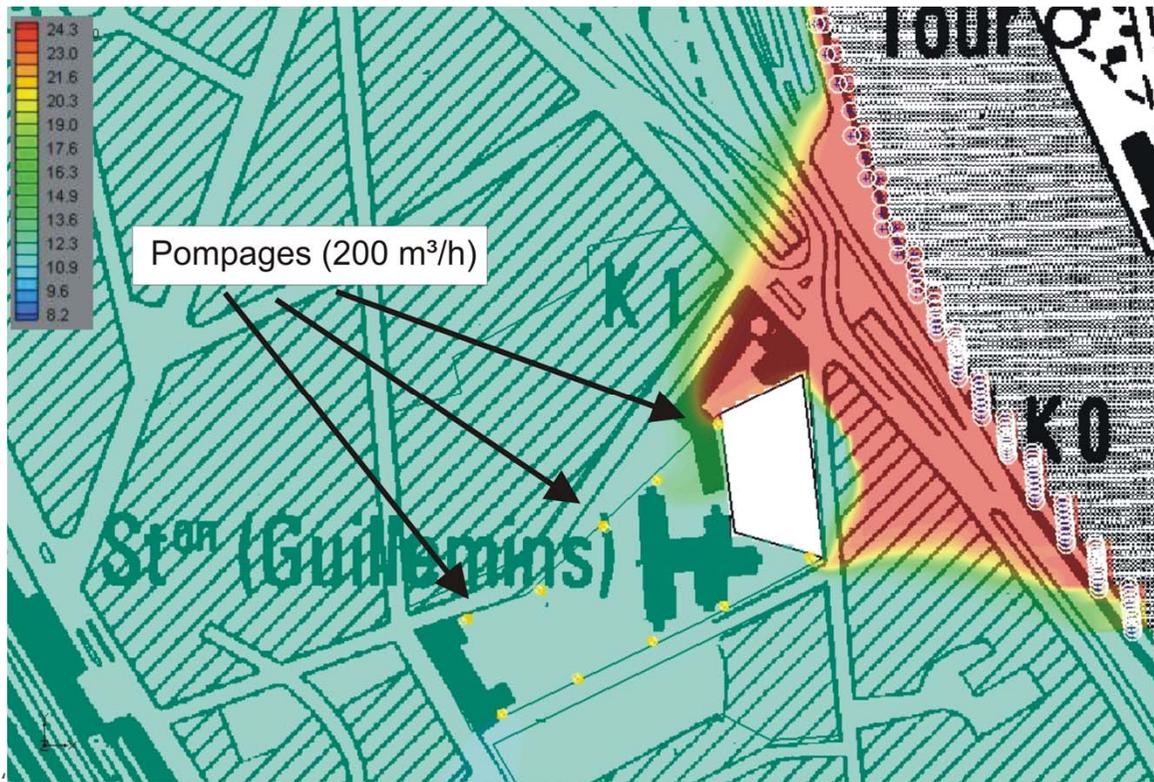
= > Travail en deux étapes :

- Sur base des données existantes
- En incorporant des nouvelles données

= > Not. consultation de la carte hydrogéologique et des banques de données

## Phase 1 : Pas de données directement sur le site :

- Mais utilisation des données 'environnantes' pour construire la géométrie du modèle et le paramétrer
- Peu de données pour la calibration



Colloque

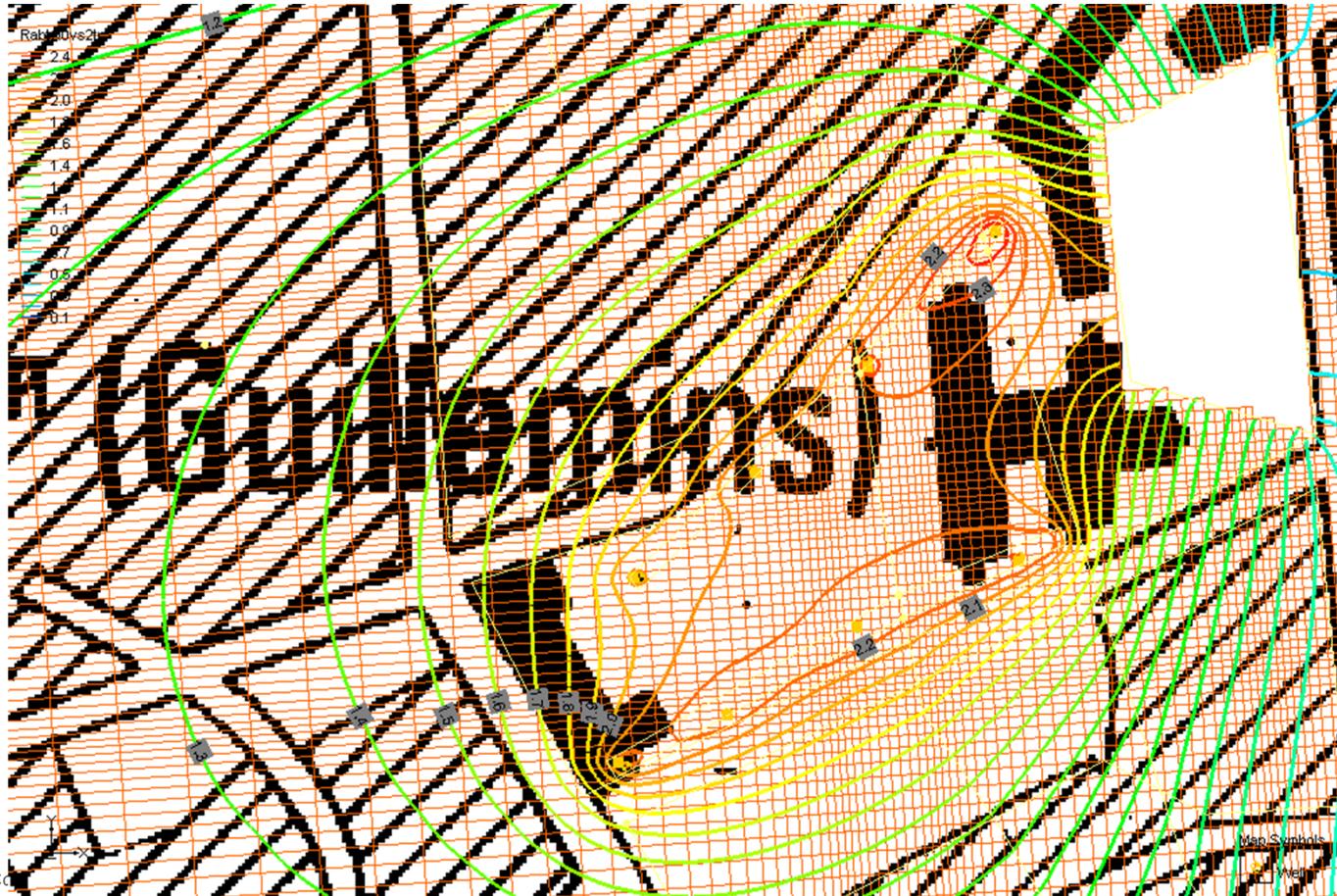
## Conclusions :

- Prélèvement possible
- Impacts limités



## Phase 2 : Acquisition de nouvelles données sur le site:

- Modification de la paramétrisation du modèle
- Calibration possible du modèle



## Conclusions :

- Prélèvement impossible

# Modèle régional – MESO RWM021

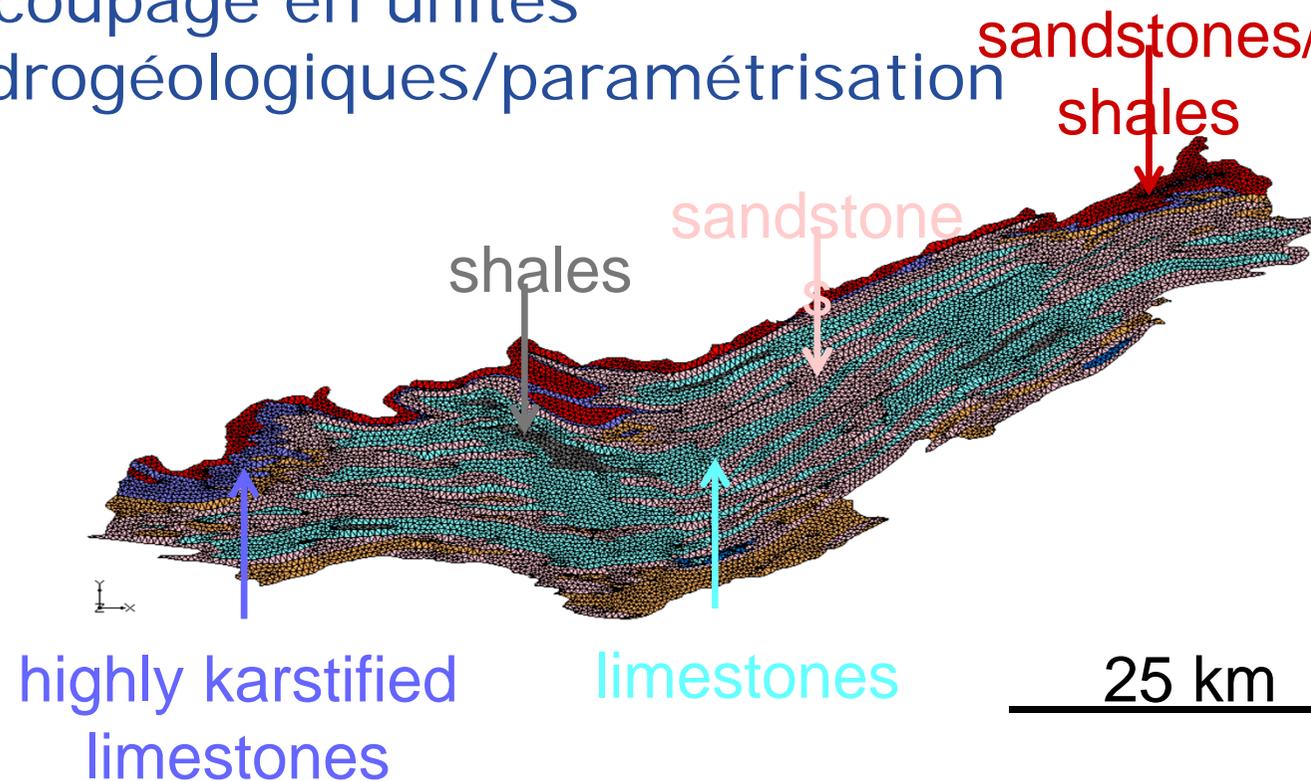
Objectif de l'étude :

- Quantitativement : une estimation de l'évolution des termes du bilan en eau (réserve), des interactions entre eaux de surface et eaux souterraines (débit de base), des tendances des niveaux piézométriques pour plusieurs scénarios avec des impacts régionaux.
- Qualitativement : une estimation de l'évolution des tendances en nitrates pour plusieurs scénarios d'intrant

# Modèle régional – Construction du modèle

Utilisation de la carte hydrogéologique:

- Détermination des limites du modèle
- Découpage en unités hydrogéologiques/paramétrisation



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

14



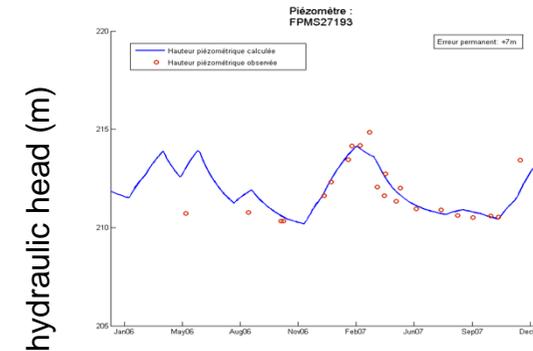
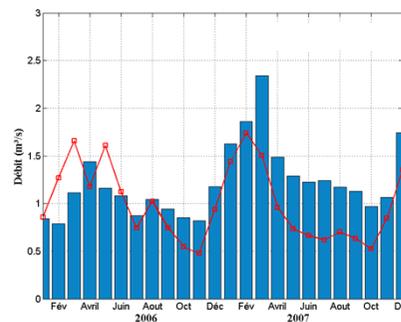
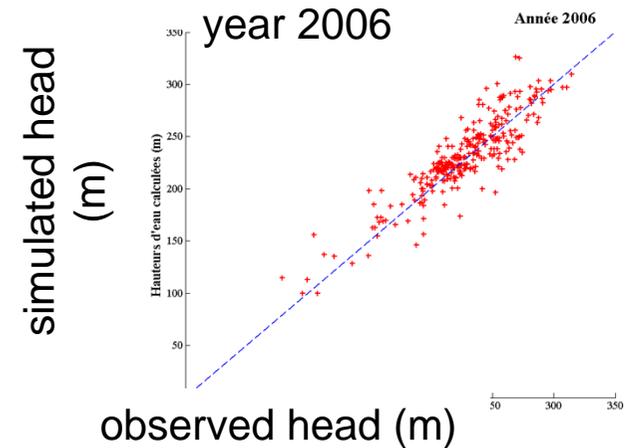
SPW  
Service public  
de Wallonie



# Modèle régional – Calibration

## Challenge

- Choix des ouvrages utilisés
- Représentativité des mesures % à la problématique régionale



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



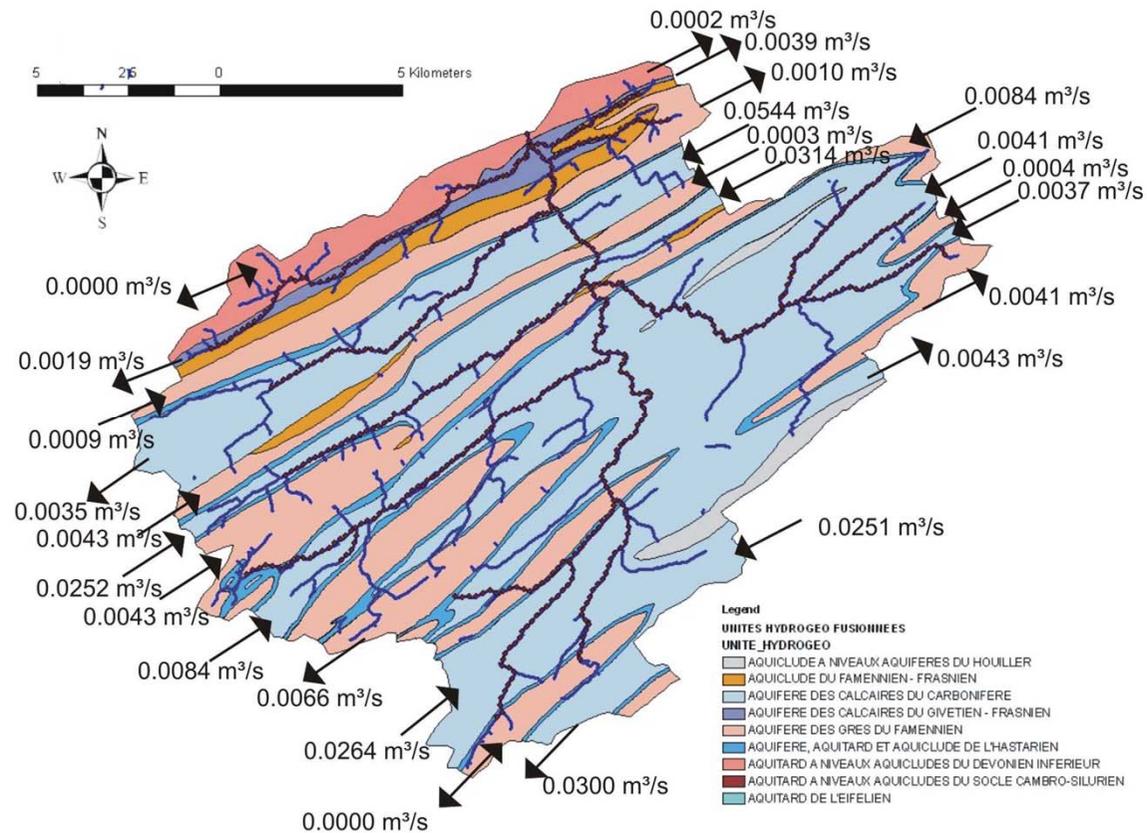
DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT  
16



SPW  
Service public  
de Wallonie

# Modèle régional – Ex de résultats

Actualisation des connaissances sur les bilans en eau....de manière détaillée en spatialisant l'information



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013

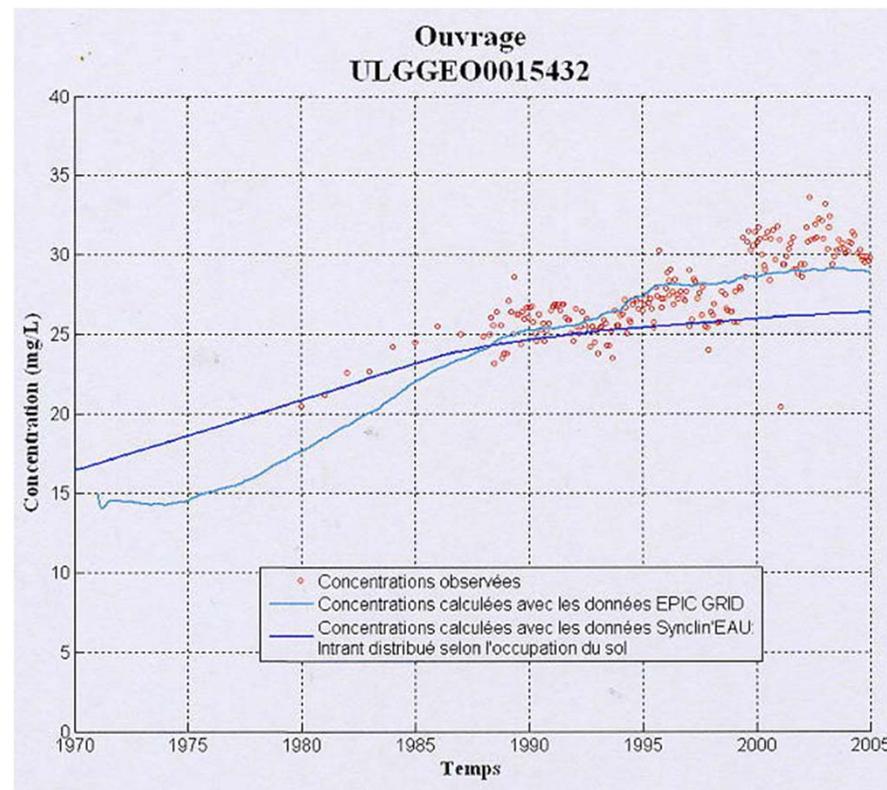


DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT  
17



# Modèle régional – Ex de résultats

Modélisation de l'évolution des concentrations en nitrates



Colloque 'La Carte hydrogéologique de Wallonie : un outil au service de tous' - Jambes (Namur) - Belgique - 16 mai 2013



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE  
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

18



SPW  
Service public  
de Wallonie



# Conclusions

Les outils de centralisation et de gestion des données sont des outils utiles voire indispensables à la réalisation des modèles mathématiques et numériques en hydrogéologie ....

.... Il faut juste s'en servir intelligemment...