

Trois outils SIG développés pour la recherche : trois expériences, quelques enseignements

Marie Silvestre



FR 3020 FIRE :
Fédération Île-de-France de
Recherche en Environnement



La FR3020 FIRE

Fédération Île-de-France de Recherche en Environnement



Fédération de 13 laboratoires
(UPMC, CNRS, INRA, IRSTEA, MNHN, IRD,
AgroParisTech)

→ Promouvoir la recherche interdisciplinaire en
sciences environnementales

azote hydrogéologie
pratiques agricoles matière organique
biodisponibilité modélisation
géophysique sol biodiversité
pesticides microbiologie

www.fire.upmc.fr



Trois outils SIG...

- **Seneque** : interface de pilotage de projets de modélisation RiverStrahler
- **AiPresHume** : Atlas Interactif des Pressions Humaines
- **Amstram** : application web de calcul de provenance d'approvisionnement d'un territoire

... une myriade d'enseignements

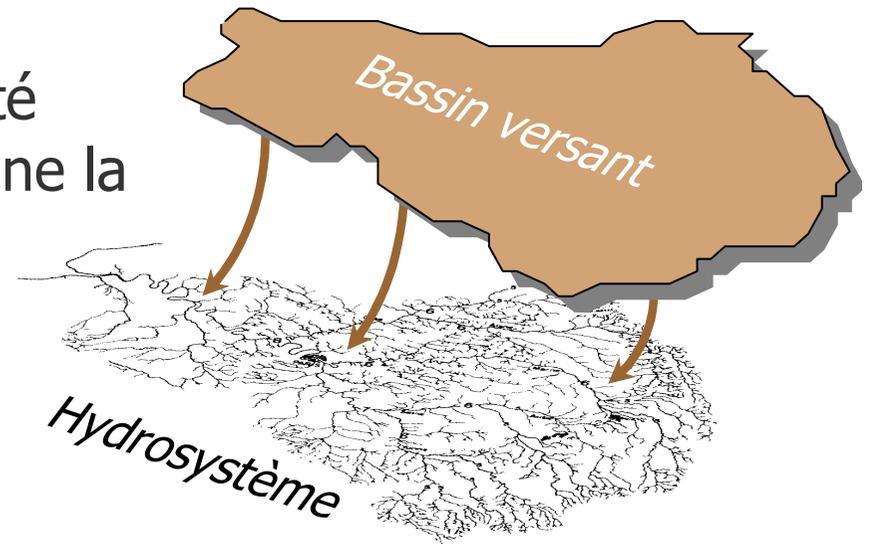
Seneque - AiPresHume



UMR Sisyphe, Gilles Billen & Josette Garnier

Aborder l'hydrosystème dans son ensemble :

Décrire les mécanismes par lesquels l'activité humaine dans le bassin versant conditionne la qualité de l'eau et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques

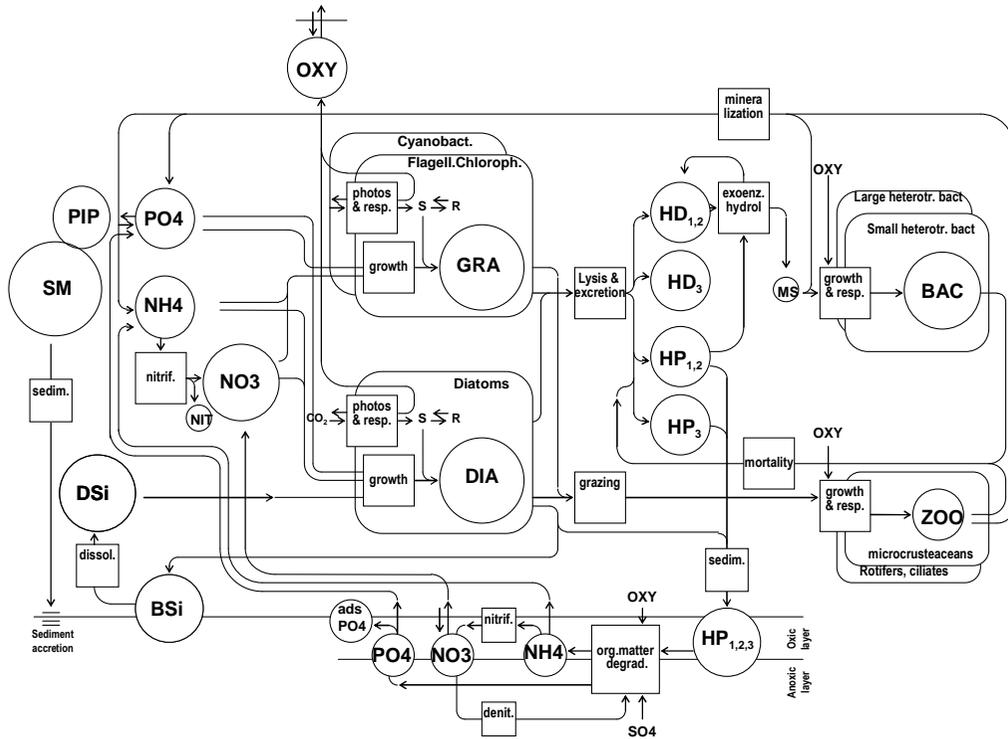


Modèles :

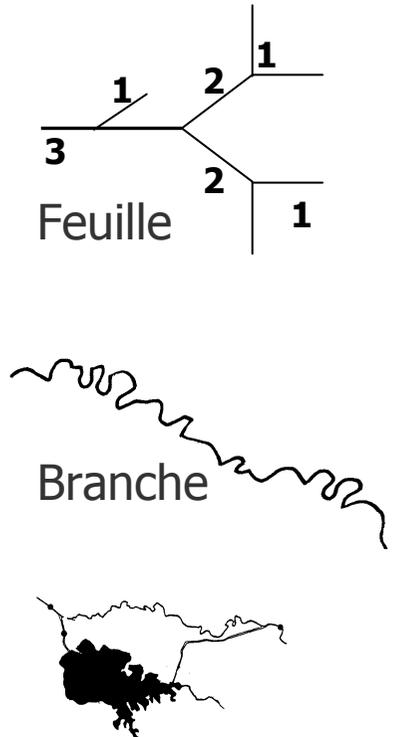
- Établir des liens de cause à effet dans des systèmes complexes
- Permettre le changement d'échelle (parcelle, paysage local, bassin versant)
- Tester l'effet de scénarios de modification des pratiques
- Comparer l'effet de diverses politiques publiques de gestion

Seneque : principe de base de RiverStrahler

Couplage d'un modèle détaillé des processus biogéochimiques (**RIVE**)



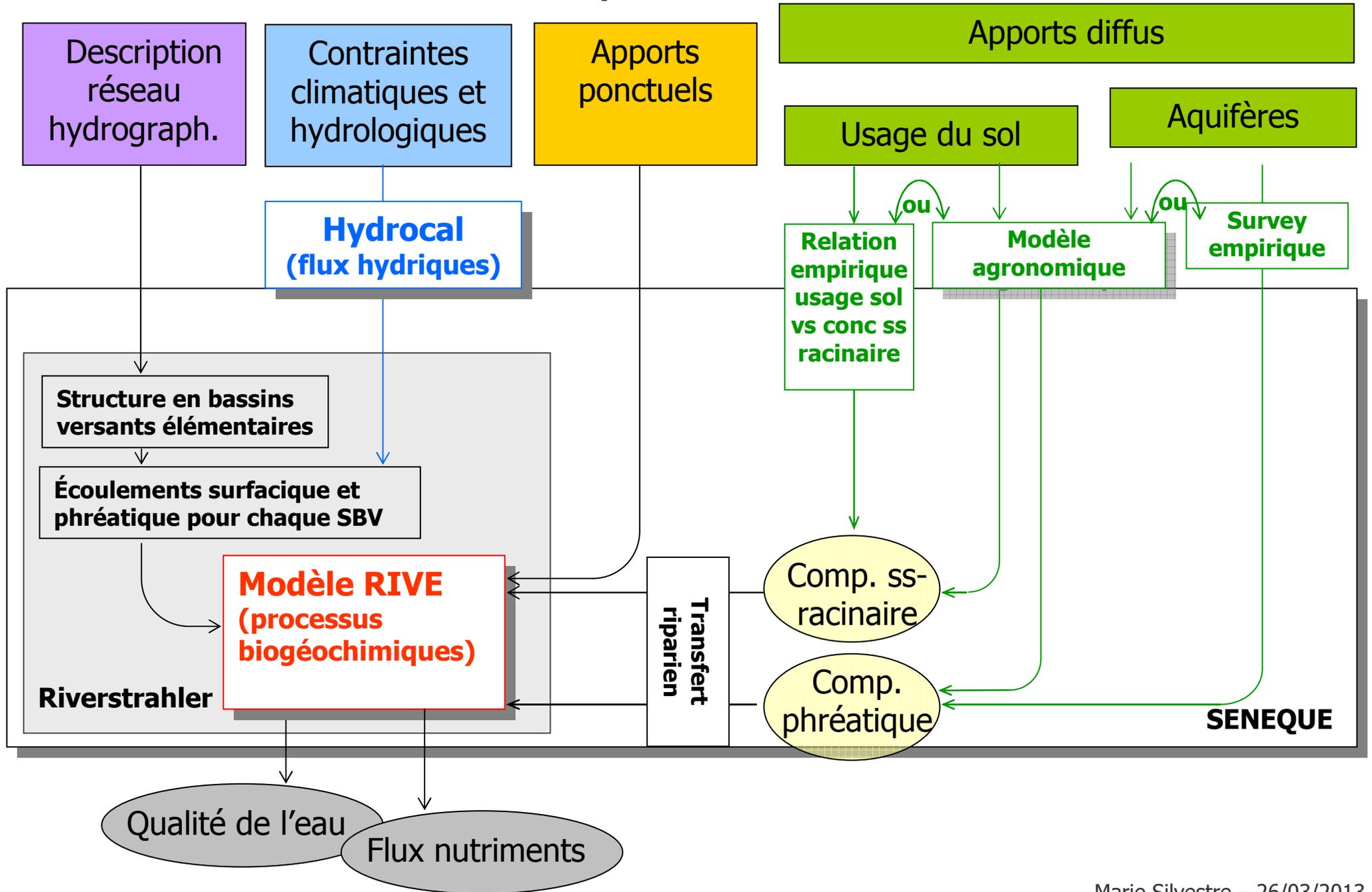
avec une représentation originale de la complexité du réseau hydrographique basée en partie sur la notion d'ordre de **Strahler (1957)**



Implémenté sur diverses rivières en régime tempéré (**Seine**, Somme, Escaut, Loire, Aulne, Elorn, Moselle, Norström), continental (Danube), sub-tropical (Red River) et arctique (Kalix, Lule)

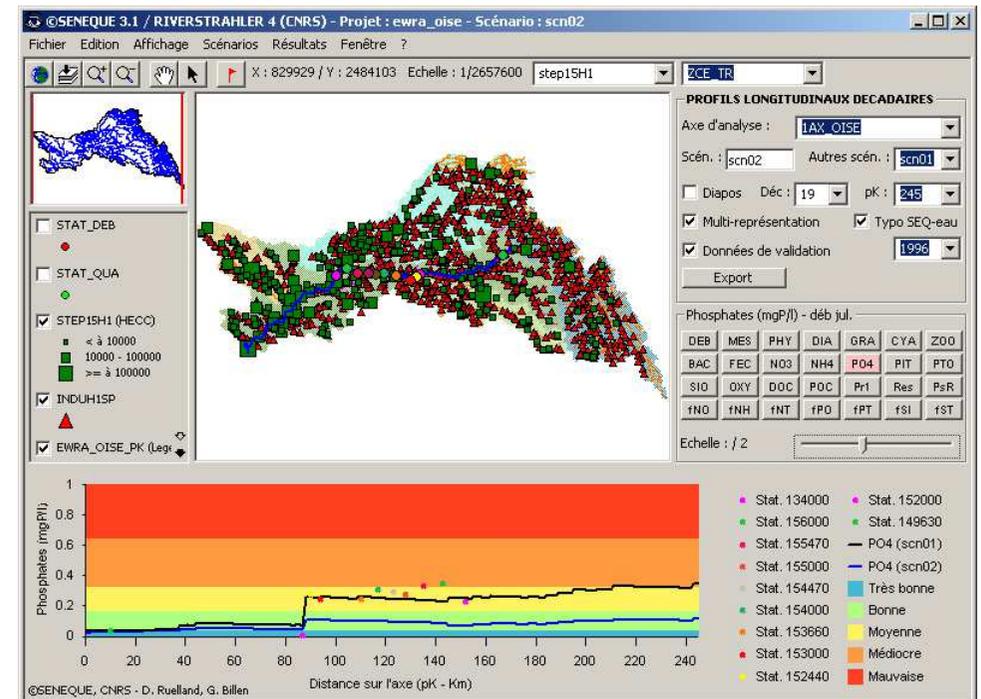
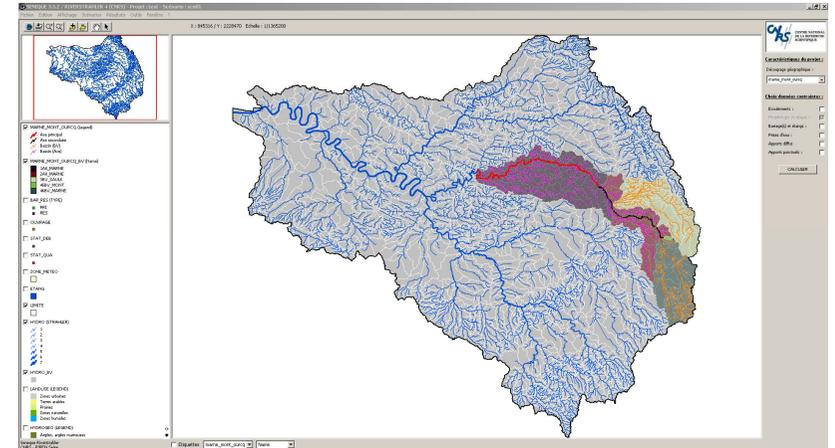
Billen et al., 1994; Garnier et al, 1995; Billen & Garnier, 2000; Garnier et al., 2000; Sferratore et al, 2006 ; Le et al., 2010.

Schéma de fonctionnement de Seneque - RiverStrahler



Seneque : l'interface SIG de RiverStrahler (Ruelland et al. 2007)

- définir le **projet** de modélisation, son domaine géographique et son mode de spatialisation
- définir les **scénarios de modélisation** (= ensemble de contraintes anthropiques et hydrologiques)
- lancer le **modèle RiverStrahler**
- **visualiser et d'explorer les résultats**, sous un environnement informatique convivial

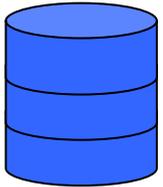


Technologies employées



Données géographiques :

Shapefile



Données alpha-numeriques :

Fichiers DBF et fichiers texte

Application développée avec :

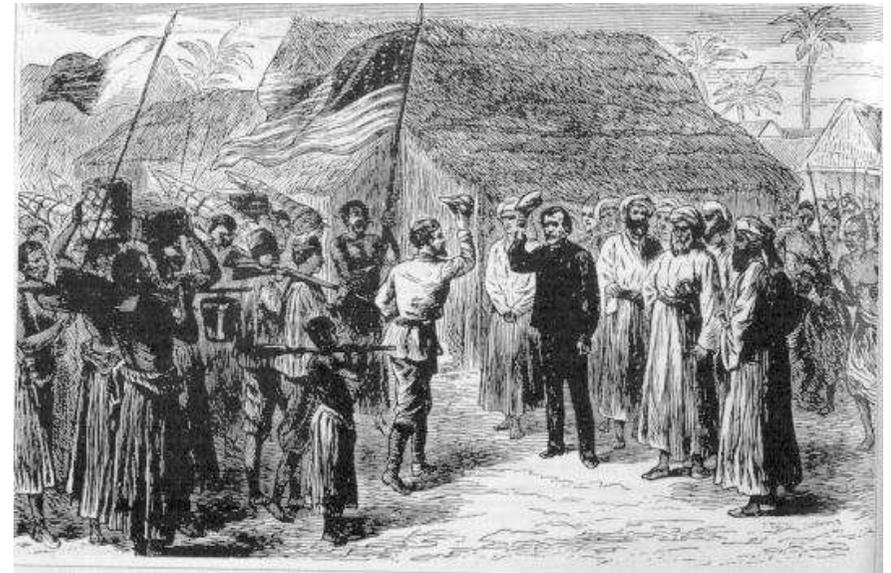
Visual Basic 6 + MapObjects 2.1 (bibliothèque ESRI)

→ Choix technologiques « historiques »

AiPresHume en quelques mots

Atlas Interactif des Pressions Humaines

- Logiciel **SIG** autonome
- Destiné principalement aux chercheurs
- Moteur d'agrégation, exploration de jeux de données
 - **Cartes** thématiques
 - **Tableaux** récapitulatifs
 - **Bilans** d'azote
- Jeu de données sur **un territoire** : un bassin versant, une région, etc.



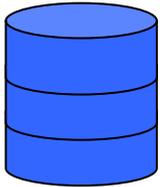
"Dr Livingstone, I presume ?"

Technologies employées



Données géographiques :

Shapefile



Données alpha-numeriques :

Base de données MS Access

Développement en parallèle avec l'interface SIG du modèle
Seneque / Riverstralher

→ Choix technologiques « historiques » :

Visual Basic 6 + MapObjects 2.1 (bibliothèque ESRI)

Données Géographiques

The screenshot displays a GIS application window titled "Atlas des pressions anthropiques : Seine - [Visualisation cartographique]". The main map area shows a hydrographical network of the Seine basin with a yellow background. A dialog box titled "Gestion des thèmes" is open, allowing the user to select themes to display. The dialog box contains a tree view of themes and a list of sub-themes. The "HYDROLOGIE" sub-theme under "MILIEU" is selected, and its sub-themes "Réseau hydrographique" and "Bassins versants élémentaires" are checked. The "Validier" button is highlighted by the mouse cursor.

Atlas des pressions anthropiques : Seine - [Visualisation cartographique]

Fichier Sélection Visualisation cartographique Bilan d'Azote Exports A propos Graphiques

HYDROGRAPHIE (STRAH)
Less than 2
2-3
4-5
Greater than 6

BASSINS

Gestion des thèmes

Cochez les thèmes que vous désirez afficher :

- PRESSIONS**
 - SOL**
 - Usage du sol 1990
 - Usage du sol 2000
 - Petites régions agricoles
 - LIMITES ADMINISTRATIVES**
 - Régions
 - Départements
 - Cantons
 - Communes
 - SITES**
 - Stations épuration
 - Industries
 - Sites nucléaires
- MILIEU**
 - HYDROLOGIE**
 - Réseau hydrographique
 - Bassins versants élémentaires
 - Masses eau superficielles (hydrographie)
 - Masses eau superficielles (bassins versants)
 - Hydro-écorégions
 - Corridors fluviaux
 - SOL**
 - Lithologie
 - ATMOSPHERE**
 - Grille Météo

Validier Fermer

x : 857 842.54 y : 2 237 722.55 Echelle 1 : 418 867

Données alpha-numériques

- Données attributaires des données géographiques
- Recensements :
 - Population
 - Agriculture (assolement, effectif cheptel, rendements, etc.)Renseignées à des niveaux géographiques différents
- Paramètres : bilans d'azote, etc.



Accessibles et modifiables dans la base de données

Informations sur un territoire

Atlas des pressions anthropiques : Escaut - [Visualisation cartographique]

Fichier Sélection Visualisation cartographique Bilan d'Azote Exports A propos

HYDROGRAPHIE (STRAT)
 Less than 2
 2 - 3
 4 - 5
 Greater than 6

BASSINS

Fiche d'informations
 Sous-bassin sélectionné

Informations agricoles sur : escaut (bassin versant amont)

Données agricoles générales

Surface Agricole Utile (SAU)	391 583 ha	63,8%
Nombre d'exploitations agricoles		
Surface irrigable	ha	0,0% (part dans la SAU)

Industries et Stations d'épuration (escaut - bassin versant amont)

Industries **Stations d'épuration**

Cultur

Vache		
Vache		
Bovins		
Bovins		
Bovins		
Equidé		
Brebis		
Brebis		
Autres		
Caprin		
Truies		
Jeunes		
Porcs		
Poules		
Poulet		
Poulet		

Industries

Nombre de STEP	137
Capacité totale des STEP (en équivalents habitants)	2 144 850

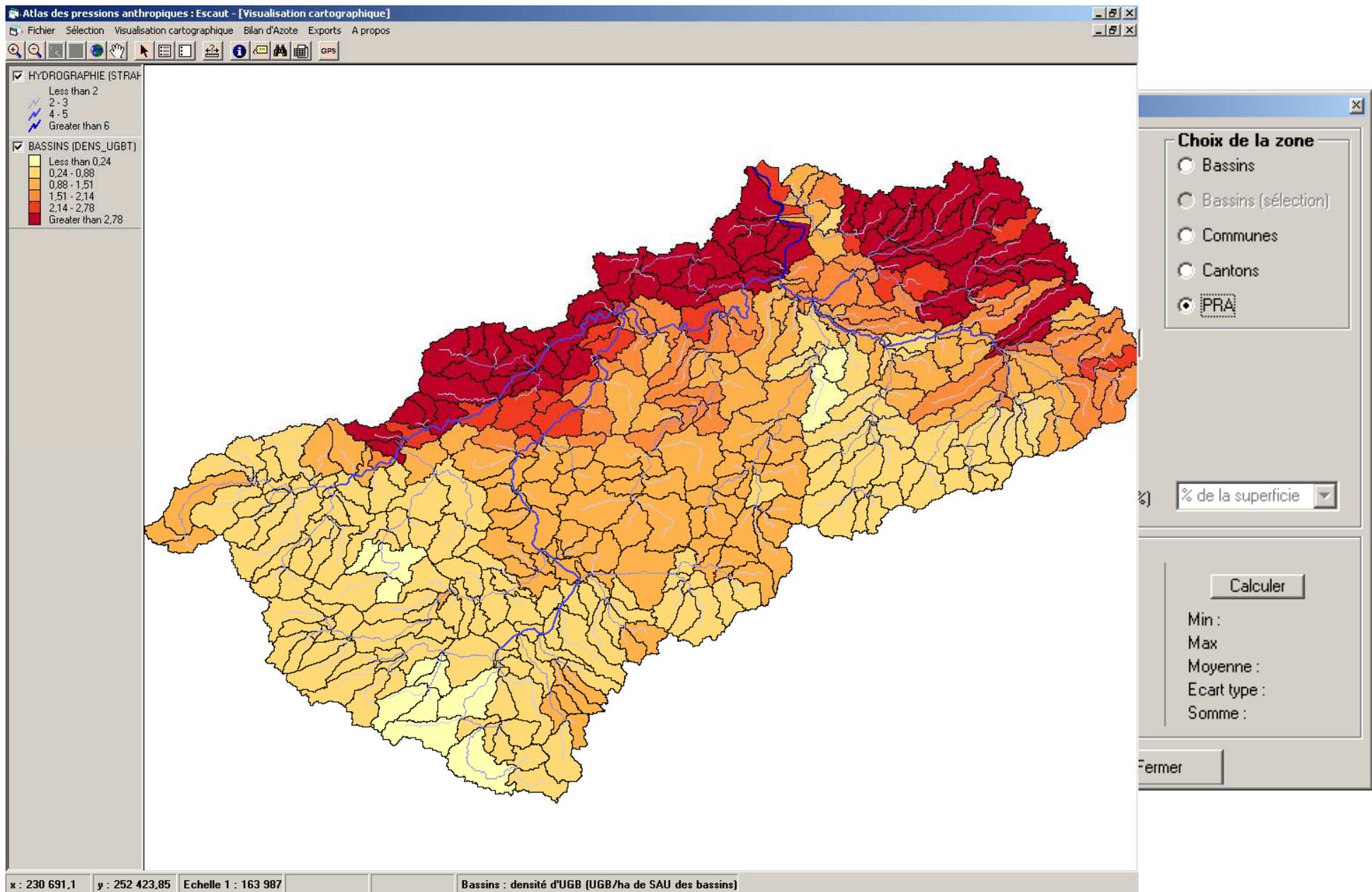
Stations d'épuration

LIGEN	
	1 236,5
	62,0
	561,5
	2 102,1

Fermer Exporter en txt (séparateur ;)

x : 166 716,32 y : 78 851,68 Echelle 1 : 122 486

Cartes thématiques: Densité du cheptel en UGB Azote



Bilan Seneque - AiPresHume

- 2 outils recherche desktop
- Développés par collaborations entre :
 - chercheurs non informaticiens
 - une succession de géomaticiens (CDD !)
- Base commune : VB6 + MapObjects, interface SIG « maison »
- Évolution des technologies : vers une structuration en base de données
- Technologies obsolètes : problème de pérennité des développements

Seneque – Perspectives d'évolution

« Méditer la mort, c'est méditer la liberté ;
celui qui sait mourir, ne sait plus être esclave » Seneque

Vers des outils libres et multiplateformes :

- langage Python,
- base de données SQLite + SpatiaLite :
 - stockage des données d'entrée, de sortie et de validation
- interfaçage via un plugin Python pour QGIS
- adoption d'une licence logicielle libre CeCILL
- hébergement dans une forge logicielle (GitHub ?)

Amstram - Contexte



- ANR Villes durables: **Confluent**
(LATTS Paris 8, Géographie-cités Paris 1, Sisyphe-FIRE Paris 6, CREIDD UTT)
CONnaissances des **FL**ux **U**rbains, **Emprei**NTes **E**nvironnementales et gouvernance durable
- PIRVE: **Empreintes**
(LATTS Paris 8, Sisyphe-FIRE Paris 6)



- Caractérisation du métabolisme urbain :
 - Flux directs et indirects
 - Situation actuelle et évolution depuis le XVIII^{ème}
- Compréhension de la gouvernance de ces flux

Objectifs d'Amstram

- Estimer la **consommation**
- Identifier la **provenance**
- Evaluer les **contributions relatives** de chaque territoire à l'approvisionnement
- Vers une **spatialisation de l'empreinte**
- Calculer les **distances** d'approvisionnement

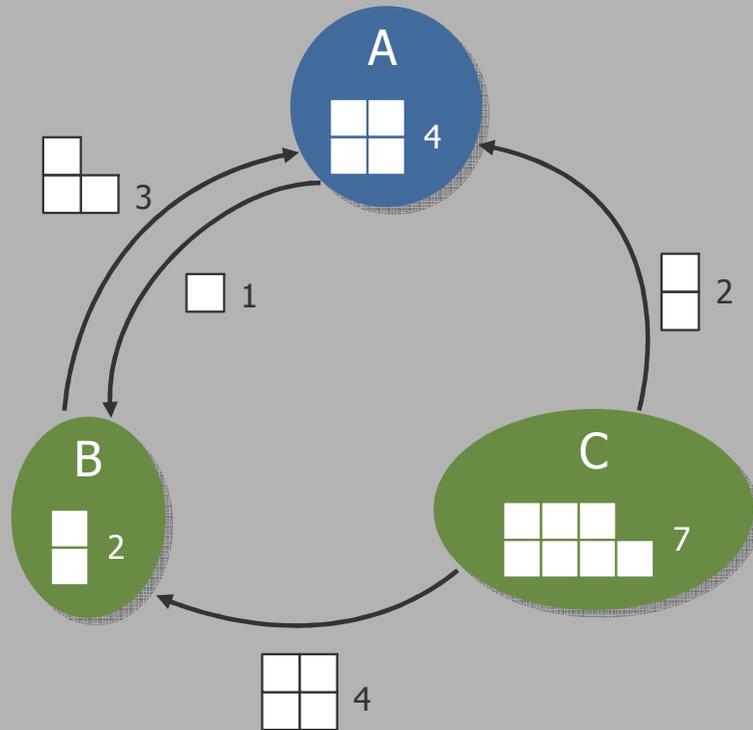
Données disponibles

Sources	Unités	Transport		Production
		Flux	Mode	
SITRAM	tonnes + km	entre départements	route, voies navigables	
	tonnes + km	entre régions	fer	
	tonnes + €	entre pays et départements	route, fer, mer, air, voies navigables	
FAO	tonnes + \$	entre pays	tout confondu	Produits agricoles → par pays
Agrete	tonnes			Produits agricoles bruts → par départements

- **SITRAM**: Système d'Information sur les **TRA**nsports de **M**archandises (MEDDTL)
→ données TRM, SNCF, VNF, douanes
→ depuis 1974 mais données payantes : années 1993 et 2006 achetées
- **FAO** (Nations Unies) → données gratuites
- **Agrete** (Statistiques agricoles du MAAPRAT) → données gratuites

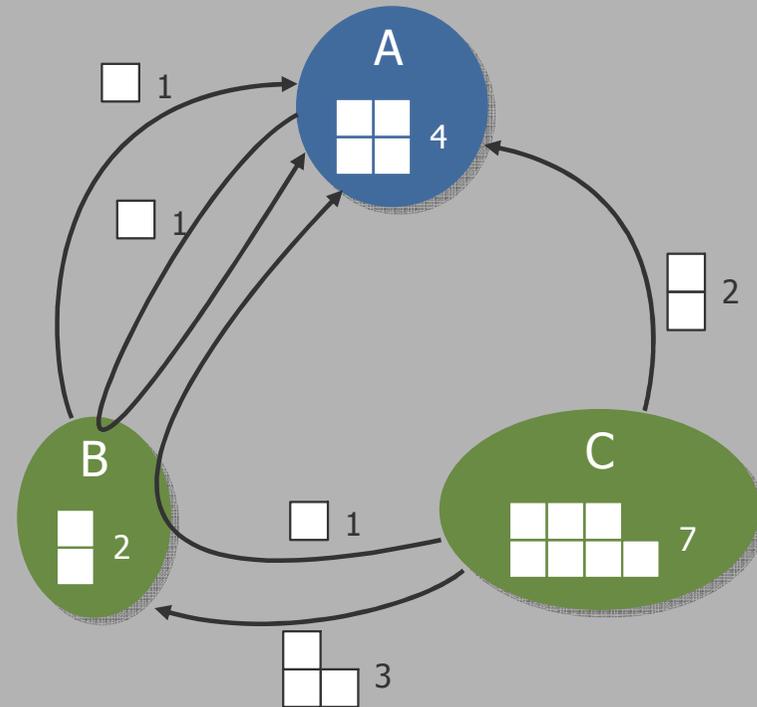
Modélisation des flux

Données issues des bases :



	Imports	%	Production = 4
B	3	60	Importations = 5
C	2	40	Exportations = 1
			→ Consommation = 8

"Réalité" :



	Imports	%	Production = 4
B	1	25	Importations = 4
C	3	75	Exportations = 0
			→ Consommation = 8

- ➔ Calcul de la consommation
- ➔ Provenances : pb des territoires de transit → méthodologie de calcul à l'ordre 2
- ➔ Identification de "flux annulés"

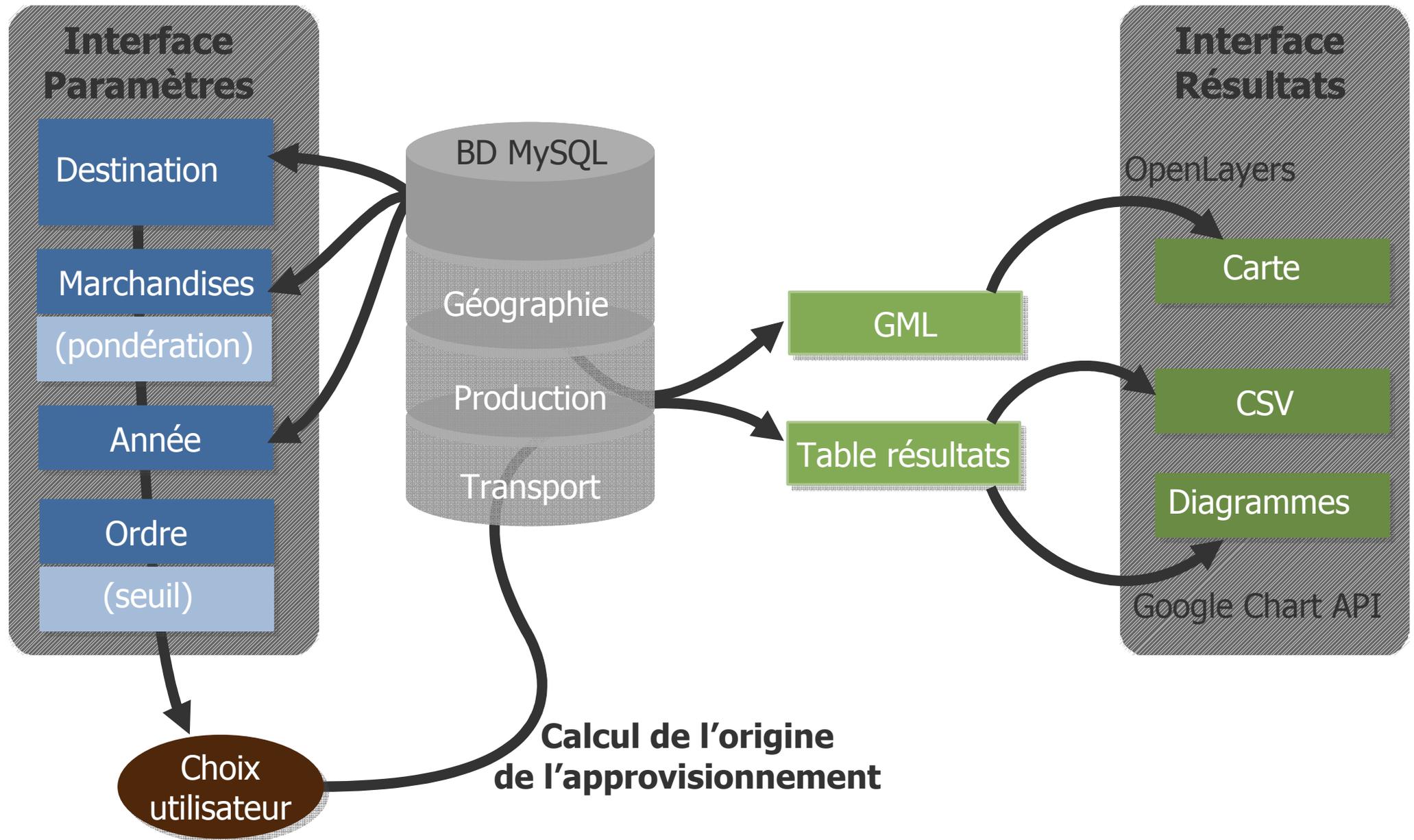
Application web Amstram

- **Formaliser** les requêtes et **automatiser** les calculs
 - **Visualiser** et **exporter** les résultats
- **Base de données** structurée + **Interfaces** web

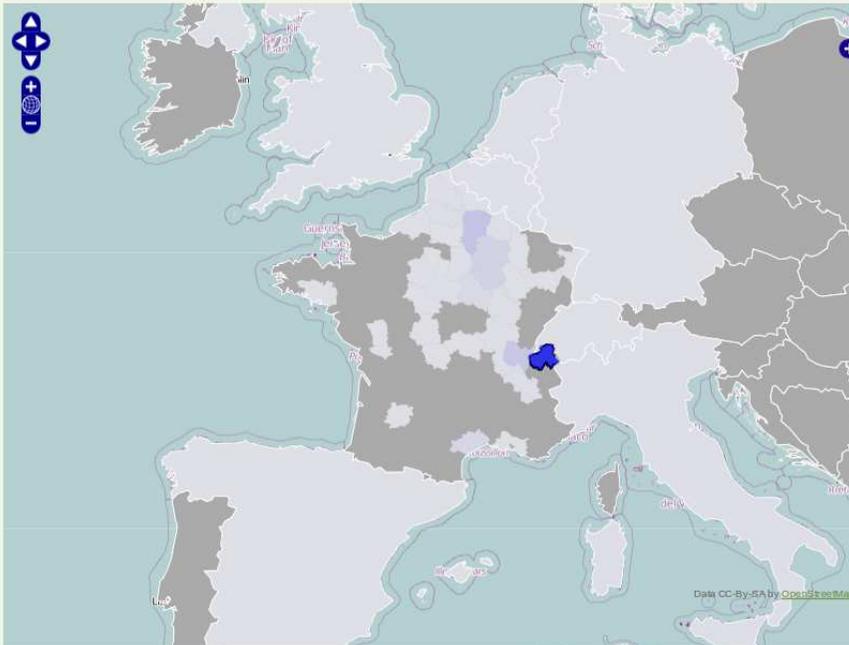


- Technologies **Open Source** largement utilisées :
 - **MySQL**: système de gestion de base de données
 - **OpenLayers**: rendu cartographique
 - **GML** (Geographique Markup Language = XML): format des couches géographiques

Schéma de fonctionnement



Amstram - Aire d'approvisionnement



Paramètres sélectionnés :

Territoire(s) de destination choisi(s) :

- Haute-Savoie

Marchandise(s) choisie(s) :

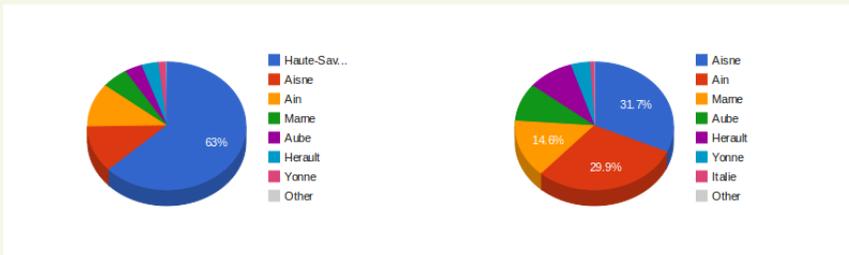
- Froment, epeautre, méteil
- Orge
- Seigle
- Avoine
- Maïs
- Riz
- Autres céréales n.d.a
- Pommes de terre

Année : 2006
 Calculs effectués à l'ordre 2
 Ponderation : Pas de pondération
 Seuil minimal pour le calcul de l'ordre 2 : 5 %

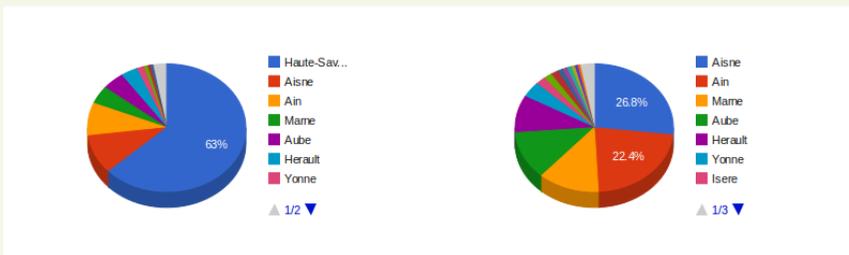
Bilan :

Production : 77228 t de marchandises
 Importations à l'ordre 1 : 45368 t de marchandises
 Importations à l'ordre 2 : 45259 t de marchandises
 Exportations : 37397 t de marchandises
 Consommation estimée à :
 85199 t de marchandises
 Flux d'importation ou d'exportation "annulé" :
 109 t de marchandises (0.13 % de la consommation)

Ordre 1 : Détail des importations à l'ordre 1 :



Ordre 2 : Détail des importations à l'ordre 2 :



[EXPORTER LES RÉSULTATS](#)

[AUTRE RECHERCHE](#)

Amstram



Bilan Amstram

- Outil **web**
- **Interface simple** avec peu de fonctionnalités
export de données dans des formats interopérables (GML, CSV)
- **Généricité** de l'application
- Carburant de l'application : **bases de données**
→ problèmes de diffusion lié aux données Sitram...

... quelques d'enseignements

- **Pérennité des outils ?**

- Données qui les alimentent
(droits d'usage limités à certains projet)
- Choix technologiques
- Disponibilité des personnes qui les maintiennent :
CDD ou personnel permanent ?
- Généricité des développements :
capacité à transposer les applications à d'autres
territoires, échelles

Les choix technologiques

- **Pérennité**
- **Compatibilité, interopérabilité**
- **Multi-plateforme**
- Qui développe ?
informaticiens ? chercheurs ? stagiaires ?
→ question de la maîtrise des technologies
une personne ? une équipe ?
→ gestion de développements collaboratifs
- documentation de développement
- outils de gestion du code

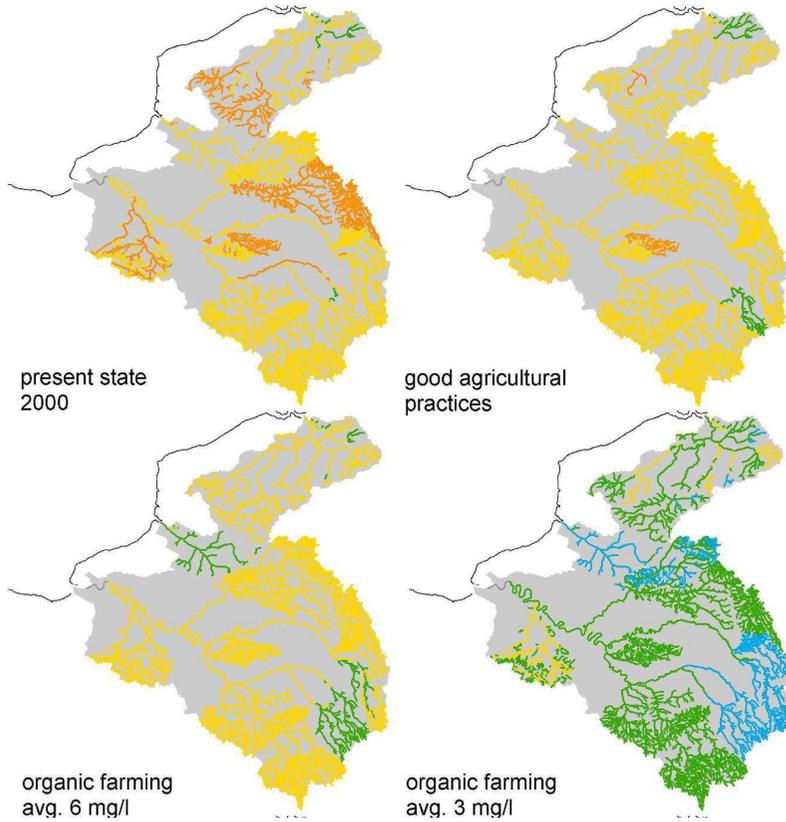
Évolutions

- Technologies libres
- Multiplateforme
- Développement d'extensions de logiciel existant
→ se détacher de la gestion des interfaces
- Structuration en base de données
- Professionnalisation de la gestion du code (outils de gestion de version, suivi de bugs, etc.)
- Application web ... ou pas !

Merci de votre attention !

Céréales 2006
Ordre 2 à 5%

Nom	%	Prod
Cote-d'Or	88.53	1
Haute-Marne	4.11	0
Haute-Saone	1.22	0
Meurthe-et-Moselle	0.73	0
Allemagne	0.54	0
Jura	0.51	0
Saone-et-Loire	0.44	0



Nitrates, mgN/l



P/R ratio

