

# Le projet HYPERCARTE

<http://www-lsr.imag.fr/HyperCarte/>

*ACI Masse de données 2003-2005*

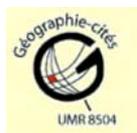
Laboratoires LSR-IMAG<sup>1</sup> et ID-IMAG<sup>2</sup>  
Laboratoires Géographie-Cité<sup>3</sup> et UMS RIATE<sup>4</sup>

1 - H. Martin, J. Gensel, M. Villanova-Oliver, B. Moisuc, O. Cuenot, C. Chabert

2 - JM. Vincent, E. Edi, S. Oulahal, D. Trystram, B. Vauthier

3 - C. Grasland, E. Dumas, H. Mathian, L. Lizzi

4 - B. Corminboeuf, N. Lambert



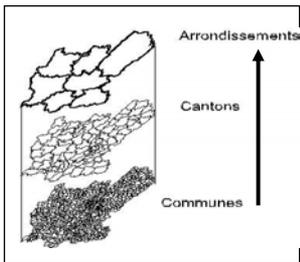
DATAR

# Plan de la présentation

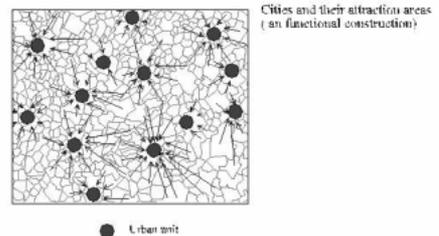
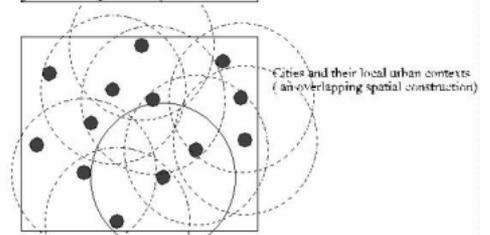
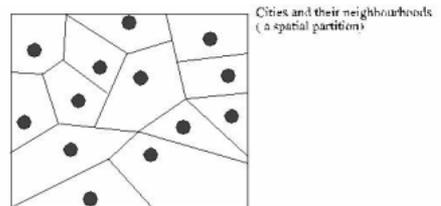
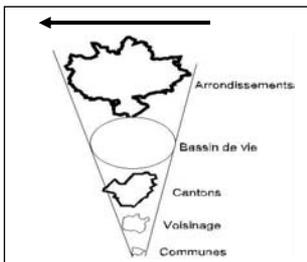
1. Problématique en géographie : aménagement du territoire
2. Projet hypercarte
3. Quelques résultats scientifiques
  - Flots de requêtes, parallélisme et cache de calcul
  - Analyse spatiale, changement d'échelle et représentation continue
  - Systèmes d'Information Géographique
4. Logiciels et mise en œuvre
5. Collaborations scientifiques
6. Perspectives au sein de l'ACI
7. Perspectives à long terme du projet HyperCarte

# Problématique: aménagement du territoire

## Appartenance à une hiérarchie administrative



## Interaction spatiale



# Problématique: outils d'analyse et de prospective

# Groupe hypercarte

## LSR-IMAG

- modélisation des données
- conception et développement d'outils dédiés(adaptation)

## Géographie-cité

- modèle d'analyse spatiale
- concepts d'intégration spatiale et de cohésion territoriale

**Concepts et outils d'analyse**  
**Interactifs**  
**Accessibles**  
**Grande masse de données**  
**Données multi-échelle**

## ID-IMAG

- modèles de calcul
- implantation de programmes parallèles

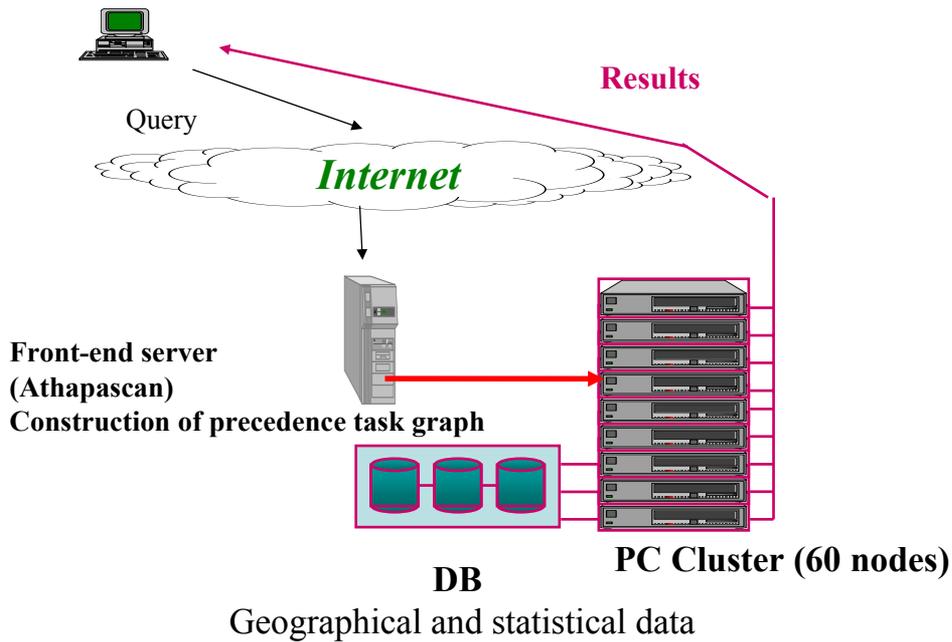
## UMS Riate

- collecte et intégration de données
- application dans le contexte européen

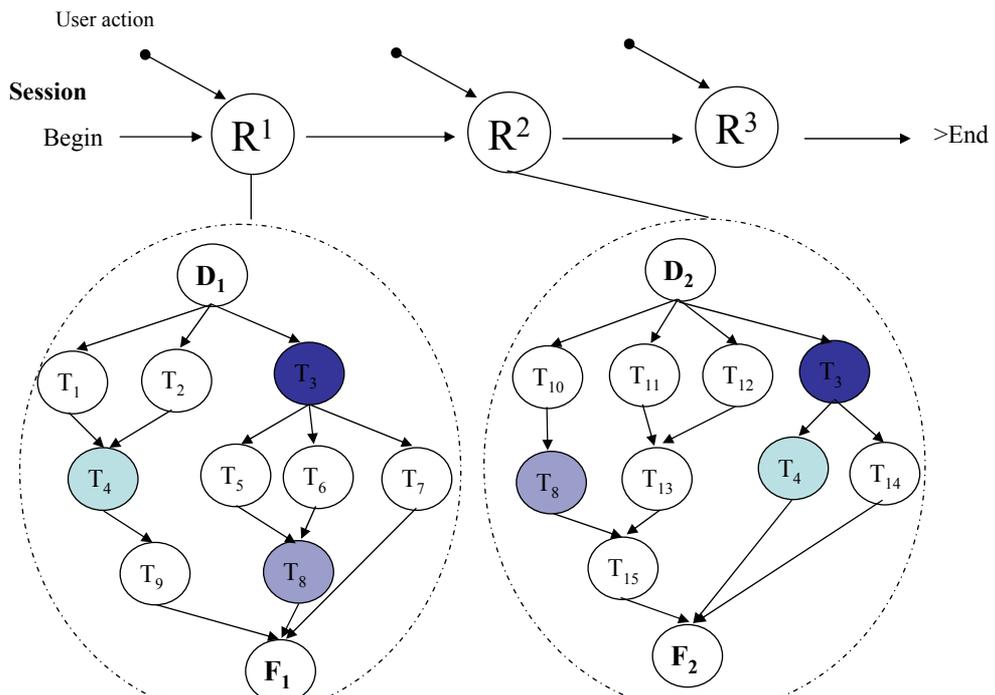
Projets et collaborations institutionnelles : Espon, AEE, MRCT

# Architecture

**Client (JAVA application or applet)**



# Session graph: successive queries



# Heuristique

Optimisation du temps de réponse utilisateur

$$T(\alpha) = \sum_{u \in \mathcal{U}} \left( \sum_i \mathbb{1}_{CC^i(\alpha)}(u) - \mathbb{1}_{non-first}(u) \right) (1 - \alpha(u))t(u)$$

Contraintes

$$(C) = \begin{cases} \sum_{u \in \mathcal{U}} \alpha(u)s(u) \leq K & \text{(capacity)} \\ \alpha(u_j) \in \{0, 1\} & \text{(integrity)} \end{cases}$$

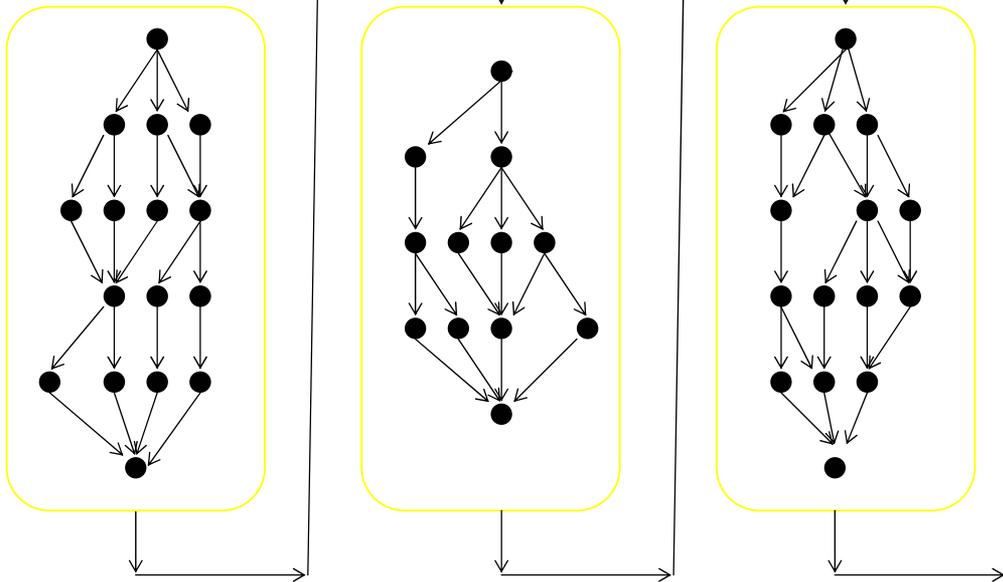
**Le problème d'optimisation du temps de réponse utilisateur sous les contraintes (C) est NP-difficile**

**Algorithme heuristique :**

1. **Calcul du chemin critique associé à chaque requête**
2. **Calcul de l'utilité de chaque tâche**
3. **Sélection de la tâche d'utilité maximale et mise en cache**
4. **Mise à jour du cache**

# Exemple

série de requêtes

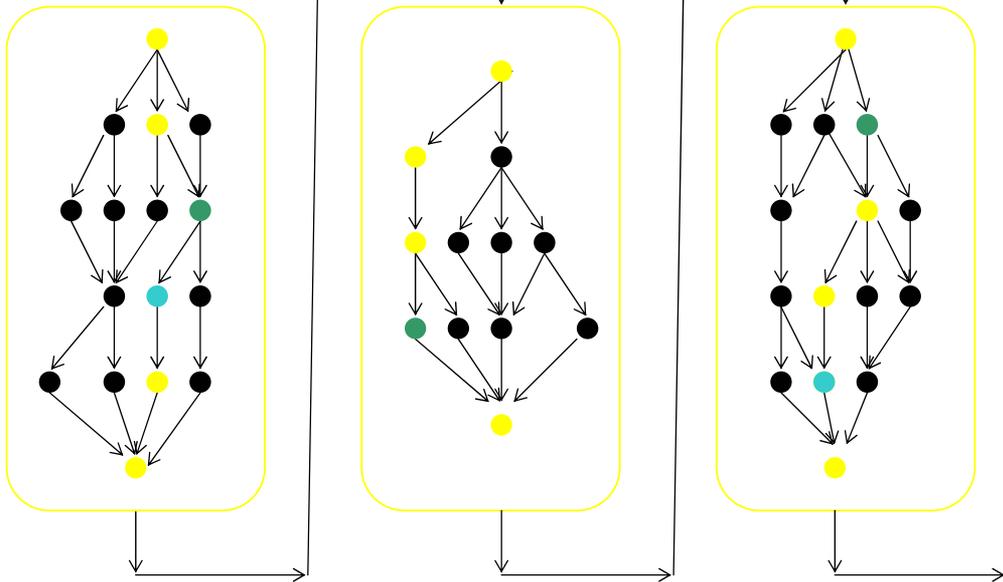




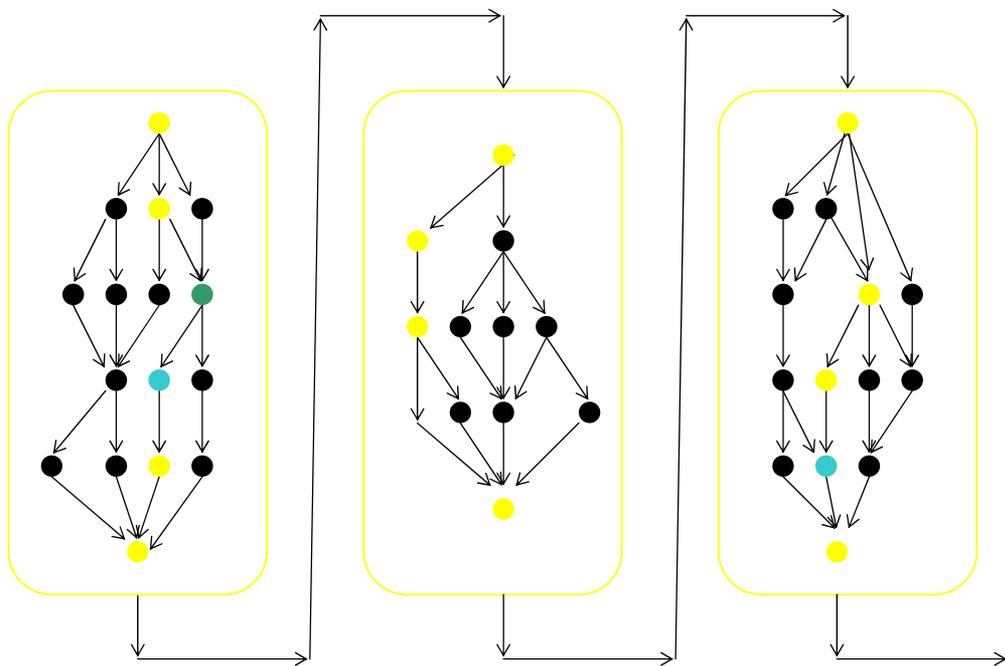


# Sélection

● tâche sélectionnée

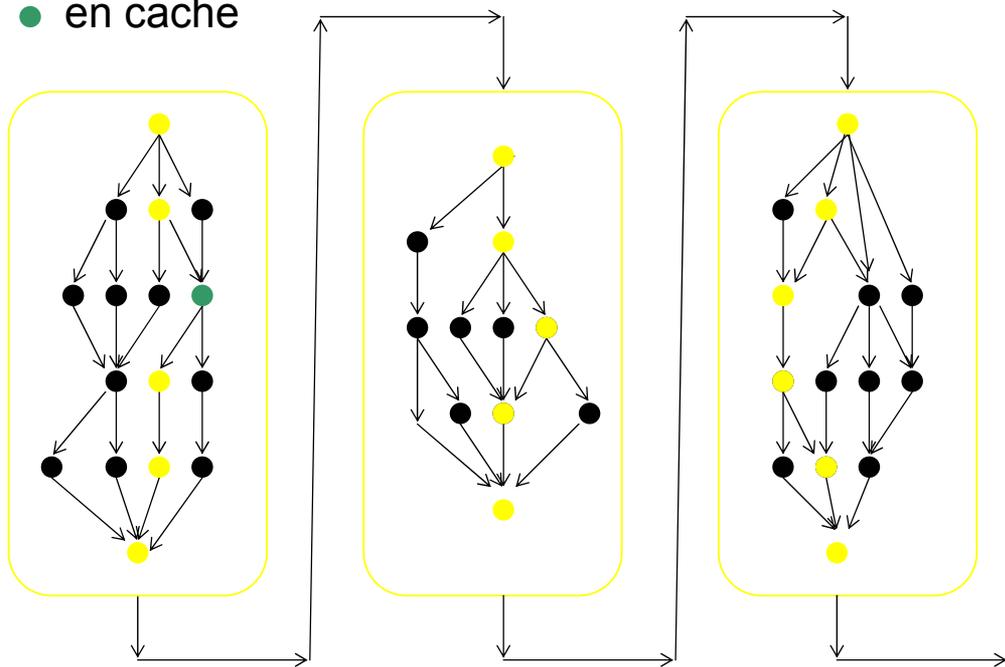


# Contraction de graphe



# Iteration: nouveau chemin critique

● en cache



# Programmation parallèle

Prototype en cours de validation

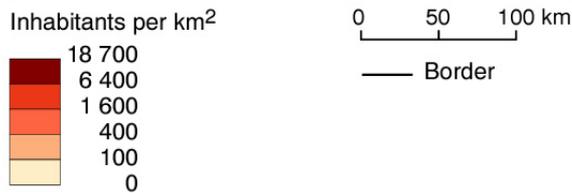
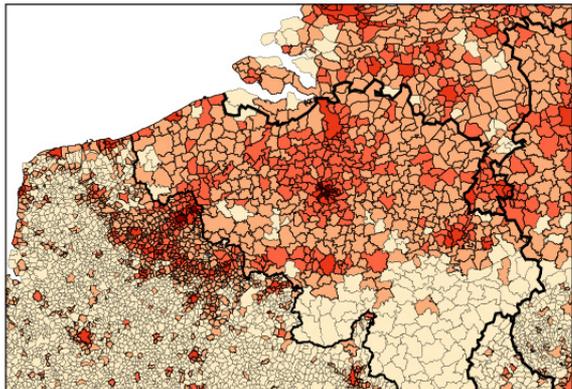
- écriture des programmes en Athapascan 1
- cache distribué CALI
- jeux de tests issus de l'application Hypercarte  
module d'analyse territoriale
- développement module d'analyse spatiale multiscalaire

Méthode de programmation intégrant les mécanismes de cache

Performance

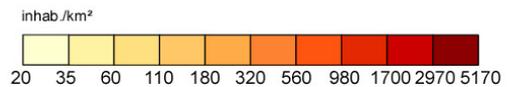
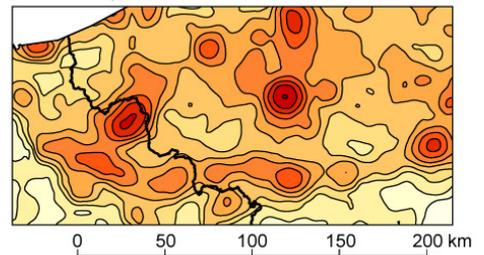
# Analyse multiscalaire

Population densities:  
Choropleth map

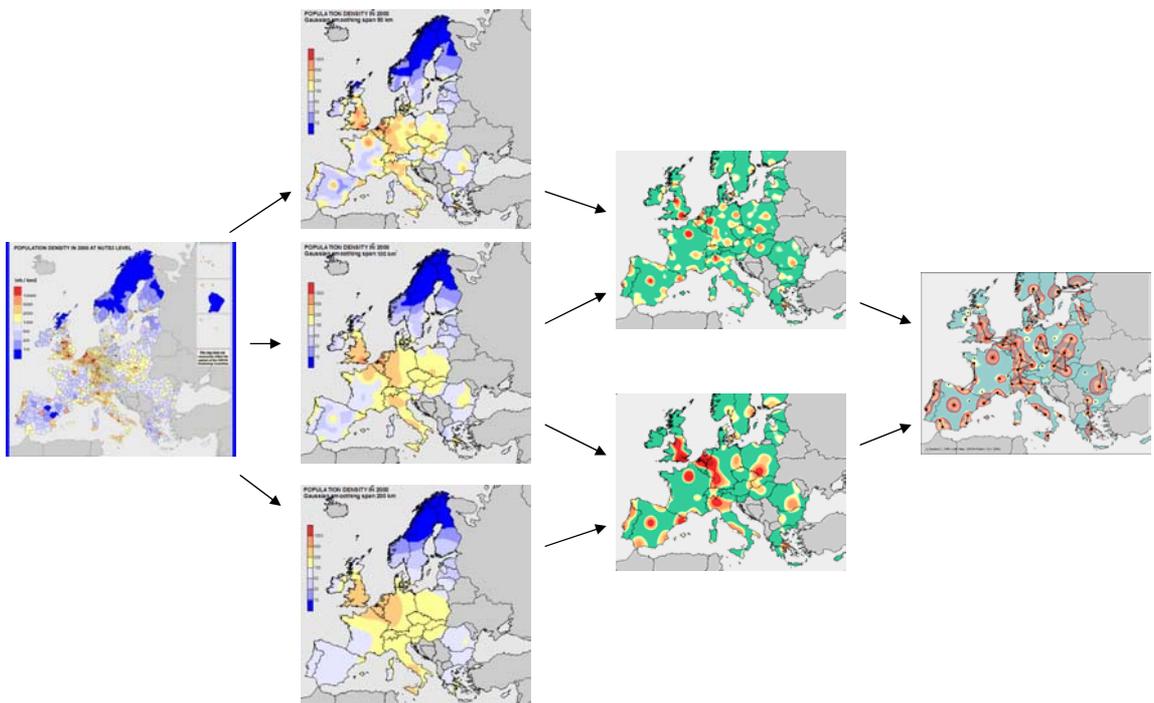


Smoothed population densities  
in a 5 km neighbourhood

Smoothed representation



# Analyse multiscalaire



# Analyse multiscalaire

## Problèmes théoriques

- lien entre mobilité, accessibilité et potentiel
- accessibilité et réseau (topologie et métrique)

## Structures de données

- décompositions quad-tree
- programme parallèle

## Passage à l'échelle

- 120 000 unités (communes européennes)
- interaction de longue portée

# Données quadri-dimensionnelles

Constat : les informations statistiques s'appuient sur 4 dimensions

(E)space : l'unité territoriale à laquelle est attachée l'information

(S)ource : l'institut qui a produit la donnée

(T)emps : la période ou l'instant de validité de l'information

(I)ndicateur : la définition thématique

## Problèmes

(in)stabilité des structures administratives

E peut avoir changé de nom, de contours

homogénéité des sources

S ne fournit pas de valeur pour E, T et I

données manquantes

Au temps T, pas de valeur présente pour E, I quel que soit S

# Données quadri-dimensionnelles

## Solutions

Méthodes d'estimation des valeurs manquantes

Pour compléter le passé

Pour prédire l'avenir

Estimations

Basées sur une dimension (E ou S ou T ou I) ou sur une combinaison de dimensions (ES, SI, ET, ETS...)

## Etapes

Production d'un modèle de données d'une Long-Term Data Base

Implémentation en PostgreSQL

Formalisation des méthodes d'estimation

Implémentation en Java d'un prototype

Validation

I : thème démographie

S : Eurostat, OMC, FAO-UN, Espon, INSEE...

# Données quadri-dimensionnelles

## EXEMPLE : méthode de type E

On note  $\varepsilon = \text{parent}(e)$ .

Cas 1)  $X(e,s,t,i)$  est défini pour toutes les unités spatiales de même niveau sous la même unité englobante  $\forall e' \text{ t.q } \text{parent}(e') = \text{parent}(e)$  et que  $e' \neq e$  et telle que  $X(e',s,t,i)$  défini, on a :

$$X(e,s,t,i) = X(\varepsilon_e,s,t,i) - \sum_{e'} X(e',s,t,i)$$

Cas 2) Il existe au moins une unité spatiale de même niveau sous la même unité spatiale englobante pour laquelle  $x(e',s,t,i)$  n'est pas défini

Cas 2.1) méthode min-max

$$X(e,s,t,i) = X(\varepsilon_e,s,t,i) - \left( \frac{\sum_{e''} X(e'',s,t,i) + X(\varepsilon_e,s,t,i) - \sum_{e'} X(e',s,t,i)}{2} \right)$$

où  $e''$  est telle que  $e = \text{parent}(e'')$  et  $X(e'',t,i)$  défini

Cas 2.2) méthode des moyennes des unités englobés

$$X(e,s,t,i) = \frac{|\text{child}(e)|}{\left| \bigcup_{e''} \{e''\} \right|} \sum_{e''} X(e'',s,t,i)$$

où  $e''$  est telle que  $e = \text{parent}(e'')$  et  $X(e'',t,i)$  défini

Cas 2.3) méthodes des moyennes des unités sœurs manquantes

$$X(e,s,t,i) = \frac{\left( X(\varepsilon_e,s,t,i) - \sum_{e'} X(e',s,t,i) \right)}{\left| \text{child}(\varepsilon_e) - \bigcup_{e'} \{e'\} \right|}$$

$\forall e' \text{ t.q } \text{parent}(e') = \text{parent}(e)$  et que  $e' \neq e$  et telle que  $X(e',t,i)$  défini

# HYPERATLAS :

## Module d'Analyse Territoriale

### Données

- Espace divisé en une hiérarchie d'unités territoriales (NUTS)
- Valeurs de stock (population, richesse, surface...) pour les unités élémentaires
- Description géométrique des unités et de leurs relations

### Requête

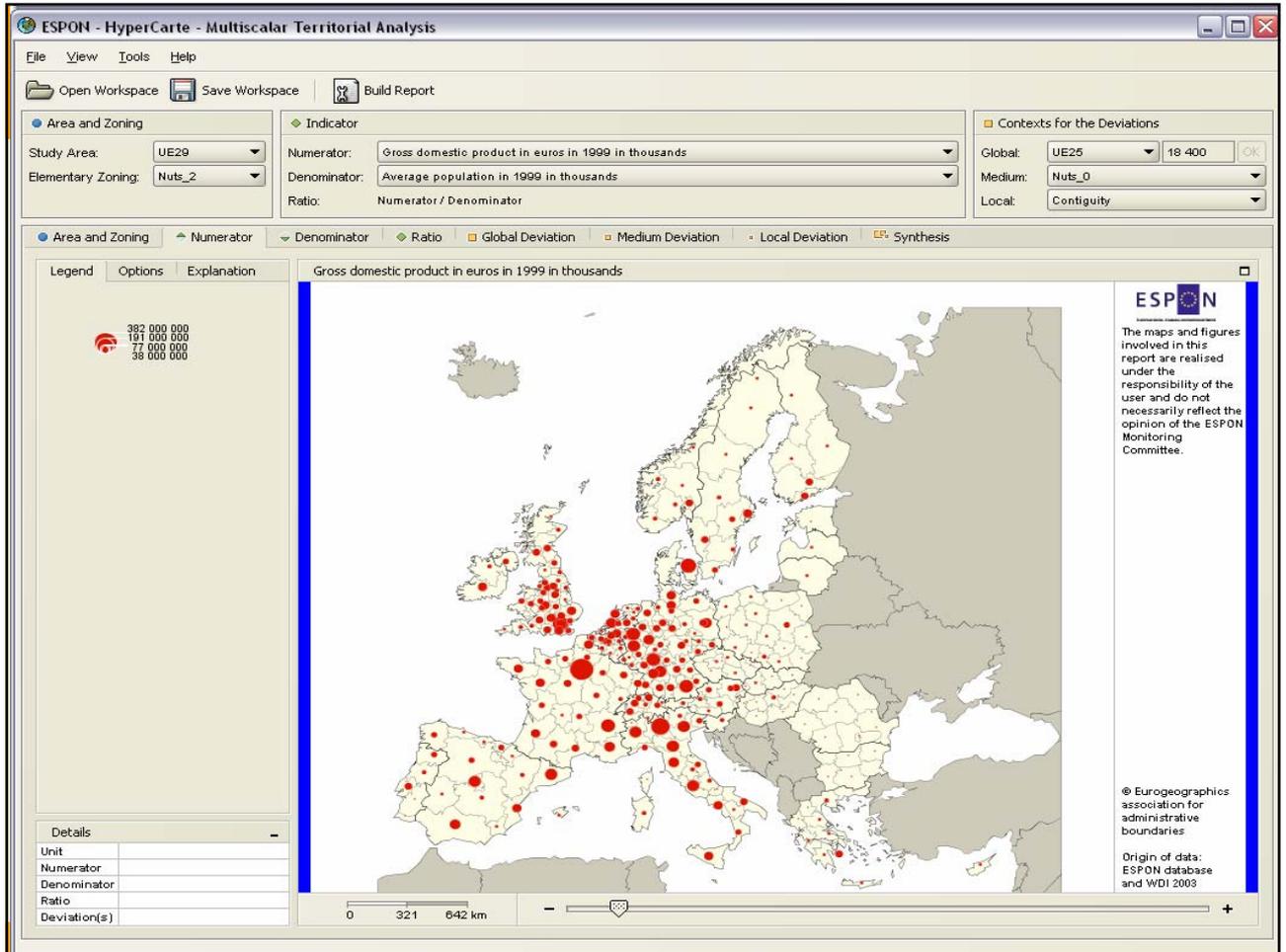
- Définition d'un espace d'étude (Europe à 25)
- Définition d'un espace de référence (découpage Nuts 3)
- Choix des indicateurs statistiques à visualiser

### Calcul

- Agrégation/désagrégation d'unités
- Calcul des variables statistiques associées
- Calcul des relations de voisinage
- Calcul des déviations

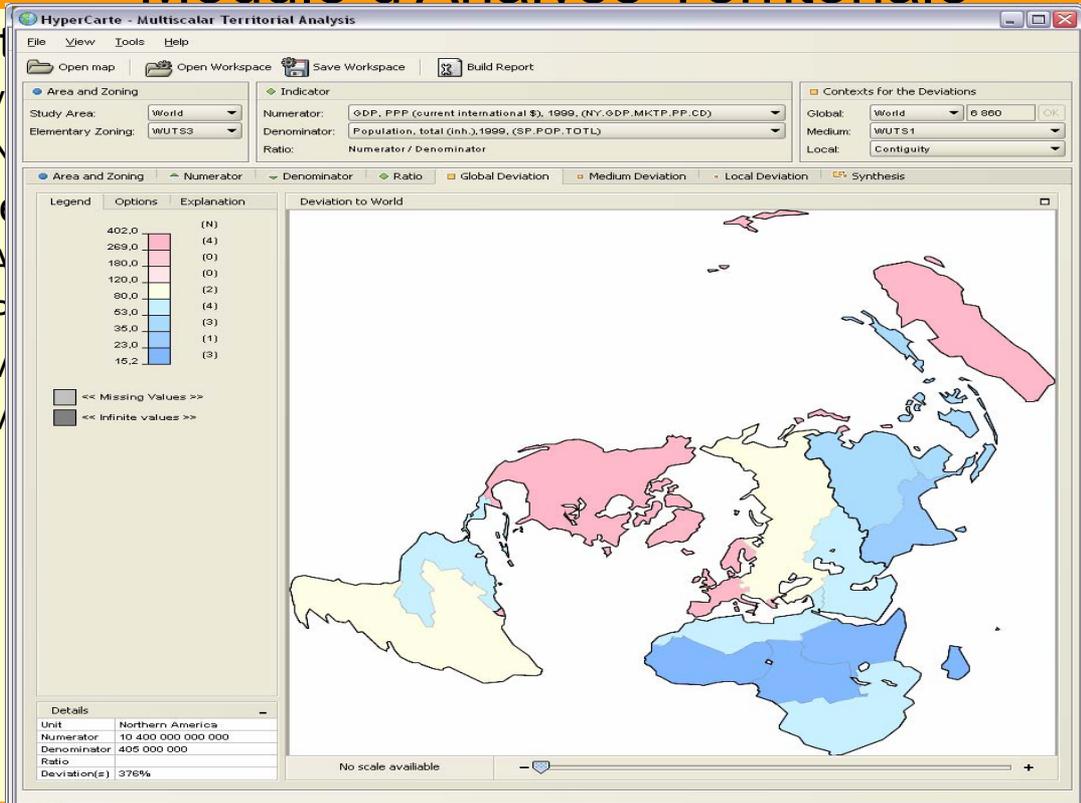
### Résultat

- Ensemble de cartes permettant de visualiser les indicateurs et les déviations
- Carte de synthèse
- Interface permettant de naviguer sur ces cartes et de modifier l'aspect graphique



# HYPERATLAS : Module d'Analyse Territoriale

Sept  
V  
N  
Nov  
A  
F  
V  
V



# HYPERADMIN :

## Module d'Administration

### Objectifs

Permettre à des utilisateurs d'étendre HYPERATLAS avec leurs propres données

Fichier de contours géométriques (fond de cartes) au format MIF./MID

Fichier d'indicateurs associés aux unités territoriales au format .txt ou .xls

Réutilisation, modification, création

Vérification de la cohérence

Affichage des données manquantes

Gestion de groupes d'utilisateurs

Limitation de l'accès à certaines données

Interface basée sur celle d'HYPERATLAS

Sauvegarde dans une base de données (PostgreSQL)

Production d'un fichier sérialisé lisible par HYPERATLAS

# Collaborations scientifiques

## Analyse de données socio-économiques

- Cameroun, Tunisie, Roumanie

## Aménagement de l'espace Européen

- Adaptation de Hyperatlas (European Spatial Planning Observation Network)
- Long term database (Espon)
- Modifiable Area Unit Problem (Espon)
- Adaptation de Hyperatlas aux données environnementales (Agence Européenne de l'Environnement)

## Résultat

Ensemble de cartes permettant de visualiser les indicateurs et les déviations

Carte de synthèse

Interface permettant de naviguer sur ces cartes et de modifier l'aspect graphique