



## Simulation intégrée de modélisations hétérogènes à l'aide d'une infrastructure de données spatiales (exemple du projet Eval-PDU)

**Patrice Mestayer, Gwendall Petit et Erwan Bocher**  
Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville  
IRSTV, FR CNRS 2488, Nantes ([www.irstv.fr](http://www.irstv.fr))

Contact : [prenom.nom@ec-nantes.fr](mailto:prenom.nom@ec-nantes.fr)



**FR CNRS 2488**  
Institut de Recherche  
en Sciences et Techniques de la Ville

Les Plans de Déplacements Urbains (PDU) sont l'outil principal dont disposent les collectivités locales pour une meilleure maîtrise de la mobilité.

Les objectifs en termes énergétiques et d'émissions ont été renforcés par le Grenelle de l'Environnement.

L'évaluation des PDU est maintenant obligatoire, ainsi que leurs incidences environnementales.

- Recherche méthodologique, pluridisciplinaire,
- Méthode d'évaluation des impacts pluri-factoriels basée sur des modèles à base physique des facteurs environnementaux (trafic, consommation, GES, polluants atmosphériques, bruit) et des modèles statistiques de leurs conséquences socio-économiques.

Partenaires :

- IRSTV, CNRS



- GEPEA / EMN



- Air Pays de la Loire

- IM, IFSTTAR Nantes, LTE et UMRESTTE, IFSTTAR Lyon



- CETE de l'Ouest



- LEMNA et DCS, Université de Nantes



- Lab'Urba, IUP-ParisEst



UNIVERSITÉ DE NANTES

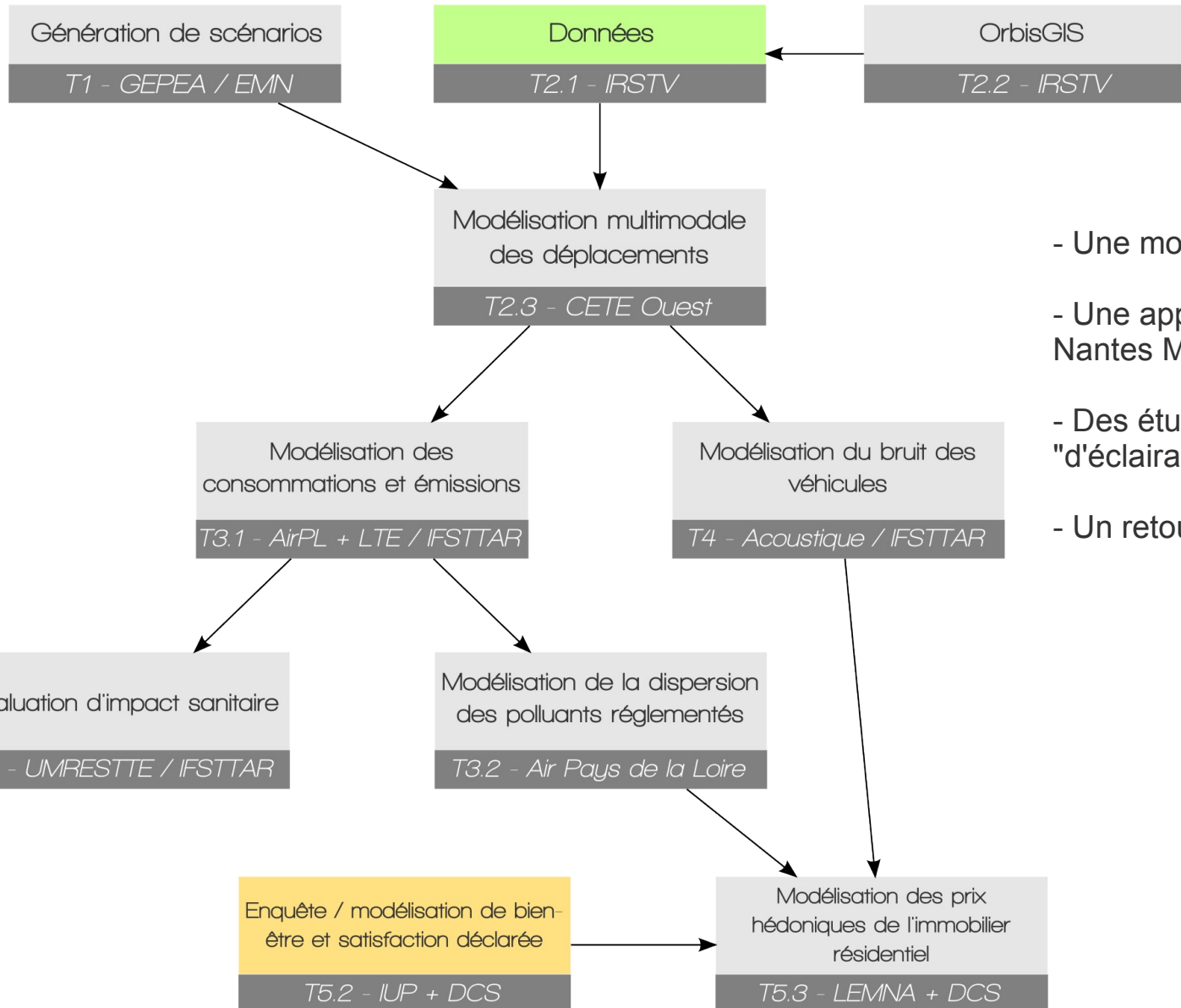
En partenariat avec Nantes Métropole



Projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche (1 078 k€) du 1/1/2009 au 30/6/2012 (budget total : 2 433 k€)

Labellisation par le Pôle Génie Civil Ecoconstruction (NovaBuild)

# Objectifs et positionnement du projet



- Une modélisation "en cascade"
- Une application-test au PDU de Nantes Métropole
- Des études complémentaires "d'éclairage" social et juridique
- Un retour d'expérience prospectif

Mener une étude en pluridisciplinarité large (ingénierie, environnement, géomatique, économie, sociologie, droit), entre partenaires universitaires et opérationnels,

→ avec de véritables réflexions interdisciplinaires associant les acteurs (services et élus) de la collectivité territoriale.

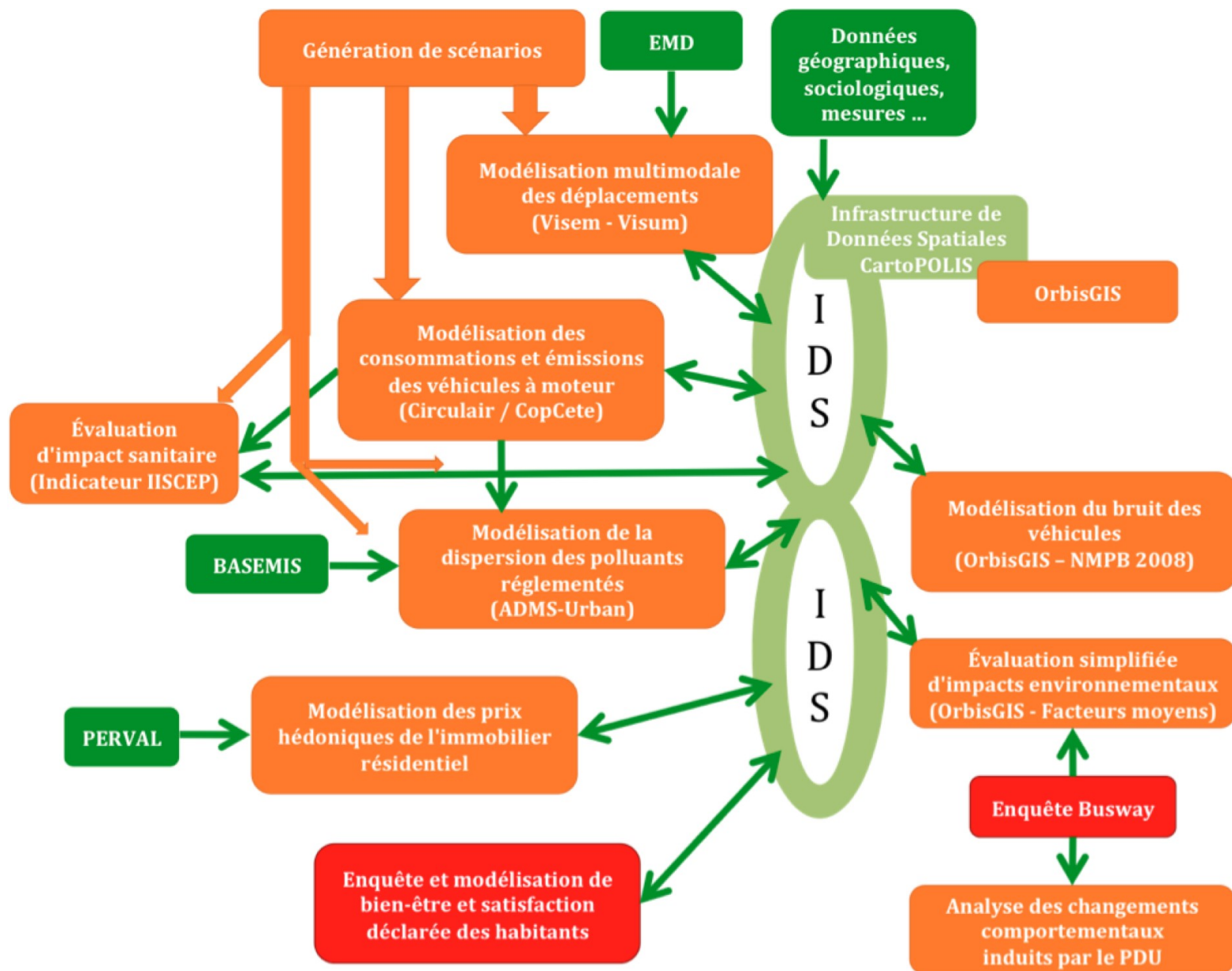
Associer des modèles "commerciaux" et des développements spécifiques dans un ensemble cohérent.

Assurer une gestion harmonieuse et cohérente des données:

→ acquisition des données de scénarios,

→ et transmission entre les étages de modélisation.

# Un système de modélisations reliées par une infrastructure de données spatiales



## Contexte

Une multitude de données

- différents types (données spatiales ou non)
- de différents producteurs
  - *IGN, Nantes Métropole, CETE, AirPL, ...*
- à différentes échelles (spatiales et temporelles)
  - *Du département au bâtiment / de l'année à la minute*
- différents systèmes de projections
  - *Lambert 2, Lambert 2 Étendu, Lambert 93*
- différents droits (utilisation, diffusion, ...)

## Besoins

### Stockage

→ disposer d'une plate-forme commune pour stocker les données

### Description

→ disposer d'un langage commun pour décrire les données

### Analyser

→ disposer de méthodes communes pour interroger les données

### Diffusion

→ disposer d'un médiateur commun pour diffuser les données et les résultats des travaux



## Besoin

**Stocker / Décrire / Analyser / Diffuser**

=

**Stocker / Cataloguer / Diffuser**



Concept d'Infrastructure de Données Spatiales (IDS)

## IDS

Une IDS est un système d'information qui permet, à travers différents outils logiciels, de **stocker**, **cataloguer** et **diffuser** de l'information géographique.

Basés sur des standards et des normes de l'Open Geospatial Consortium (OGC) ou de l'International Organization for Standardization (ISO), les outils d'une IDS permettent par exemple de publier une information structurée et interopérable à travers des flux (de métadonnées ou de données).



→ Faciliter l'utilisation et le partage des données à références spatiales entre organismes / utilisateurs.

## IDS ... et le contexte européen



<http://inspire.ec.europa.eu/>

La directive INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*) (2007).

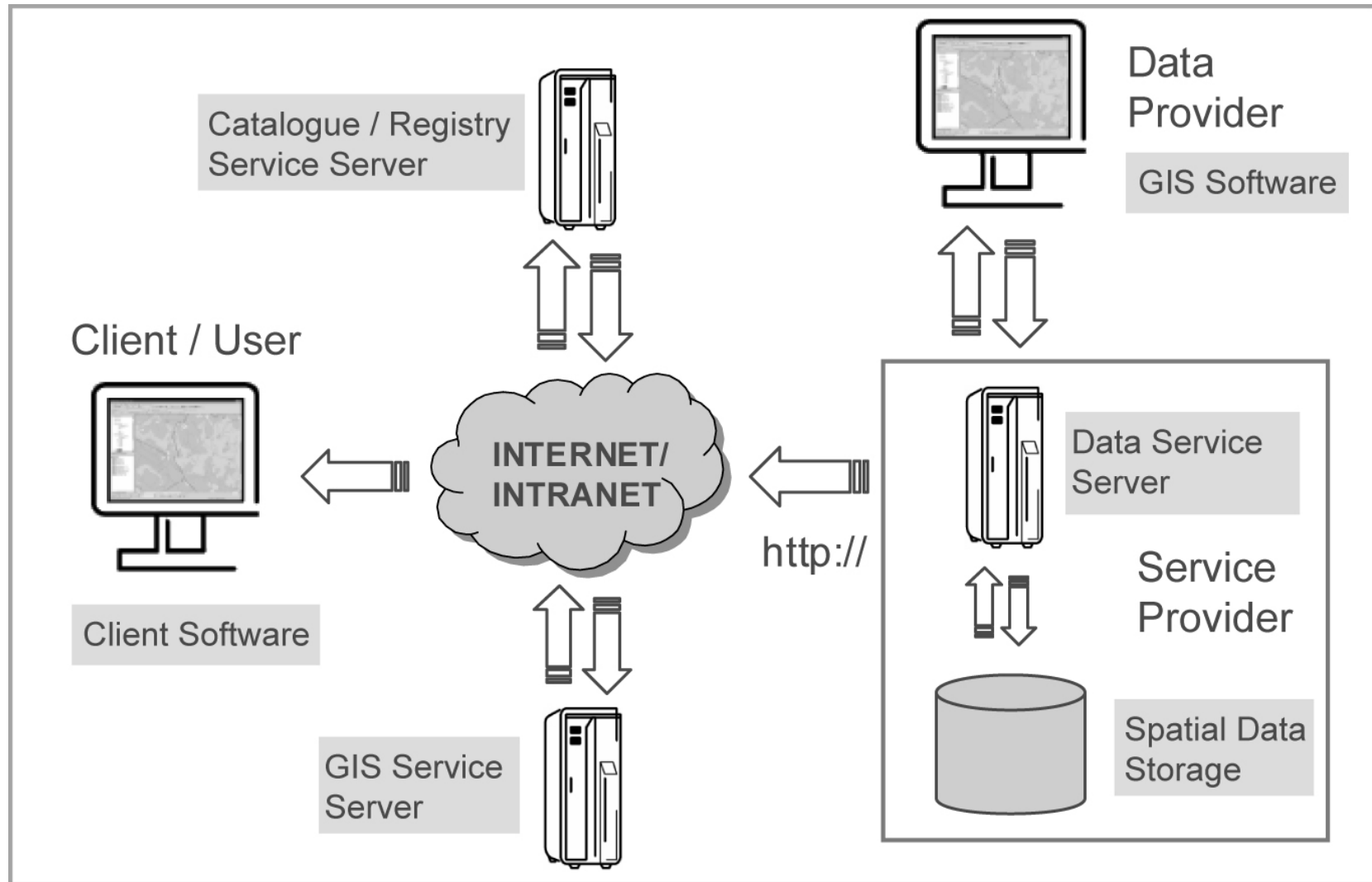
→ Les données géographiques doivent être **collectées une seule fois** afin d'éviter la **duplication**, puis stockées, mises à disposition et actualisées par l'autorité la plus compétente.

→ Il doit être possible de **combiner** facilement et de manière cohérente des informations géographiques provenant de différentes sources à travers l'Europe, et de les **partager** entre différents utilisateurs et applications.

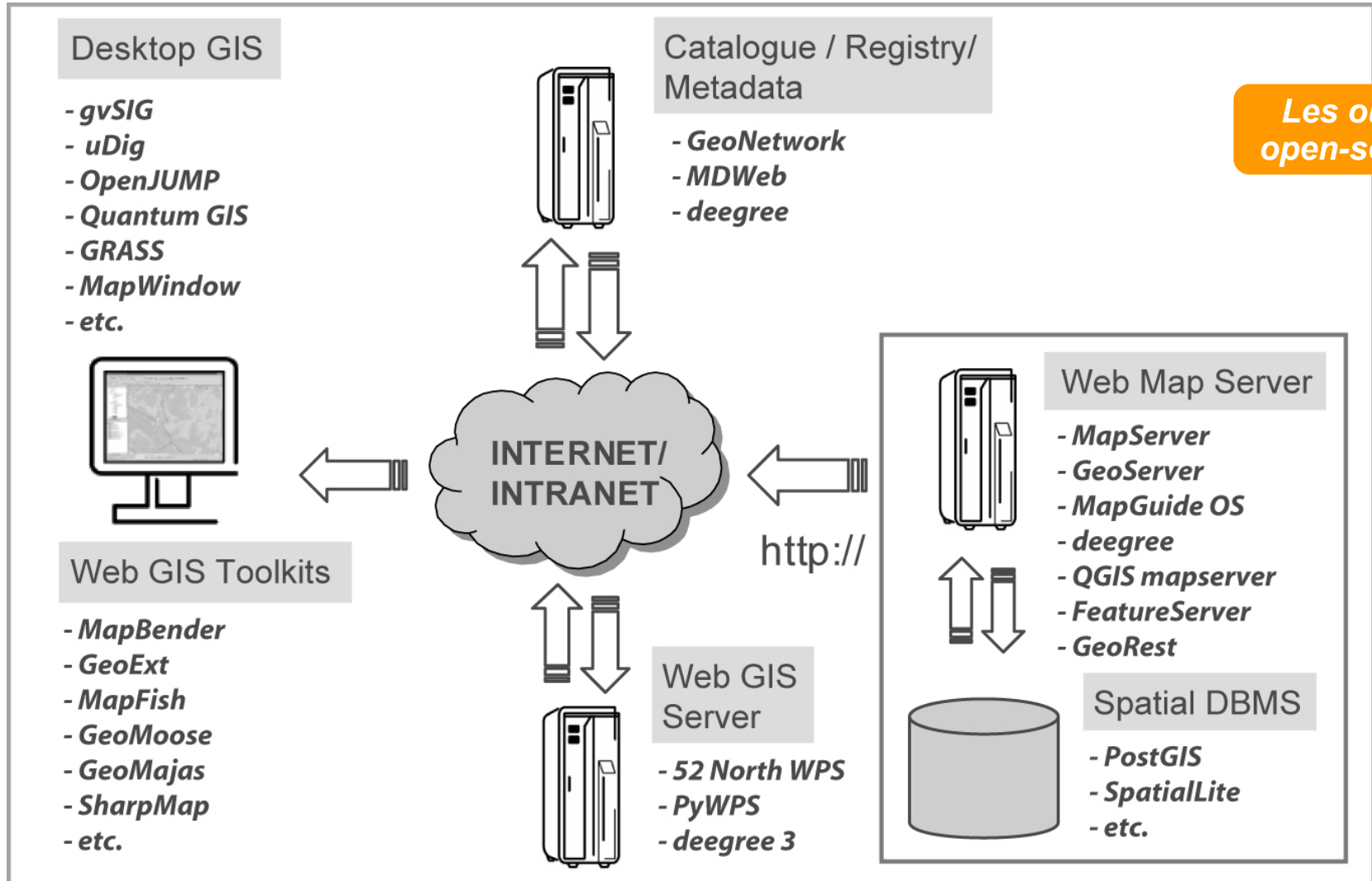
→ Une information collectée par une autorité publique doit pouvoir être partagée par l'ensemble des autres organismes publics, quel que soit leur niveau hiérarchique ou administratif, par exemple des données de détail pour des enquêtes fines, et des informations générales pour des sujets stratégiques.

→ L'information géographique doit être **disponible** dans des conditions qui ne fassent pas indûment obstacle à une utilisation extensive.

→ Il doit être facile de **connaître** quelles sont les informations géographiques disponibles, à quels besoins particuliers elles peuvent répondre, et sous quelles conditions elles peuvent être acquises et utilisées.



Source : Steiniger, S., and Hunter, A.J.S. (2012) Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure. In E. Bocher and M. Neteler (eds): Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century: Proceedings of the first Open Source Geospatial Research Symposium, 2009, LNG&C, Springer, Heidelberg, pp. 247-261



Source : Steiniger, S., and Hunter, A.J.S. (2012) Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure. In E. Bocher and M. Neteler (eds): Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century: Proceedings of the first Open Source Geospatial Research Symposium, 2009, LNG&C, Springer, Heidelberg, pp. 247-261

## CartoPOLIS, l'IDS de l'IRSTV



EvalPDU a amené la création de notre propre IDS.

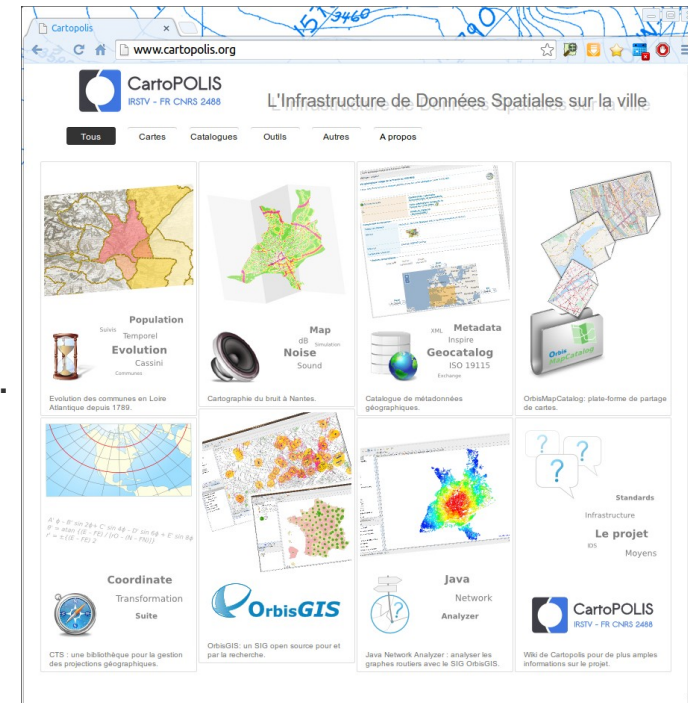
Basée sur des solutions open-source (philosophie de l'Atelier SIG et cohérence avec les valeurs de développement durable de l'IRSTV).

Pour diffuser les connaissances

- en interne, aux membres d'un projet spécifique,
- en interne, entre différents projets,
- en externe, pour d'autres chercheurs ou bien pour le grand public.

→ A la fois un outil de capitalisation et de valorisation.

Un point d'entrée unique : [www.cartopolis.org](http://www.cartopolis.org)



## Stocker



Outil → **Système de Gestion de Bases de Données (Relationnelle)**  
– **SGBD(R) (PostgreSQL / PostGIS)**

- Chaque donnée est stockée dans une table (*un tableau*)
  - La table appartient à un schéma (*un dossier*)
  - Le schéma est dans une base de donnée

La base de donnée permet notamment :

- de rendre accessible les informations à n'importe qui, pour peu qu'il dispose d'une connexion internet,
- de ne pas dupliquer les informations sur différentes machines (pc, serveur, ...),
- de gérer les droits sur les données (lecture / écriture / administration),
- de définir des contraintes d'intégrité (ex. la valeur d'un champ ne doit pas dépasser tel seuil, ...)

- ec-nantes.fr:5432)
  - Bases de données (5)
    - geonetwork-cartopolis
    - postgres
    - risingdb
      - Catalogues (2)
      - Extensions (3)
      - Schémas (15)
        - historic
        - pr\_avupur
        - pr\_communes
        - pr\_evalpdu
          - Collationnements (0)
          - Domaines (0)
          - Configurations FTS (0)
          - Dictionnaires FTS (0)
          - Analyseurs FTS (0)
          - Modèles FTS (0)
          - Fonctions (0)
        - Séquences (37)
        - Tables (62)
          - cete\_trafic\_avg\_fluxzones\_44
          - cete\_trafic\_bustram\_speed\_44
          - cete\_trafic\_hcj\_bustram\_44
          - cete\_trafic\_hcj\_fluxzones\_44
          - cete\_trafic\_hcj\_queue\_44
          - cete\_trafic\_hcj\_tron\_44
          - cete\_trafic\_hcn2\_bustram\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcj\_fluxzones\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcj\_queue\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcj\_tron\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcn\_fluxzones\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcn\_queue\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hcn\_tron\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hpm\_fluxzones\_44
          - cete\_trafic\_ref2002\_hpm\_queue\_44

Propriétés	Statistiques	Dépendances	Objets dépendants
Propriété	Valeur		
Nom	iris2008_lden2008_nantes		
OID	118542		
Propriétaire	gpetit		
Tablespace	pg_default		
ACL			
De type			
Clé primaire	<pas de clé primaire>		
Lignes estimées	97		
Facteur remplissage			
Lignes comptées	97		
Hérite de tables	Non		
Nombre de tables héritées	0		

```

Panneau SQL
-- Table: pr_evalpdu.iris2008_lden2008_nantes
-- DROP TABLE pr_evalpdu.iris2008_lden2008_nantes;
CREATE TABLE pr_evalpdu.iris2008_lden2008_nantes
(
  id bigint,
  "REG" character varying,
  "DEP" character varying,
  "UU2010" character varying,
  "COM" character varying,
  "LIBCOM" character varying,
  "TRIRIS" character varying,
  "GRD_QUART" character varying,
  "LIBIRIS" character varying,
  "TYP_IRIS" character varying,
  "MODIF_IRI" character varying,
  "LAB_IRIS" character varying,
  "POP" character varying,
  id_iris bigint,
  noise50 double precision,
  noise50_55 double precision,
  noise55_60 double precision,
  noise60_65 double precision,
  noise65_70 double precision,
  noise70_75 double precision,
  noise75 double precision,
  noise68 double precision,
  the_geom geometry(MultiPolygon,2154),
  )
    
```

	id bigint	REG charac	DEP charac	UU2010 character	COM charac	LIBCOM character	TRIRIS character	GRD_QUART character va	LIBIRIS character var	TYP_IRIS character \	MODIF_IRI character \	LAB_IRIS character \	POP character \	id_iris bigint	noise50 double pre	noise50_55 double pre	noise55_60 double pre	noise60_65 double pre	noise65_70 double pre	noise70_75 double pre	noise75 double pre	noise68 double pre	
1	5	52	44	44701	44109	Nantes	440551	4410901	Bretagne	H	00	1	1718	441090105	52.189715	8.6637542	40.178848						
2	33	52	44	44701	44109	Nantes	440631	4410904		H	00	1	2209	441090405	219.092336	217.930855	173.74362						
3	36	52	44	44701	44109	Nantes	440631	4410904	Bellamy-BarbH	00	00	1	3138	441090408	1107.8363	309.33967	108.66649						
4	43	52	44	44701	44109	Nantes	440661	4410905	Coulmiers-JaH	00	00	1	3915	441090505	577.99373	691.47294	95.613584						
5	56	52	44	44701	44109	Nantes	440691	4410907	Rte de VanneH	00	00	1	3526	441090703	897.95515	311.33719	165.11596						
6	26	52	44	44701	44109	Nantes	440611	4410903	Mellinet	H	00	1	1997	441090309	578.08526	372.60279	234.36480						
7	3	52	44	44701	44109	Nantes	440541	4410901	Graslin-CommH	00	00	1	4821	441090103	78.905705	124.68184	616.45553						
8	4	52	44	44701	44109	Nantes	440541	4410901	Guist'hau	H	00	1	2917	441090104	27.019335	105.71366	147.00631						
9	57	52	44	44701	44109	Nantes	440701	4410907		H	00	1	3376	441090705	1074.5848	494.95995	189.60245						



## Cataloguer



### Outil → Catalogue de métadonnées (Geonetwork)

- Chaque donnée est décrite à travers une fiche de métadonnée
  - La fiche de métadonnée respecte une structure, définie par une norme (ISO 19115 pour l'information géographique)

## Métadonnée

*« Les métadonnées peuvent être définies comme toutes les informations que l'on peut recueillir et mettre à disposition pour décrire une ressource. Par ressource la norme entend les biens ou moyens qui satisfont une exigence [EN ISO 19115]. »*

La ressource désigne l'objet sur lequel porte les métadonnées, exemple :

- un jeu de données (géographique ou non),
- un service (ex : la diffusion d'une carte sur un globe 3D via internet),
- un document (ex : un rapport en .pdf).

## Cataloguer

Le catalogue permet notamment :

- de décrire tout type de données, même sans rapport avec le spatial,
- de gérer la visibilité de la fiche (*public, restreint à un groupe, interne, ...*),
- de gérer les droits sur les métadonnées (*lecture / écriture / commentaire / administration*),
- de définir des contraintes d'intégrité (*ex. une fiche comportant le mot clé « Loire Atlantique » ne pourra pas avoir comme emprise spatiale la France, ...*)
- de moissonner d'autres catalogues



**Carte géologique image de la France au 1/50 000e**

BD Scan-Géol-50 est la base de données géoréférencées des cartes géologiques 'papier' à 1/50 000

<b>Services associés</b>	GéoServices : géologie, hydrogéologie et gravimétrie
	Carte géologique image de la France au 1/50 000e
	SCAN_D_GEOL50 (MetadataURL)

**Comprendre la ressource**

Date(s) de référence	2013-07-31T00:00:03 (Révision: Date à laquelle la ressource est révisée)
Aperçus	
Mots clés	Géologie, INSPIRE:Geology
Langue de la ressource	

**Emprise géographique**

WGS 84 / RGF93 / Lambert-93 / Google / Mercator

Nord: 52,16720  
Ouest: -12,20640  
Est: 11,89400

**CartoPolis - Infrastructure de Données Spatiales - IRSTV FR CNRS 2488**

**Zones des départs et destinations des flux de personnes - 2008**  
Carte des zones de départ et de destination créées sur la base des communes et des IRIS, pour la représentation des flux de personnes au départ du domicile, tous segments de population, tous modes de transport, en situation 2008, de 6 heures à 9 heures. Zones créées sur la base des communes et des IRIS. Données produites par ...  
TRANSPORT, FLUX, EVALPOU, LOIRE-ATLANTIQUE, TRANSPORTATION

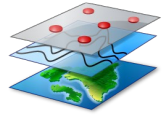
**Matrice des flux de personnes au départ du domicile - 2008**  
Tableau des zones de départ, zones de destination, et des flux de personnes au départ du domicile, tous segments de population, tous modes de destination, tous modes de transport, en situation 2008, de 6 heures à 9 heures. Données produites par le CETE de l'Ouest dans le cadre de l'ANR EvalPOU ...  
TRANSPORT, FLUX, EVALPOU, LOIRE-ATLANTIQUE, TRANSPORTATION

**Réseau routier de référence - 2008**  
Réseau routier de référence, datant de 2008, ayant servi aux simulations du trafic routier. Données produites par le CETE de l'Ouest dans le cadre de l'ANR EvalPOU ...  
TRANSPORT, RESEAU ROUTIER, TRAFIC, EVALPOU, LOIRE-ATLANTIQUE, TRANSPORTATION

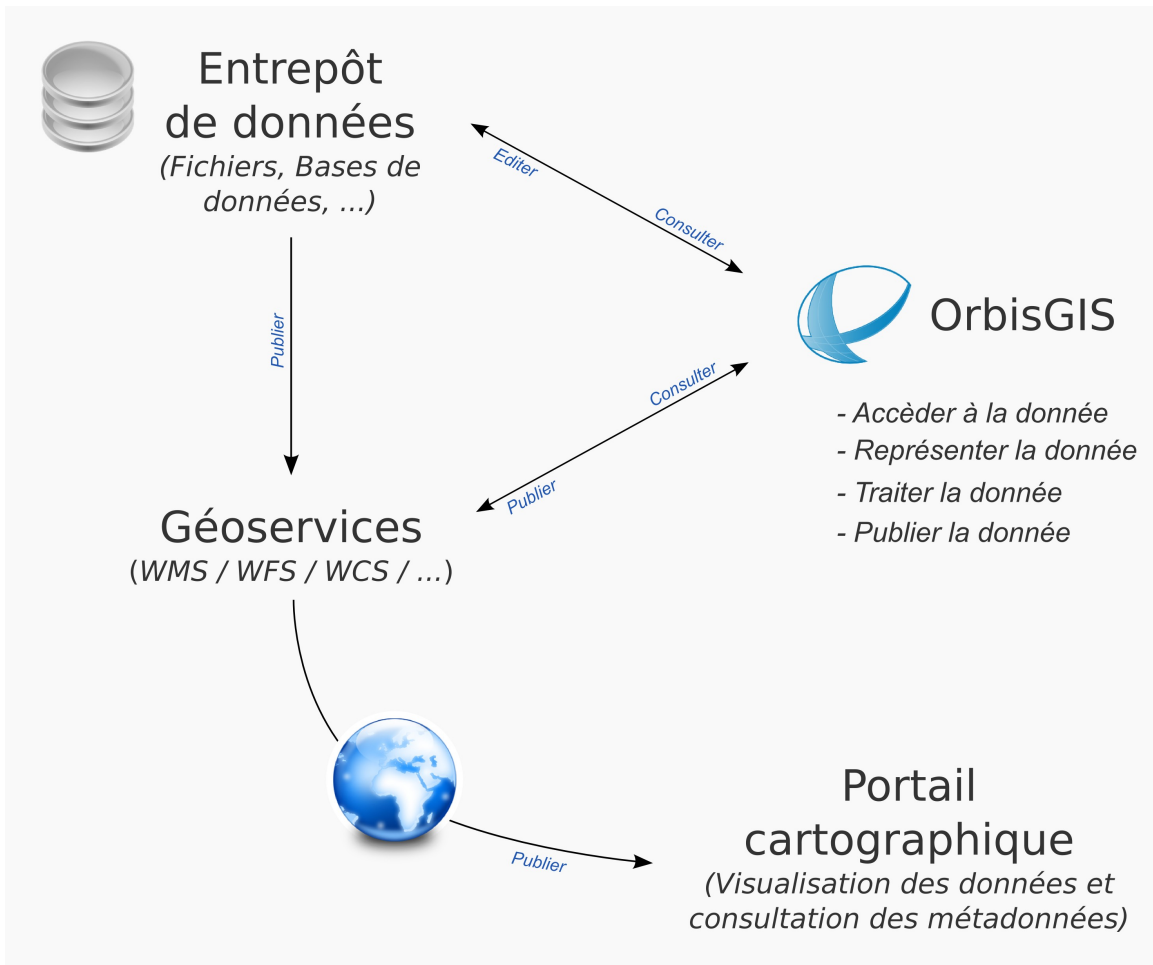
**Localisation de l'usine de déchets de Nantes Métropole.**  
Représentation ponctuelle de la localisation de l'usine de déchets de Nantes Métropole. Donnée produite par l'atelier SIG de l'IRSTV dans le cadre de la T3c5 - "Implications socio-économiques des effets du bruit et la qualité de l'air" de l'ANR EvalPOU ...  
TRANSPORT, DECHETS, AEROPORT, EVALPOU, NANTES METROPOLE, LOCATION

**Localisation des gares de Nantes Métropole.**

## Analyser

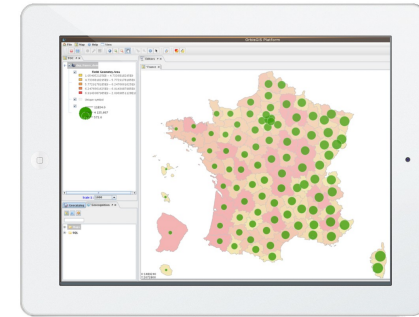
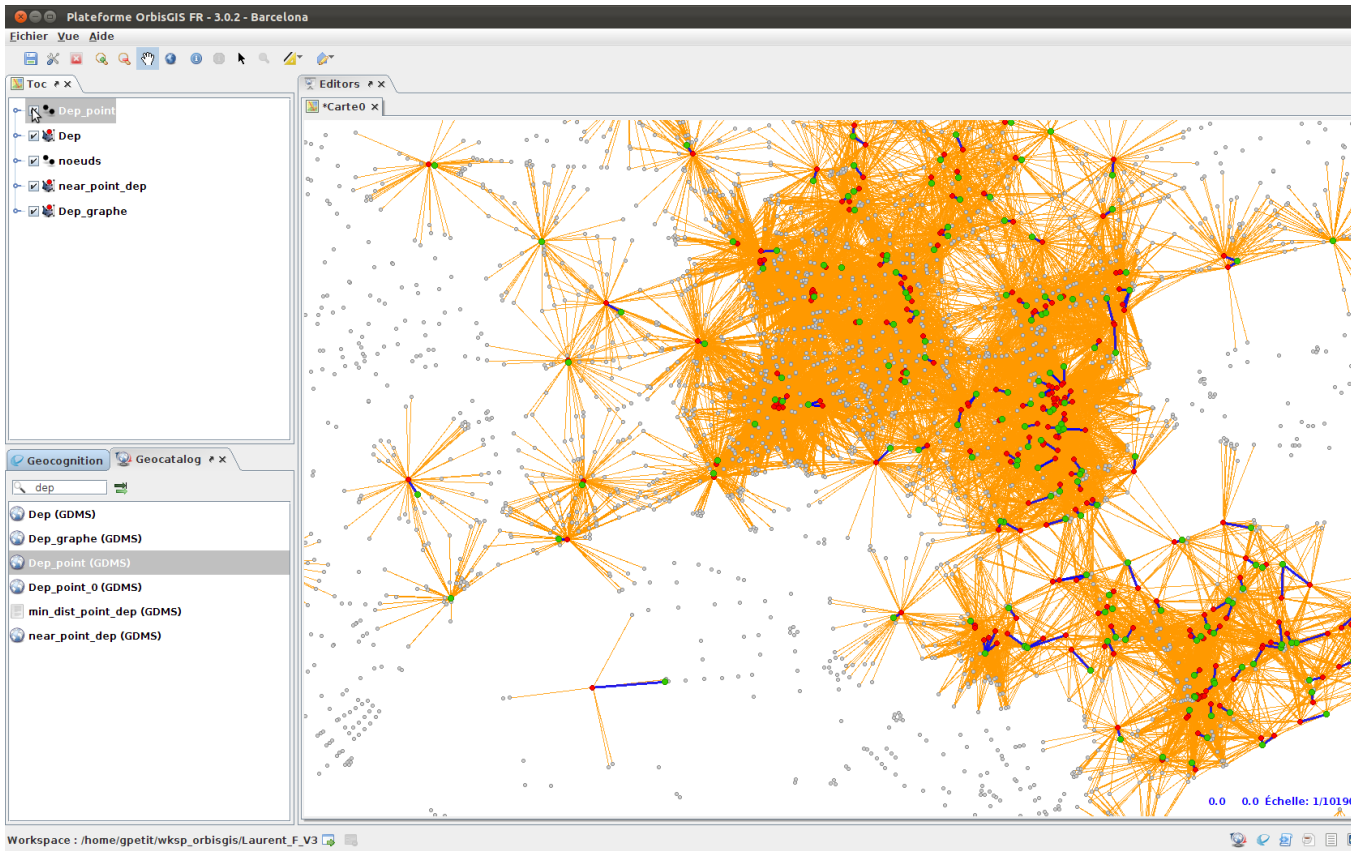


## Outil → Système d'Information Géographique (SIG) (OrbisGIS)



- par et pour la recherche
- open-source
- développé à l'IRSTV
- depuis 2007
- 100 % Java (multi OS)
- [www.orbisgis.org](http://www.orbisgis.org)

## Analyser avec OrbisGIS



Sur Linux, Windows et Mac

Manipulation des données à l'aide du langage SQL Spatial

→ une syntaxe standardisée (Simple Feature SQL de l'OGC) et utilisée par tous.

```
SELECT ST_BUFFER(the_geom, 200) as the_geom FROM ROUTE ;
```

## Diffuser



### Outil → Serveur cartographique (Geoserver)

→ L'information géographique stockée dans la base de données est transformée en un flux internet, consultable dans un navigateur (carte interactive) ou bien dans un outil SIG.

→ Le flux, est basé sur des standards de l'OGC

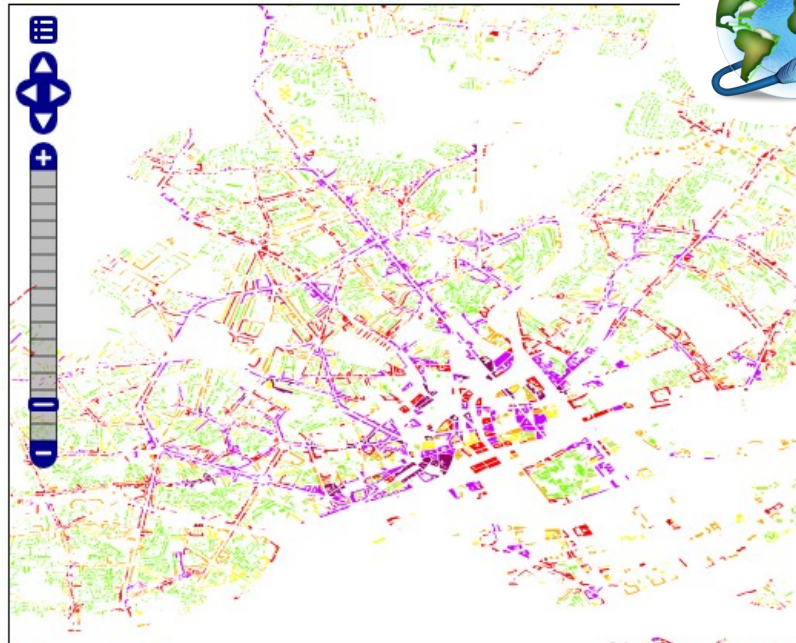
- Web Map Service (WMS) : la donnée est convertie en image
- Web Feature Service (WFS) : la donnée est diffusée sous forme de géométries
- Web Coverage Service (WCS) : pour la diffusion de grosses images (ex. satellites)
- ...

Avantages du serveur cartographique :

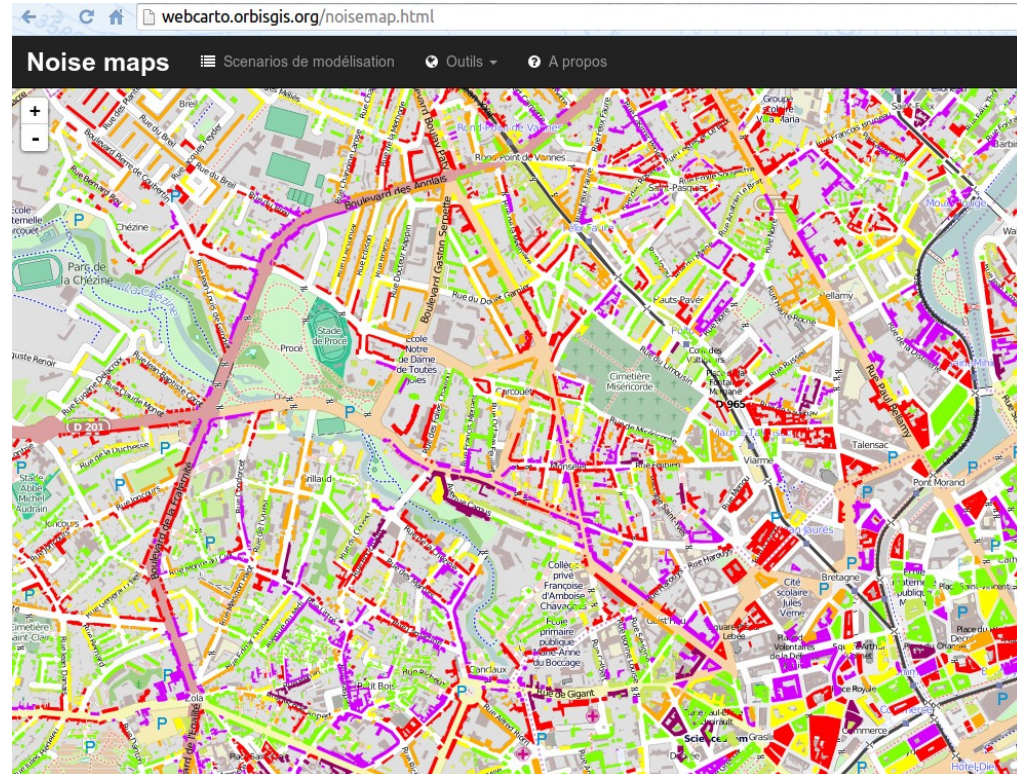
- Un seul flux pour différents supports (PC, tablette, smartphone, ...)
- Définition de style(s) de publication

→ travail sur la norme Symbology Encoding à l'OGC <http://www.opengeospatial.org/standards/se>

## Diffuser



Scale = 1 : 56K  
Click on the map to get feature info



- Simulations
- Analyse spatiale
- Cartographie



## Lemna

Modèle des prix  
hédoniques

Scenarios

**Cerema** (CETE)  
Données de trafic

Visem / Visum

ADMIS Urban



Base de données  
(spatiales)  
centralisée

**OrbisGIS**

NoiseM@p

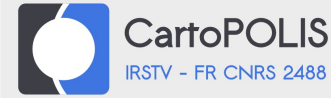
USM

JNA

...



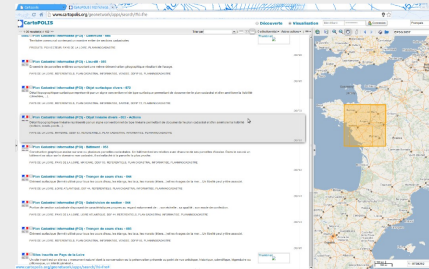
Référentiels (IGN, ...)



Portail vitrine



Metadonnées



- Recherche
- Consultation
- Valorisation



Geoserver

Affichage des données résultantes  
sur différents supports  
(web, images, geopdf, ...)

## Information Géographique

« information contenant une référence à un lieu, qu'il s'agisse d'un point précis du territoire, d'une infrastructure linéaire telle qu'une route ou encore d'un périmètre donné » (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Information-geographique-des.html>)

→ 2 grandes familles



Vecteur



Raster



## Donnée attributaire

Information permettant de caractériser l'objet géographique (ex. les statistiques de populations de l'INSEE par départements)

- La donnée est :
  - soit intégrée à la couche vecteur
  - soit externe à la couche vecteur
- Structuration sous forme de tableau
  - colonne / ligne
  - champs / enregistrements

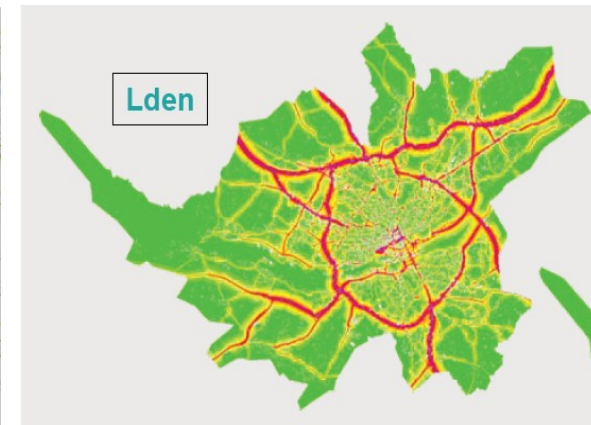
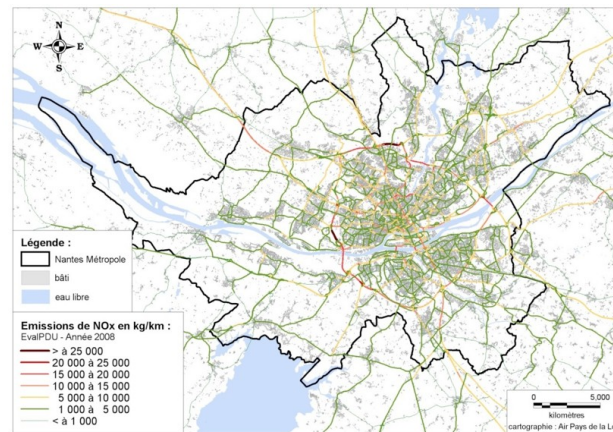
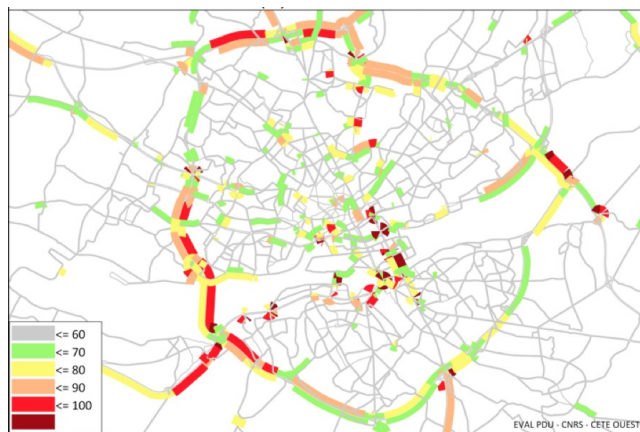
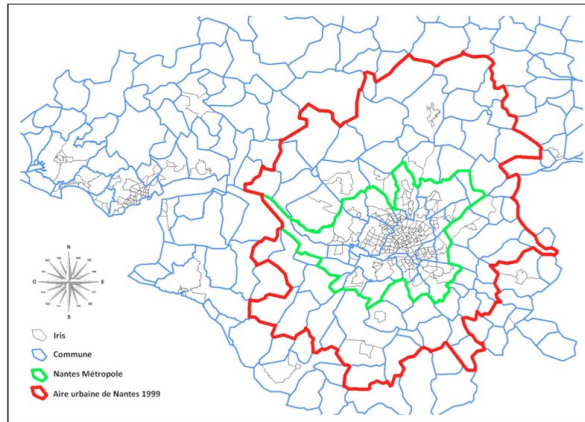


- PostgreSQL
- PostGIS
- ...
- .xls
- .ods
- .csv
- .mdb
- ...

the_geom	ID	PRE...	NOM	CODE_INSEE	STATUT	CANTON	ARRONDISST	DEPART	
MULTIPOLYGON (((323731.1 2280214.5, 3...	SURFCOMM000...	30	Trans-sur-Erdre	44207	Commune simple	RIAILLE	ANCENIS	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((287054.7 2268276.2, 2...	SURFCOMM000...	30	Fay-de-Bretagne	44056	Commune simple	BLAIN	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((283784.8 2245158.9, 2...	SURFCOMM000...	30	Rouans	44145	Commune simple	LE PELLERIN	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((322280 2245965, 3221...	SURFCOMM000...	30	La Chapelle-Heulin	44032	Commune simple	VALLET	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((303663 2236317.7, 303...	SURFCOMM000...	30	Geneston	44223	Commune simple	AIGREFEUILLE-SUR-MAINE	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((304885.7 2225268.9, 3...	SURFCOMM000...	30	Saint-Philbert-de-Bouaine	85262	Commune simple	ROCHESERVIERE	LA ROCHE-SUR-...	VENDEE	PAYS
MULTIPOLYGON (((297551.8 2285460.4, 2...	SURFCOMM000...	30	La Grigonnais	44224	Commune simple	NOZAY	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((321720.3 2277725.8, 3...	SURFCOMM000...	30	Les Touches	44205	Commune simple	NORT-SUR-ERDRE	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((312260.3 2271896.2, 3...	SURFCOMM000...	30	Petit-Mars	44122	Commune simple	NORT-SUR-ERDRE	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((284340 2235535, 2843...	SURFCOMM000...	30	Fresnay-en-Retz	44059	Commune simple	BOURGNEUF-EN-RETZ	SAINT-NAZAIRE	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((276224.6 2242794.8, 2...	SURFCOMM000...	30	Arthon-en-Retz	44005	Commune simple	PORNIC	SAINT-NAZAIRE	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((296409.4 2269635.8, 2...	SURFCOMM000...	30	Notre-Dame-des-Landes	44111	Commune simple	BLAIN	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((298118.8 2271055, 298...	SURFCOMM000...	30	Héric	44073	Commune simple	NORT-SUR-ERDRE	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((302788 2266766.8, 302...	SURFCOMM000...	30	Grandchamps-des-Fontaines	44066	Commune simple	LA CHAPELLE-SUR-ERDRE	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((312636.6 2256088.4, 3...	SURFCOMM000...	30	Sainte-Luce-sur-Loire	44172	Commune simple	CARQUEFOU	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((313480.5 2249707.2, 3...	SURFCOMM000...	30	Basse-Goulaine	44009	Chef-lieu de can...	VERTOU-VIGNOBLE	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((304469 2228585.6, 304...	SURFCOMM000...	30	Saint-Colomban	44155	Commune simple	SAINT-PHILBERT-DE-GRA...	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((310144 2221873.2, 310...	SURFCOMM000...	30	Vieillevigne	44216	Commune simple	AIGREFEUILLE-SUR-MAINE	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((324068.8 2262338.3, 3...	SURFCOMM000...	30	La Varenne	49360	Commune simple	CHAMPTOCEAUX	CHOLET	MAINE-ET-LOIRE	PAYS
MULTIPOLYGON (((310908.2 2286978.2, 3...	SURFCOMM000...	30	Abbaretz	44001	Commune simple	NOZAY	CHATEAUBRIANT	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((304809 2268812.1, 304...	SURFCOMM000...	30	Sucé-sur-Erdre	44201	Commune simple	LA CHAPELLE-SUR-ERDRE	NANTES	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS
MULTIPOLYGON (((323259.1 2268220.3, 3...	SURFCOMM000...	30	Couffé	44048	Commune simple	LIGNE	ANCENIS	LOIRE-ATLANTIQUE	PAYS

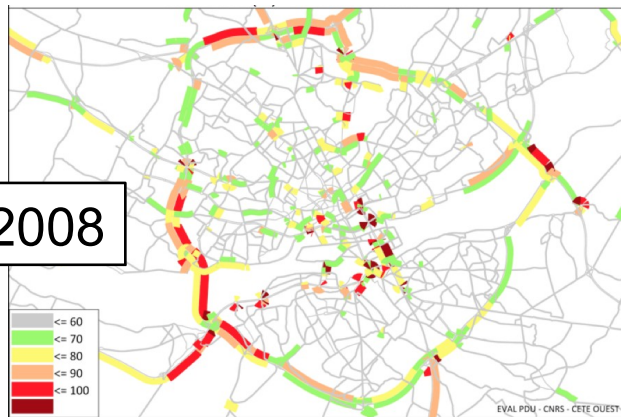
# Applications

Le système de modélisations s'applique à l'agglomération et au delà (L.A.) : 397 zones, 5 400 tronçons routiers et TC, 215 types de véhicules, 4 périodes horaires, énergie et GES, 9 polluants, bruit, santé.

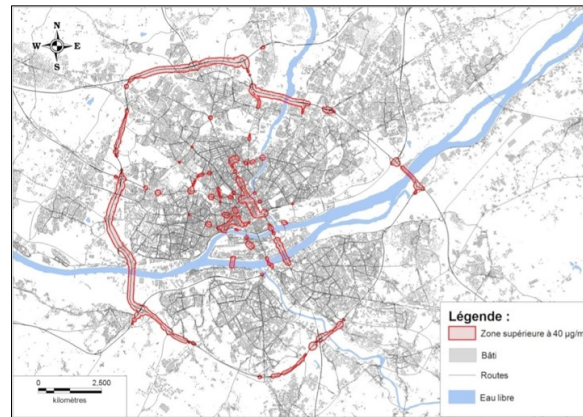


Le management des données d'entrée des modèles et des résultats des simulations dans une infrastructure de données spatiales unique permet de croiser les impacts physiques avec les données de population  
→ nombres d'habitants impactés, heures perdues,...

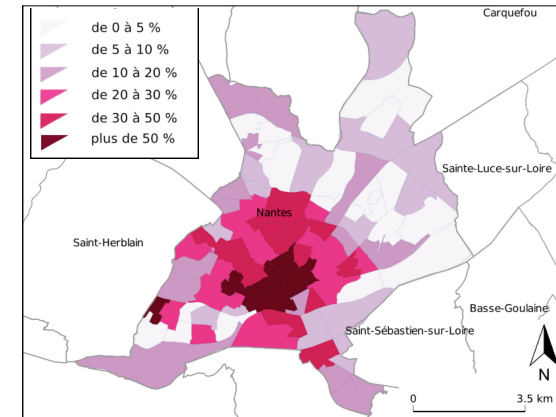
Sections saturées (HPM)



[NO<sub>2</sub>] > 40 µg/m<sup>3</sup>



Lden > 68 dB



## Construction et simulation de scénarios

Deux situations "réelles" :

- 2002, situation "avant"
- 2008 "situation de référence"

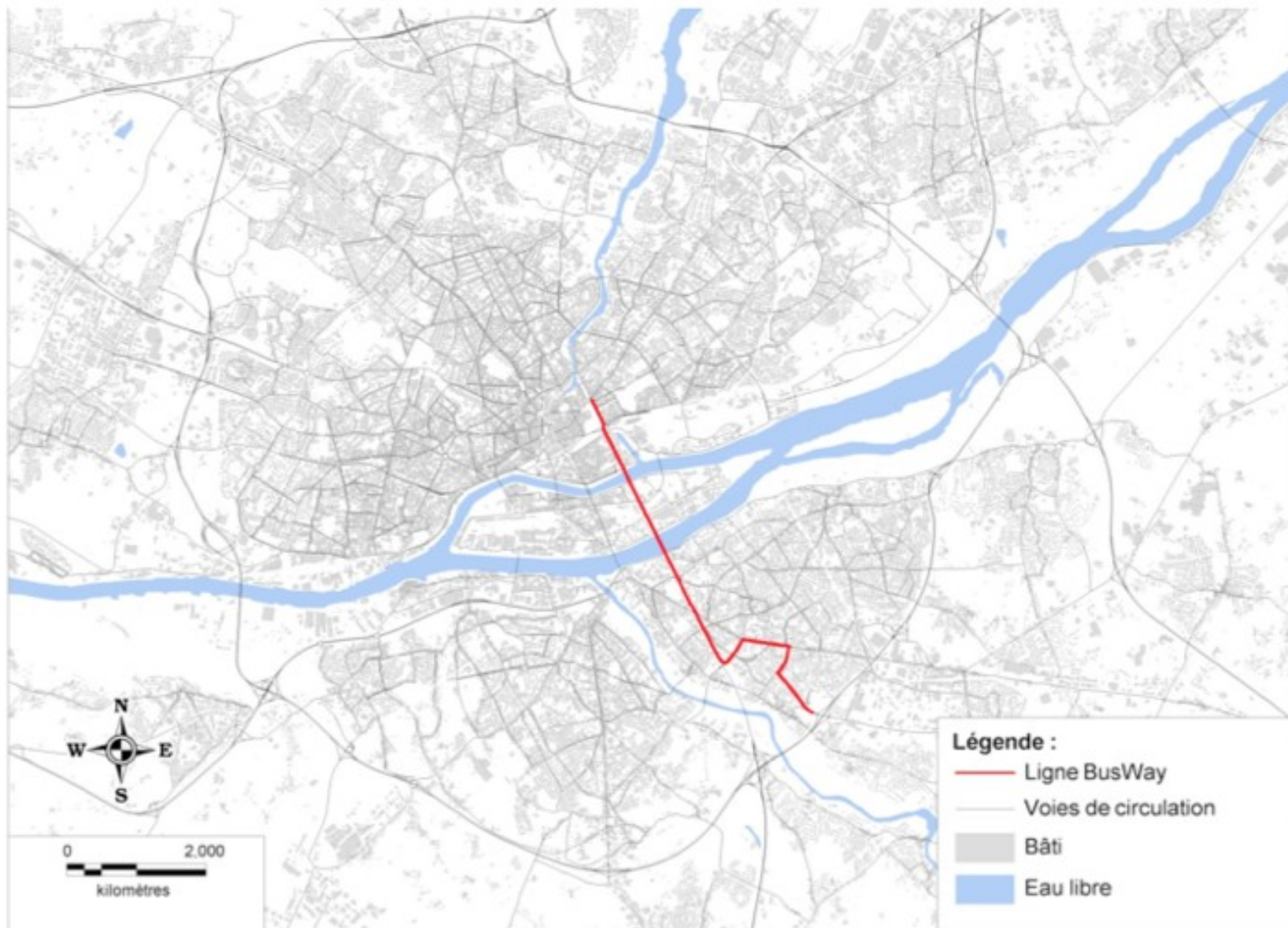
Trois scénarios stratégiques:

- PDU Minimaliste (= laisser-faire autos + lignes de ponts)
- PDU Max volontariste (= toutes les actions envisagées en 2002)
- Scénario sans la Ligne 4 Busway

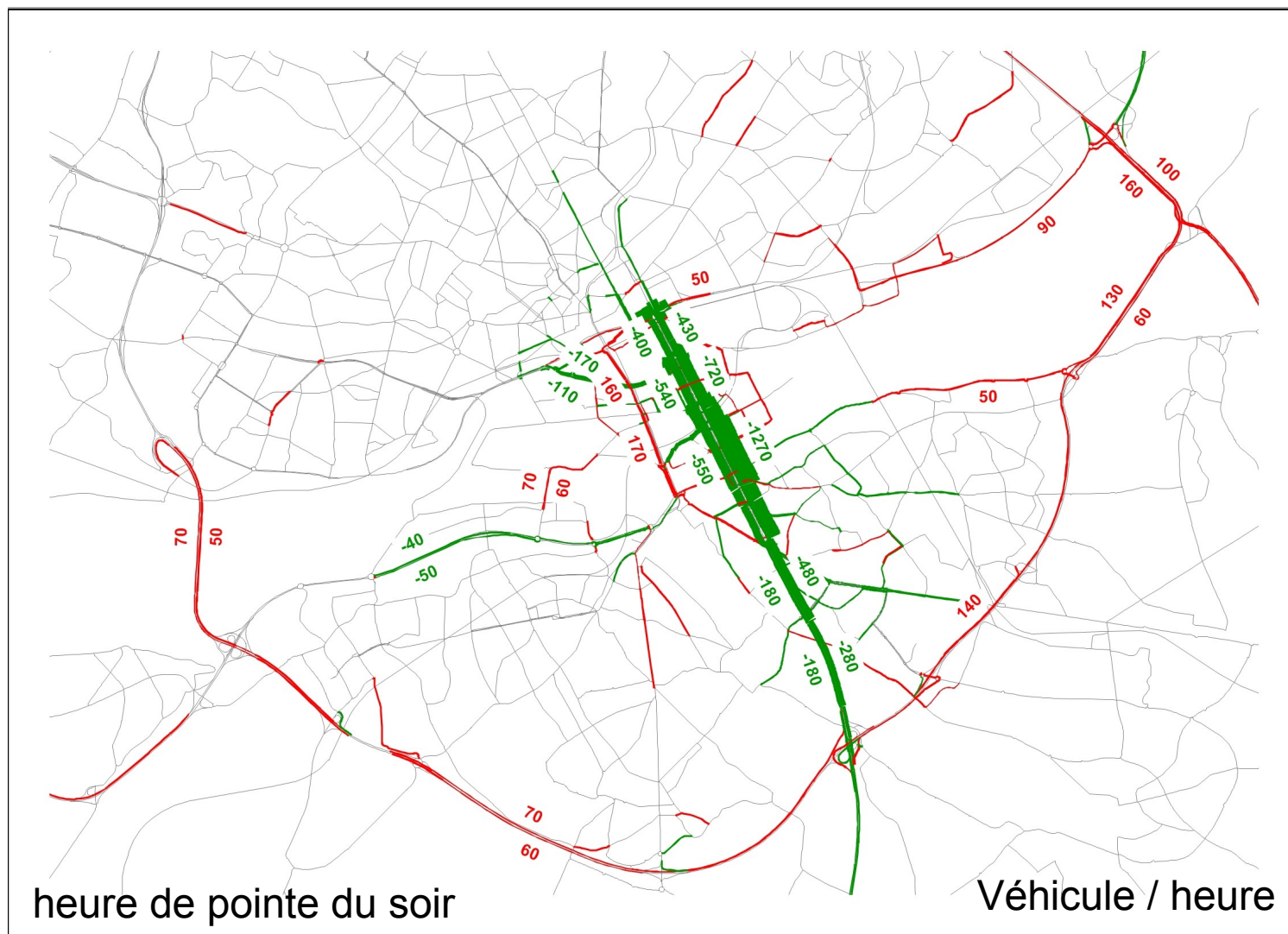
8 scénarios-tests:

- Augmentation de la demande de déplacements
- Doublement du prix des carburants
- Réduction des vitesses limites du centre-ville et du périphérique
- Doublement du prix des parkings
- Augmentation des fréquences, baisse des prix des TC
- Véhicules moins polluants
- Augmentation du co-voiturage

# L'application au PDU 2002-2010 de Nantes : scénario "Ligne 4 Busway"



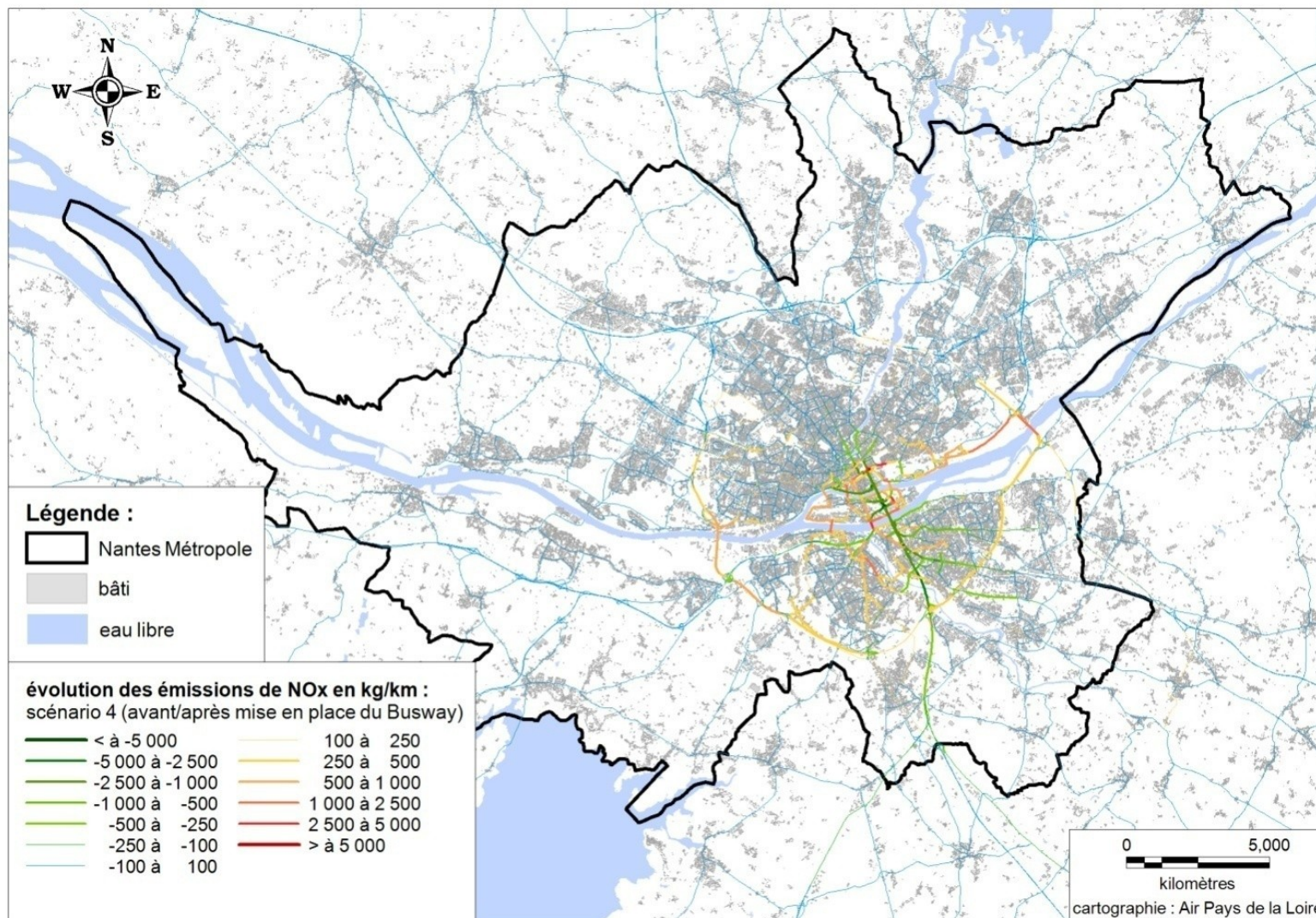
## Une réduction du trafic sur l'axe du Busway





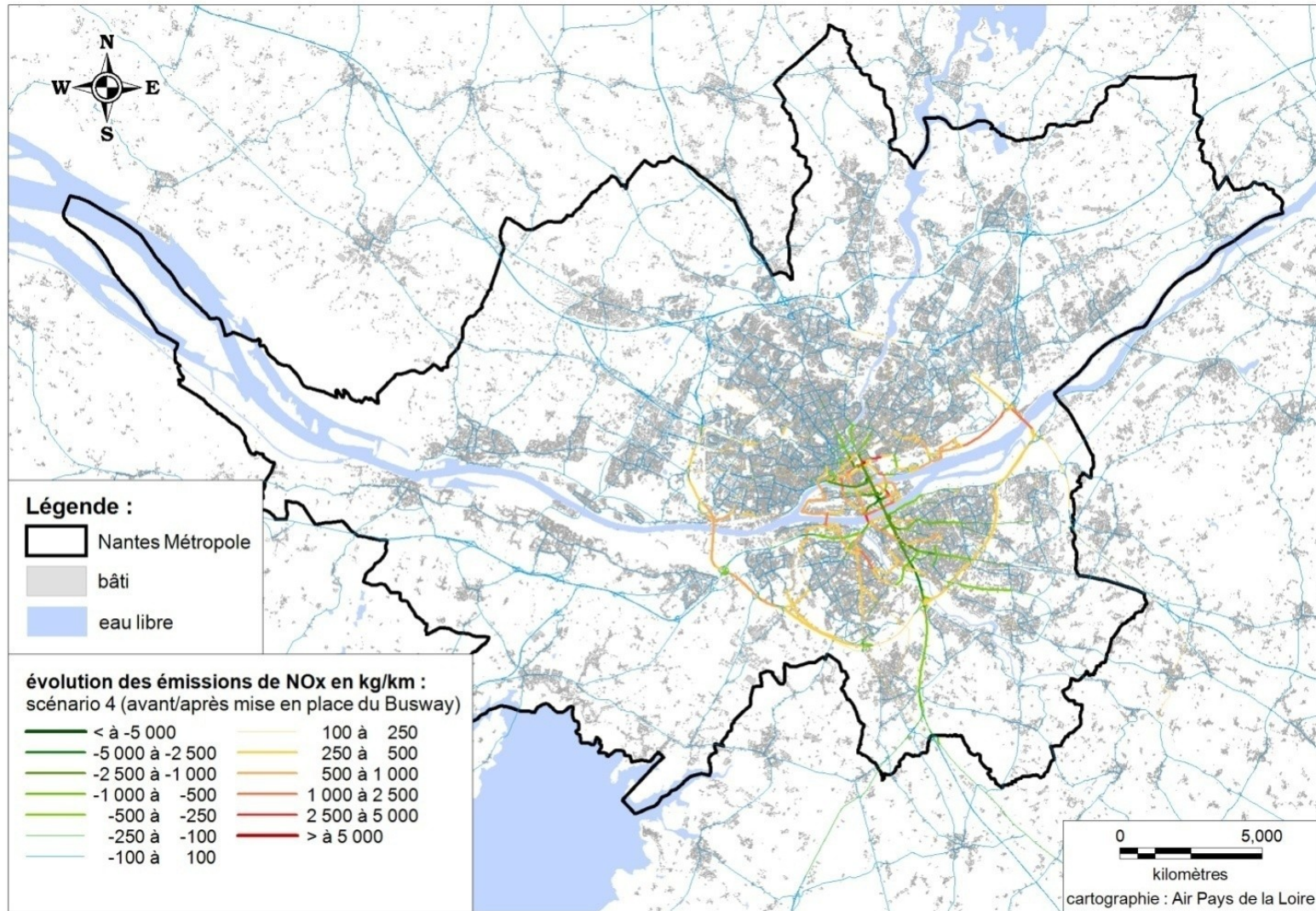


## Impact sur les réductions de NOx ?



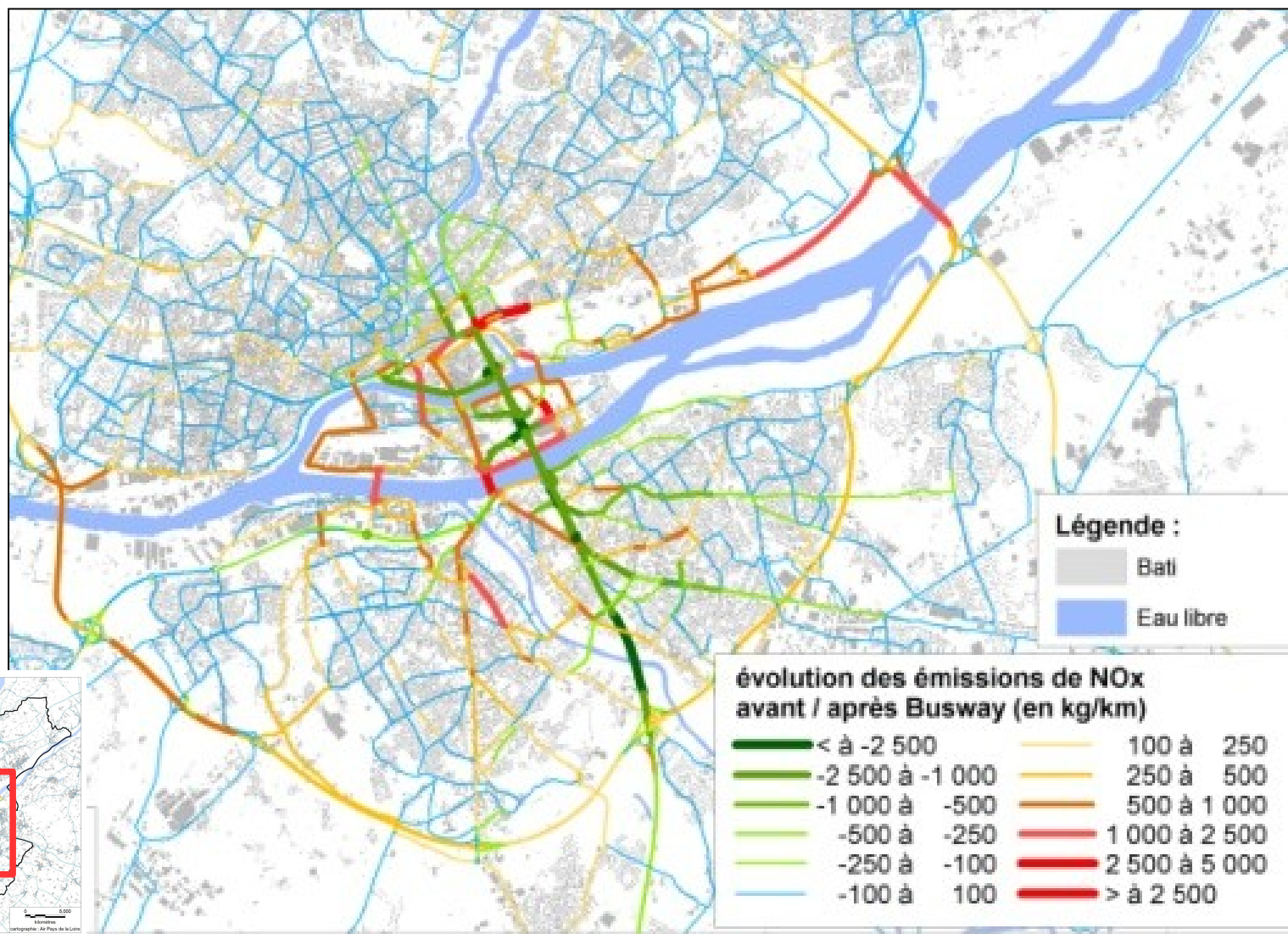
# L'application au PDU 2002-2010 de Nantes : scénario "Ligne 4 Busway"

→ Une réduction de 10 % des émissions de NOx sur l'axe du Busway

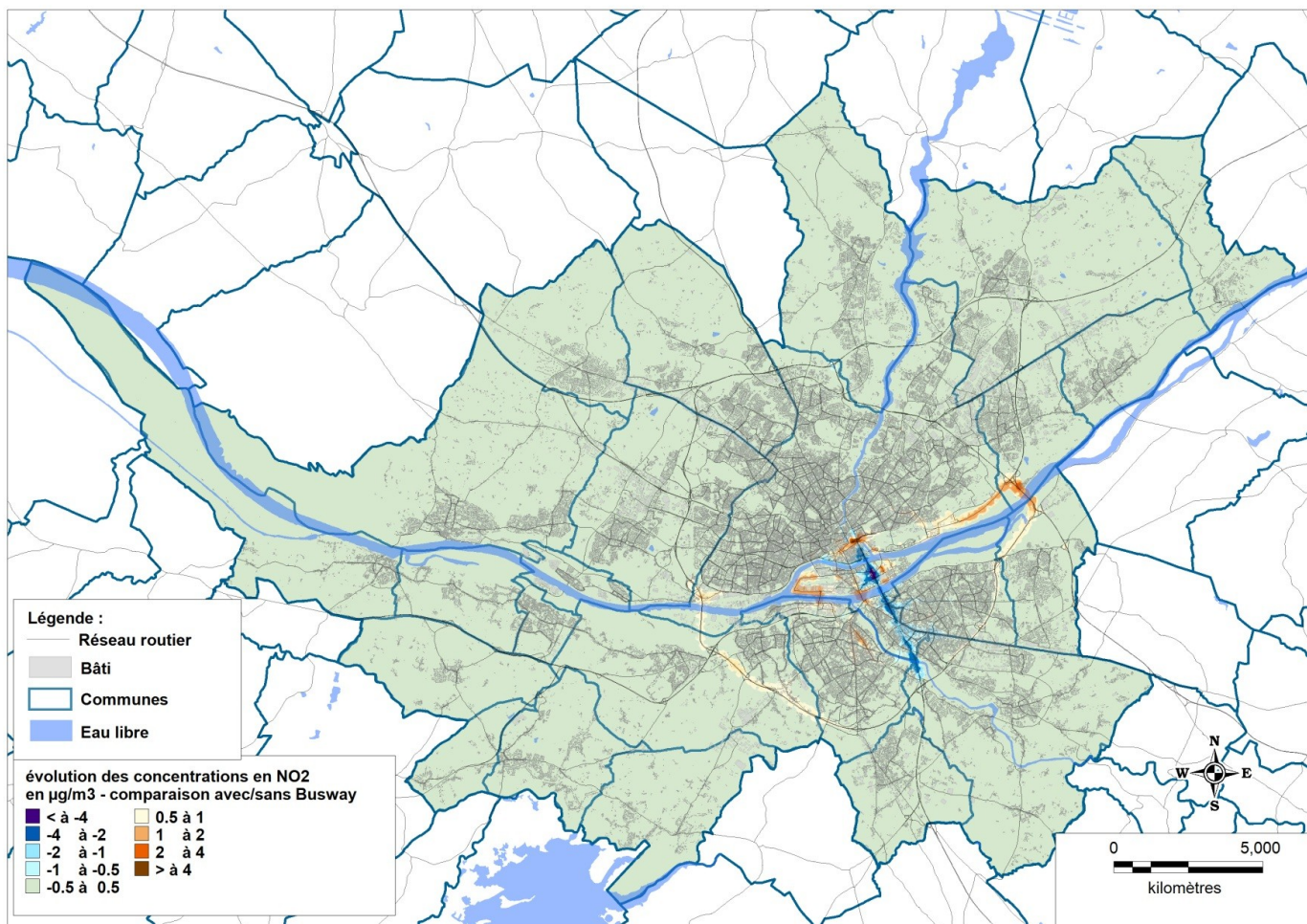


# L'application au PDU 2002-2010 de Nantes : scénario "Ligne 4 Busway"

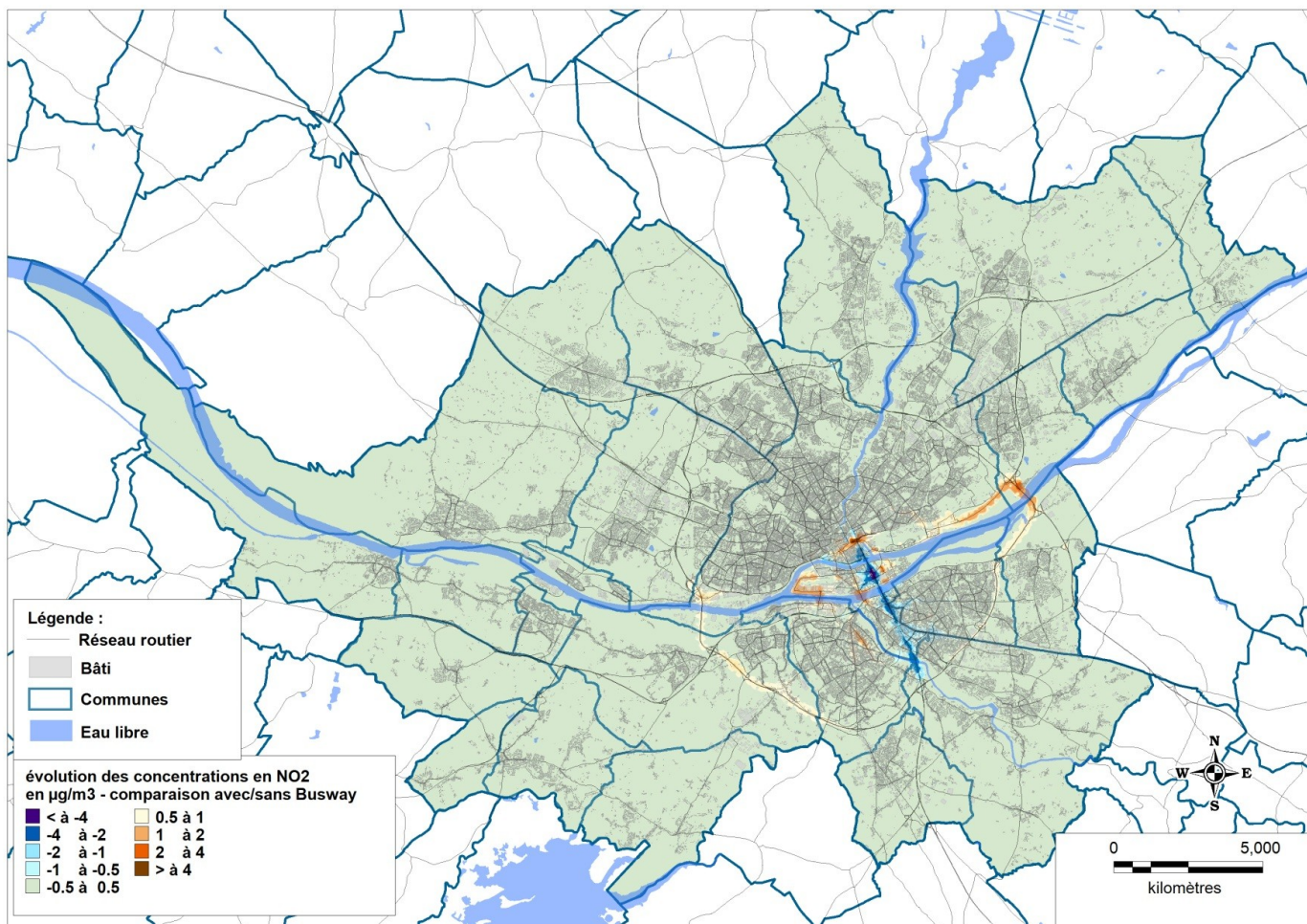
→ Une réduction de 10 % des émissions de NOx sur l'axe du Busway



Une réduction d'environ 10 % des concentrations de NO<sub>2</sub> en proximité de voirie...

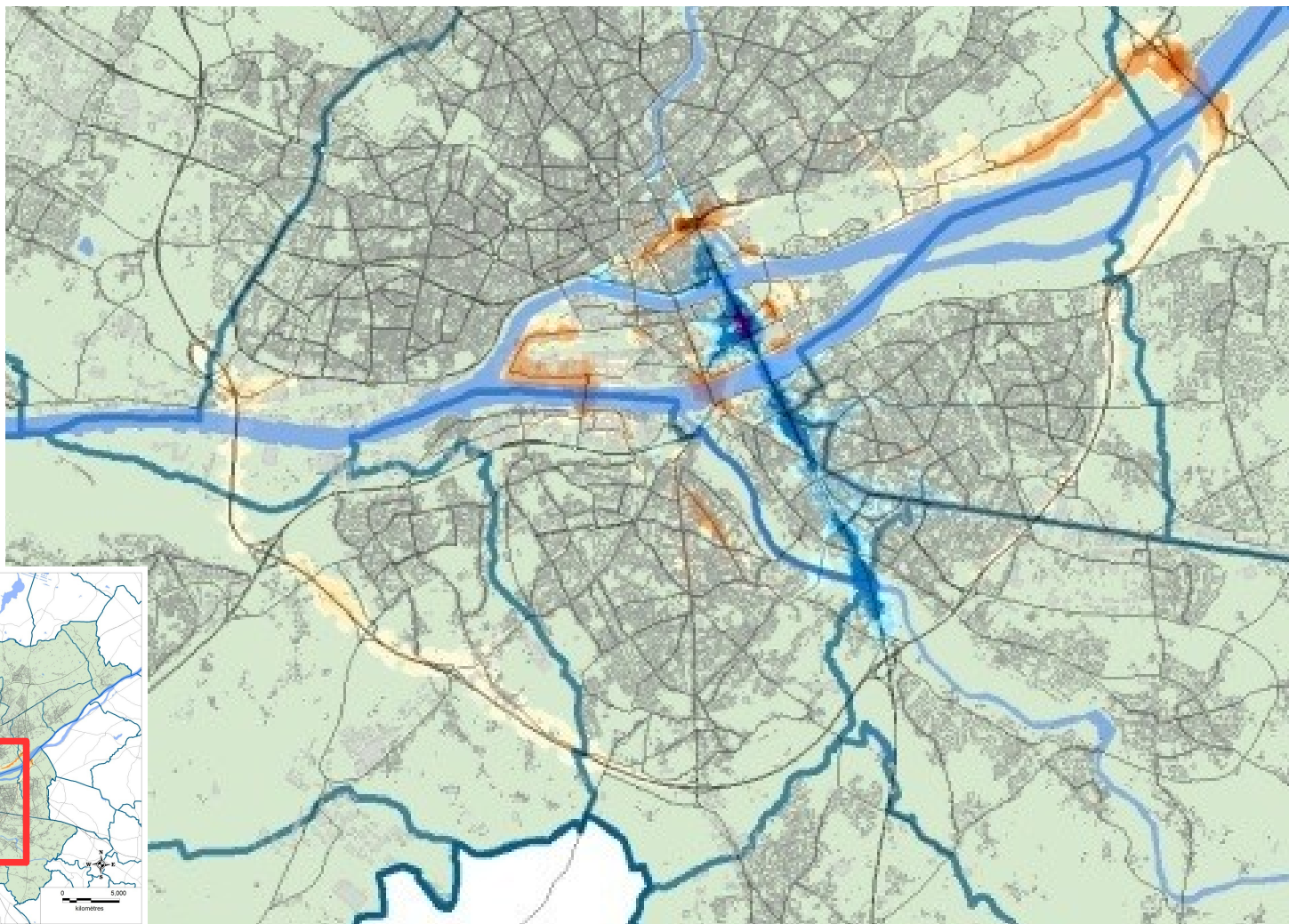


Une réduction d'environ 10 % des concentrations de NO<sub>2</sub> en proximité de voirie ... mais une augmentation de 5 % autour des itinéraires de contournement



# L'application au PDU 2002-2010 de Nantes : scénario "Ligne 4 Busway"

Une réduction d'environ 10 % des concentrations de NO<sub>2</sub> en proximité de voirie ... mais une augmentation de 5 % autour des itinéraires de contournement



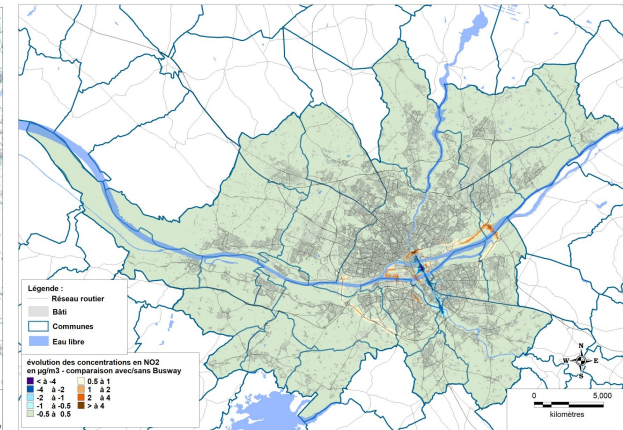
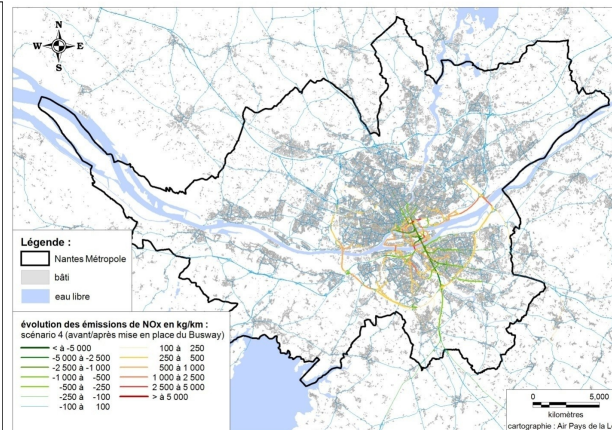
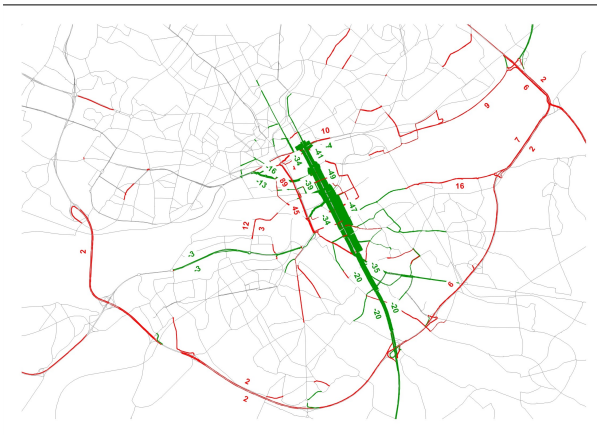
Résultats sur les impacts :

Sur l'axe, réduction de 35-45 % de la circulation, de 10 % des émissions, d'environ 10 % des concentrations ...

... mais sur des itinéraires de contournement, des augmentations de circulation, et des concentrations  $\approx + 5 \%$

Au total, une augmentation nette des émissions de  $\approx 1 \%$ , une augmentation de 3 % des surfaces où les concentrations de NO<sub>2</sub> dépassent le seuil de 40  $\mu\text{g m}^{-3}$  en moyenne annuelle ...

... mais une diminution de 4 % de la population qui y réside (-1300 sur 32451 habitants impactés).



→ vers un doublement de la fréquentation TC (Li 26-29 → Li 4)

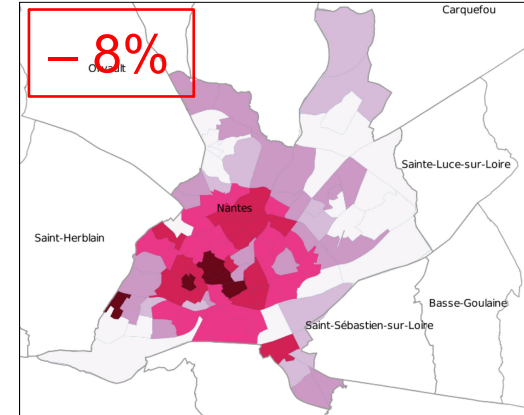
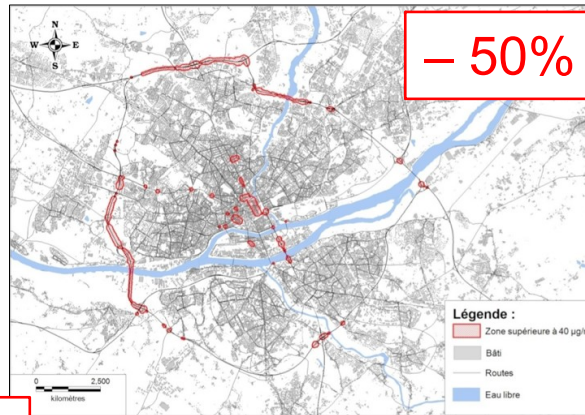
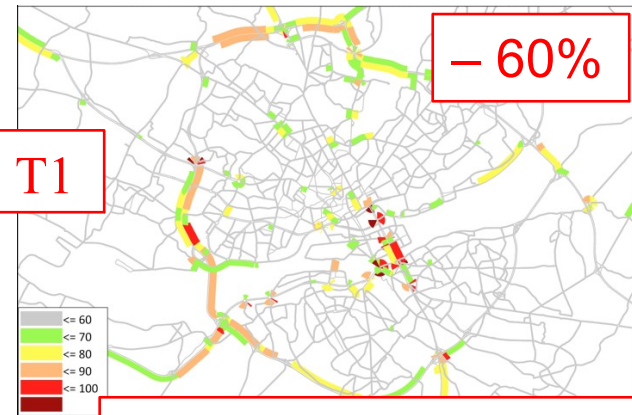
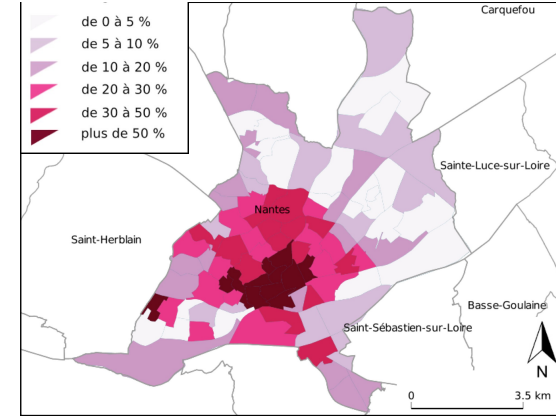
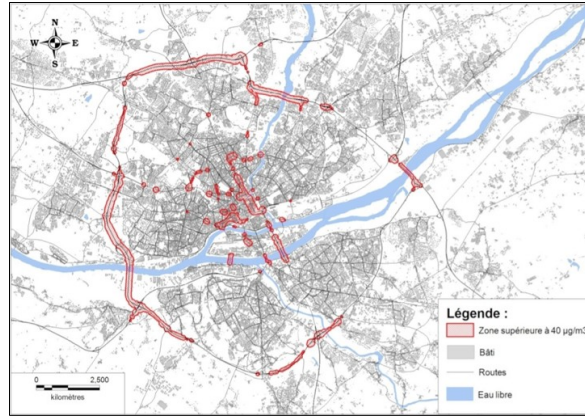
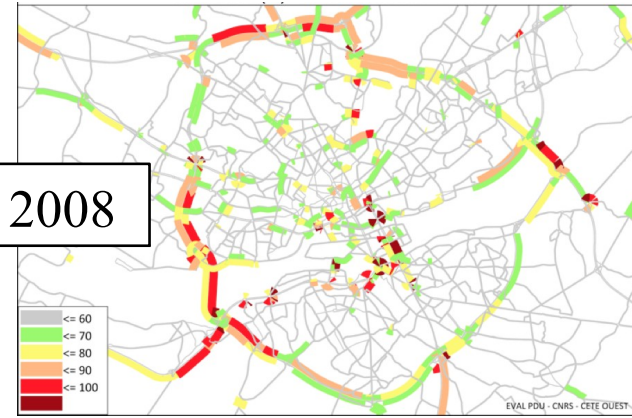
# L'application au PDU 2002-2010 de Nantes : scénario "33 % de co-voiturage"

Exemples de croisement des impacts physiques avec les données de population → nombres d'habitants impactés, heures perdues,...

## Sections saturées (HPM)

## [NO2] > 40 µg/m3

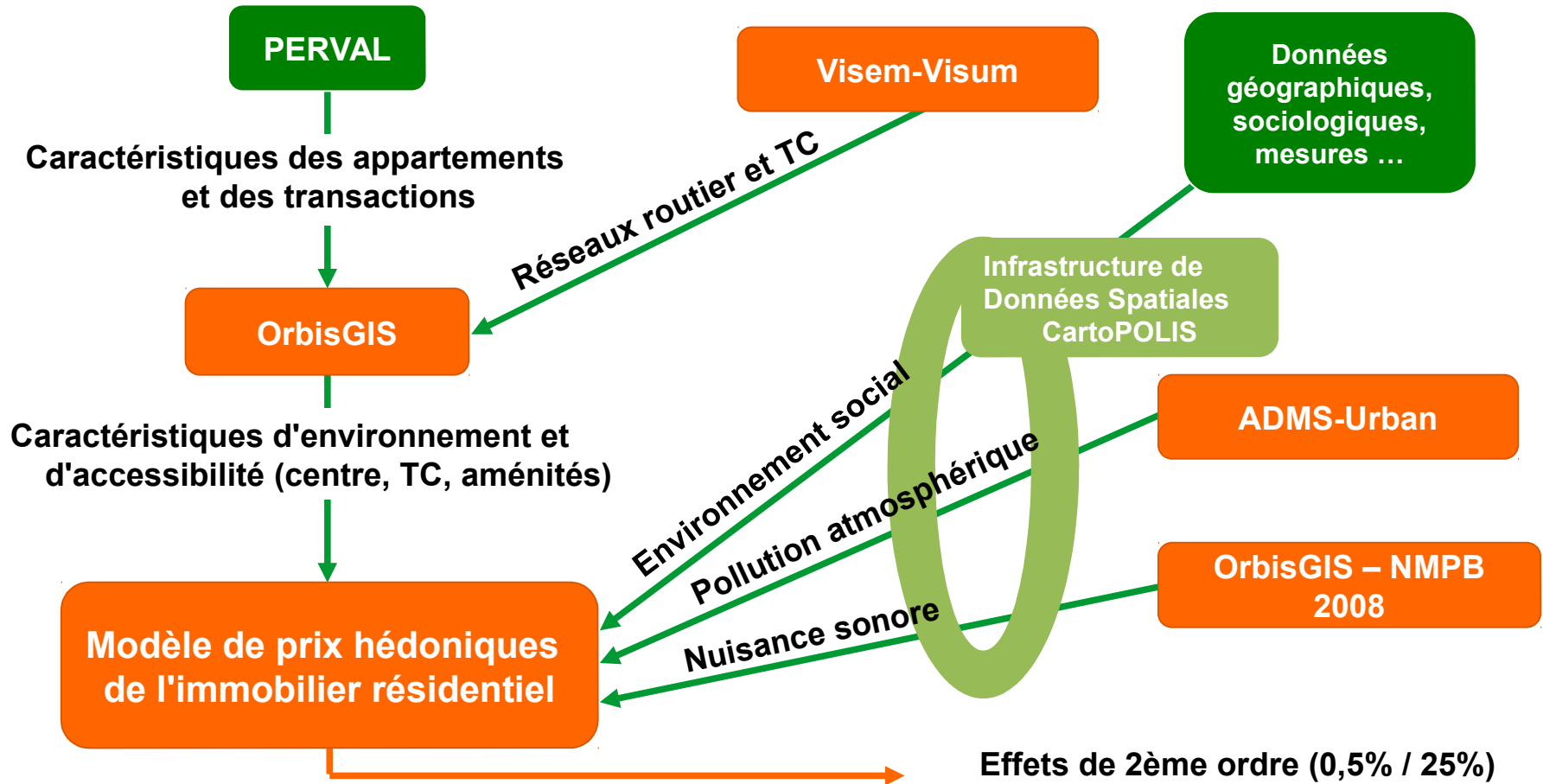
## Lden > 68 dB



heures perdues: - 70%



Une méthode d'évaluation quantitative des incidences des facteurs environnementaux sur la population: les prix hédoniques des appartements

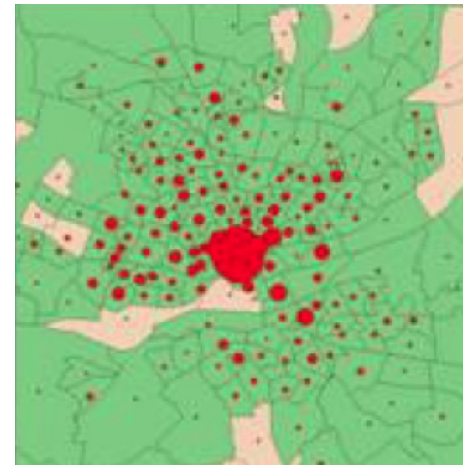
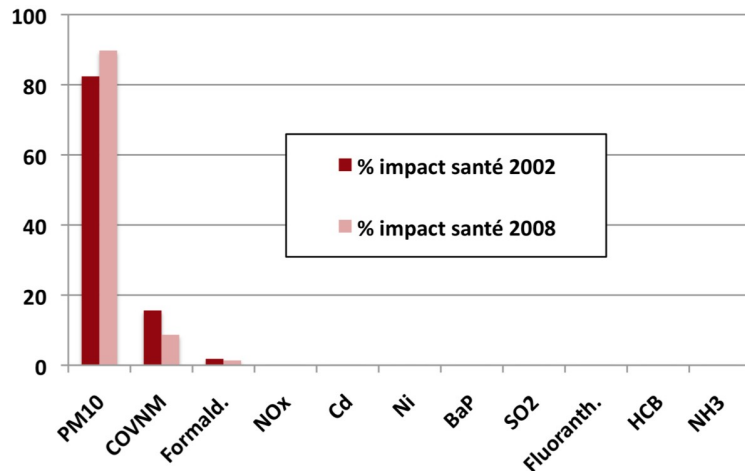


Un nouvel Indicateur des Impacts Sanitaires Chroniques des Émissions de Polluants (IISCEP):

*IISCEP* =

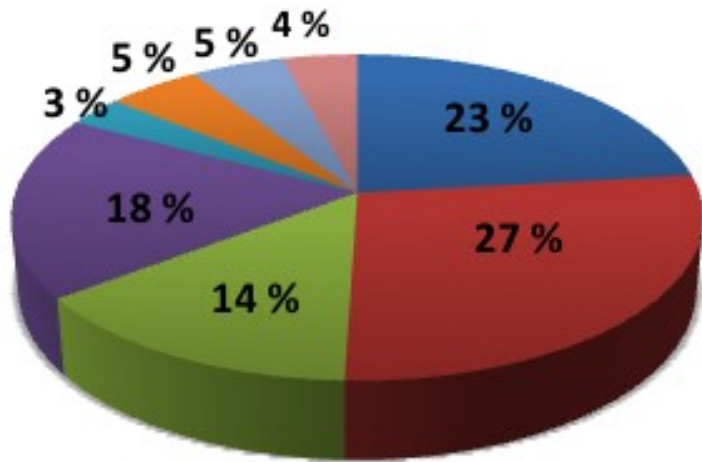
$\Sigma$  *Émission polluant p* . *Facteur d'exposition* . *Facteur de toxicité*

$$IISCEP = c \sum_p \left[ \frac{Gravité_{maladie}}{valeur\ toxicologique_{maladie, p}} \cdot \sum_{zone} \frac{Emission_{p, zone} \cdot Population_{zone}}{Surface_{zone} \cdot h_{mélange}} \right]$$



Incidence environnementale des changements de comportement : usagers du Busway en report modal

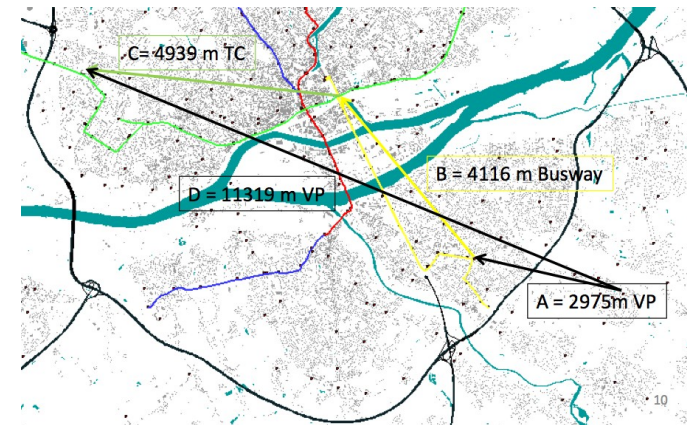
## Motivations



- Diff de stationnement
- Diff de circulation
- Moins cher
- Plus rapide, court, direct
- Durée maîtrisée
- Abonnement de travail
- Meilleur pour l'environnement
- Autre

## Enquête Busway

### Analyse d'itinéraires



$$Gain = \sum_{\text{usagers en report modal}} \Delta_{\text{en voiture avec Busway}} - \left[ \sum_{\text{trajet}} \text{distance}_{\text{mode}} \cdot \text{facteur d'émission}_{\text{mode}} \right]$$

- Distances à vol d'oiseau
- Distances par le réseau viaire (OrbisGIS)

Une méthodologie efficace pour des études détaillées, heuristiques, d'impacts globaux et locaux, même faibles,

- coûteuse en données initiales (acquisition, analyse, adaptation) et en travaux de spécialistes (hypothèses de simplification, paramétrage, calage des modèles),
- mais souple pour des scénarios supplémentaires.

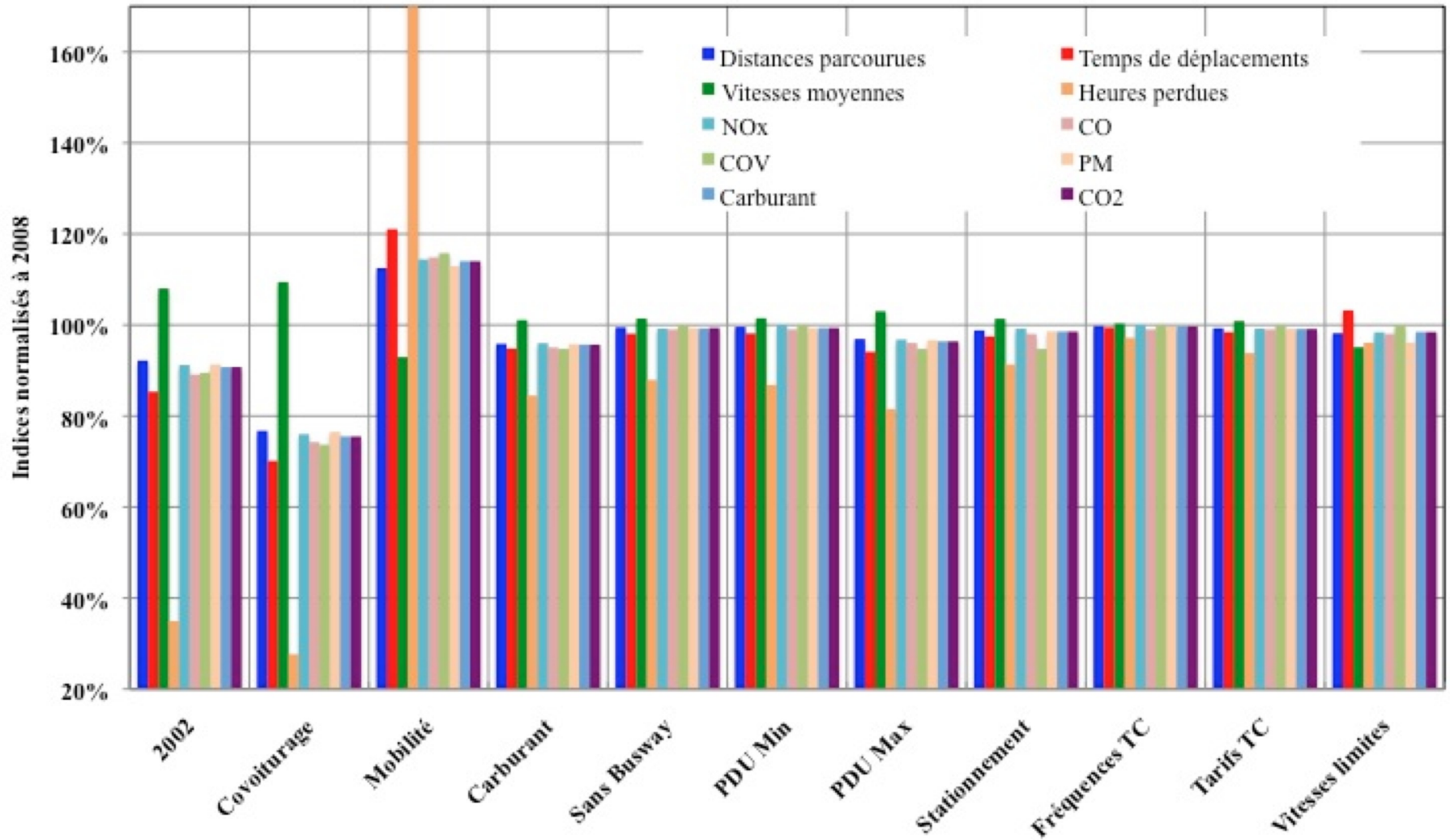
Une méthode dont l'efficacité repose sur l'exploitation des capacités de l'Infrastructure de Données Spatiales,

- et peut être accrue par une intégration ou un interfaçage dynamique des modèles au SIG.

Des possibilités de calculs simplifiés sur des opérations ciblées ... à condition de données spécifiques.

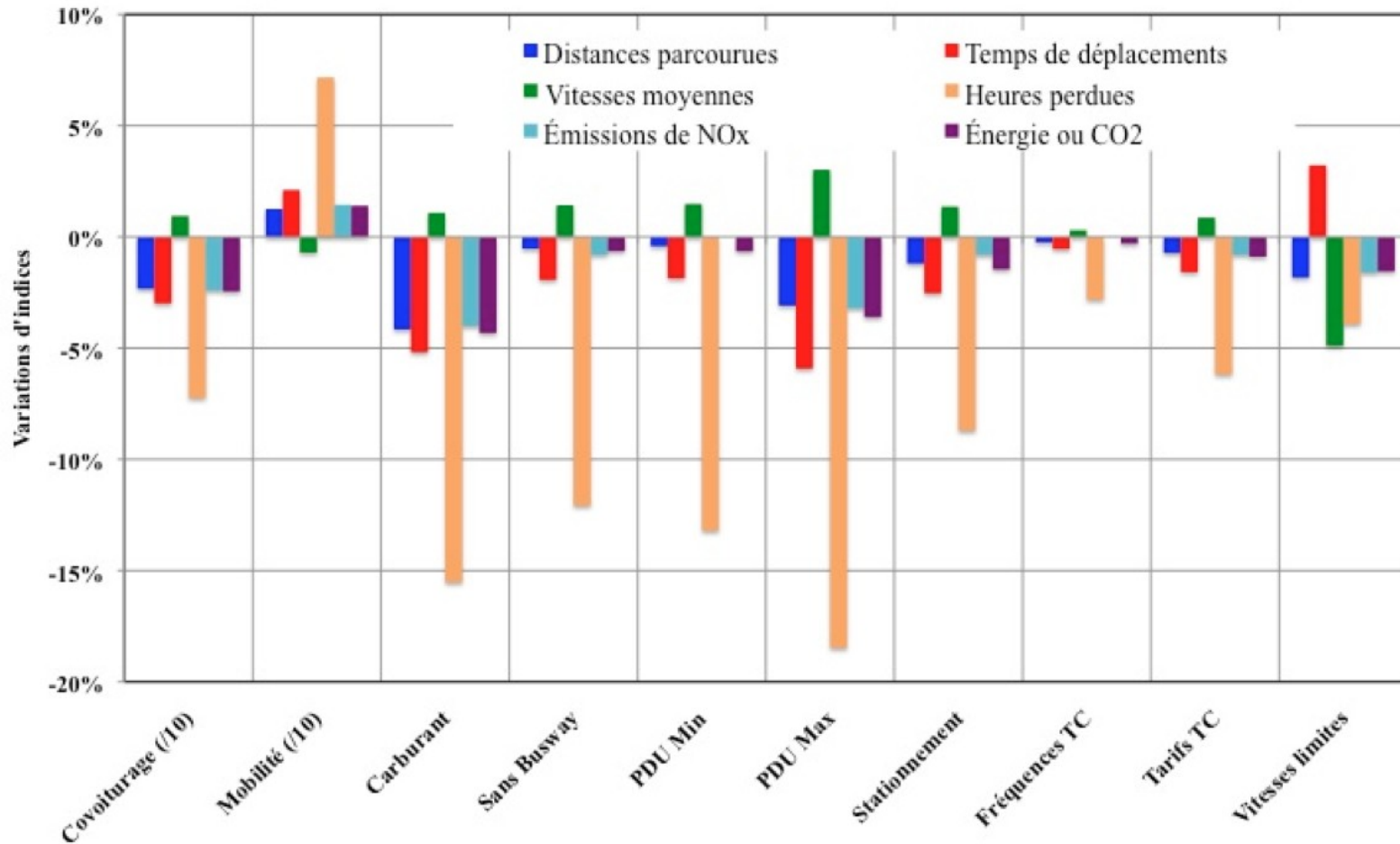
# Synthèse des scénarios

Calculs simplifiés d'indicateurs intégrés permettant de comparer les scénarios.



# Synthèse des scénarios

Calculs simplifiés d'indicateurs intégrés permettant de comparer les scénarios – indices normalisés par rapport à la situation de référence 2008.



[ftp://ftpa.ec-nantes.fr/user/ftp-irstv/cache/Eval-PDU/Eval-PDU\\_Scenarios/](ftp://ftpa.ec-nantes.fr/user/ftp-irstv/cache/Eval-PDU/Eval-PDU_Scenarios/)

Vers des outils / représentations permettant de synthétiser les résultats des différentes évaluations.

Vers une évaluation *in itinere*, en accompagnement continu de la politique de mobilité de la collectivité,

- avec intégration du dispositif de modèles à son système d'information, notamment son SIG,
- dans une optique de transparence et de concertation avec les citoyens et les différents acteurs,
- de capitalisation de l'expérience,
- et d'intelligence collective.

Vers l'expérimentation par un opérateur national sur les PDU de 3 ou 4 grandes agglomérations et la confrontation / capitalisation des résultats ?

# Merci pour votre attention

## Place aux questions

