



CONGRÈS

**INFRA  
2015**

**VALORISATION  
DES INFRASTRUCTURES  
DANS L'ESPACE PUBLIC**

**Session A1 AMENAGEMENTS URBAINS DURABLES**

**INFRASTRUCTURES URBAINES DURABLES INNOVANTES**

**Jean-Pierre CHRISTORY  
QUEBEC , le 29 novembre 2015**

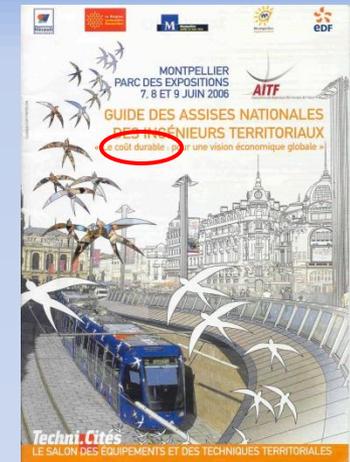
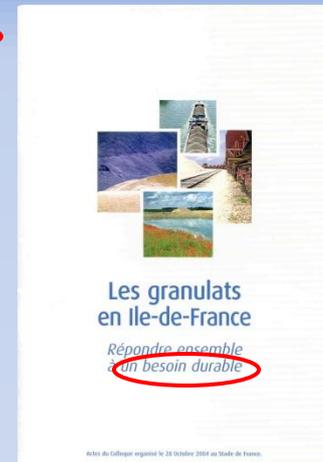
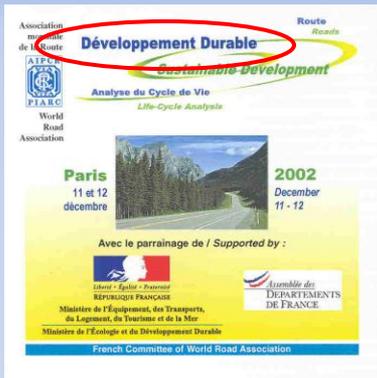
# **INFRASTRUCTURES URBAINES DURABLES INNOVANTES**

## **Partie 1**

**Enjeux et évolutions contextuelles**

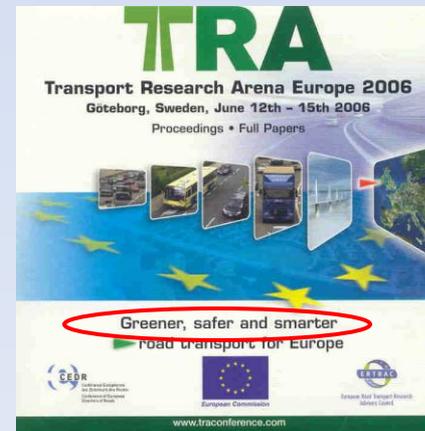
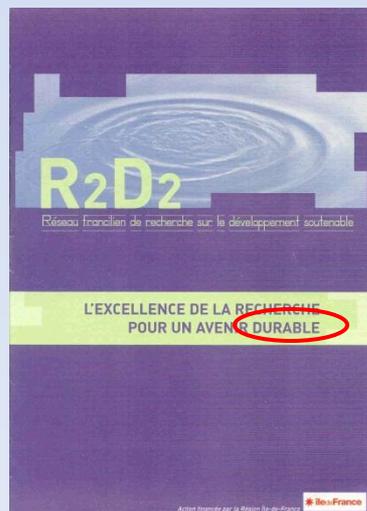
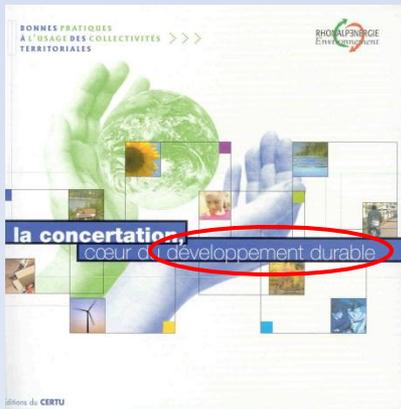
## **Partie 2**

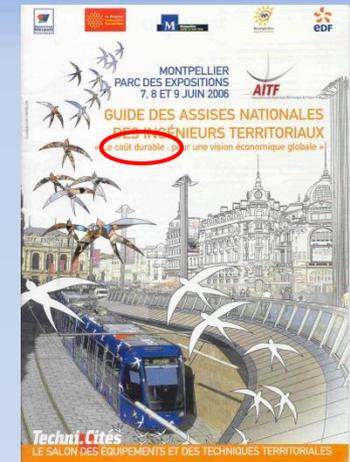
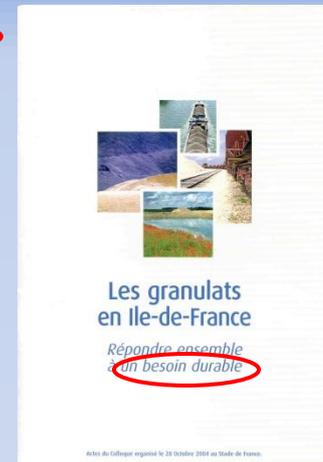
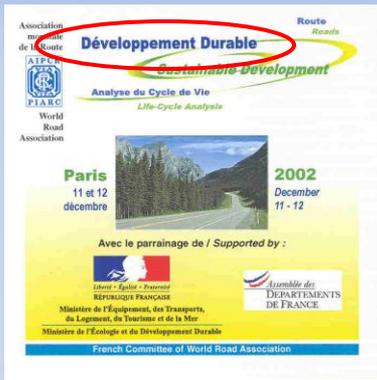
**Au delà des principes et des méthodologies,  
des actions concrètes...**



# UN GRAND FREMISSEMENT INITIE IL Y A 10 à 15 ANS...

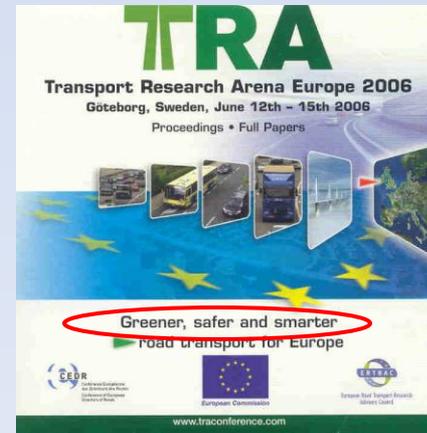
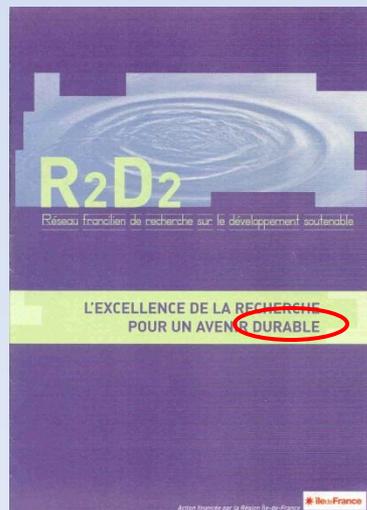
« LE CHOIX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE »  
 La communauté routière adhère, s'y prépare et passe au « grand braquet »





# L'EPOQUE DE LA PRISE DE CONSCIENCE.....

## Beaucoup de travail et d'initiatives pour passer du concept à la réalisation



# LA DEMARCHE COLLABORATIVE ROUTES ET MOBILITE DURABLES



# LA DEMARCHE ROUTES ET MOBILITE DURABLES

## CONTEXTE ET OBJECTIFS

1/ Dresser un état des lieux des **démarches innovantes et prospectives** appliquées aux infrastructures et identifier de quelle manière elles répondent aux **nouvelles attentes sociétales** et comment elles s'inscrivent dans une vision de la route du futur.

2/ Etudier la **perception et les ambitions des différents acteurs** concernés afin de voir de quelle manière ils appréhendent le sujet.

3/ **Promouvoir** auprès des donneurs d'ordre publics locaux **les démarches identifiées**.



## DEPARTEMENTS

- Transports & déplacements alternatifs

- Filière matériaux

- Pratiques raisonnées d'exploitation

- Milieux naturels et paysages

- Pratiques, aménagement du cadre de vie

- Procédures, Organisation, Management

## VILLES

- Transports & déplacements alternatifs

- Filière matériaux

- **ECO-QUARTIERS**

- Démarches et procédures

- **ECONOMIE**

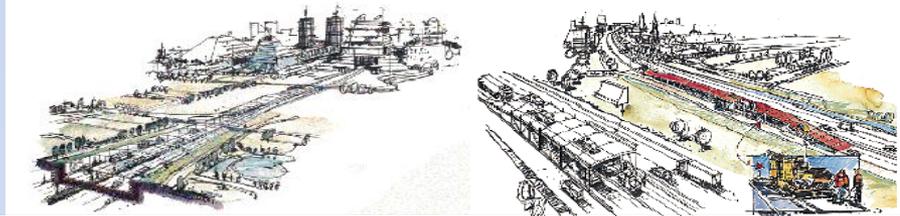
# DE LA VISION DES ROUTES ET DES RUES DU FUTUR

## NR2C : Concepts et caractéristiques

**Infrastructure plus fiable**



durabilité  
disponibilité  
fiabilité



**Infrastructure plus verte**



Économie en  
énergie  
environnementale



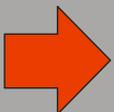
**Infrastructure plus intelligente**



Intelligente  
sécurisée  
accessible



**Infrastructure plus humaine**



Multi-fonctions  
Multi-usages



# L'IMPULSION DE LA CONVENTION D'ENGAGEMENT VOLONTAIRE



SERVICES DE L'ÉTAT, COLLECTIVITÉS LOCALES, ENTREPRISES :  
ENSEMBLE POUR RÉUSSIR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE



La Convention d'Engagement Volontaire (CEV) :  
en route vers des infrastructures durables !



Signataires de la Convention d'engagement volontaire du 25 mars 2009

# INFRASTRUCTURES INTEGRANT LE DEVELOPPEMENT DURABLE

## Catalogue d'outils du G2IDD



Retrouvez en ligne toutes les démarches  
développement durable appliquées aux  
infrastructures de mobilité sur  
[idrrim/CatalogueG2IDD.com](http://idrrim/CatalogueG2IDD.com)

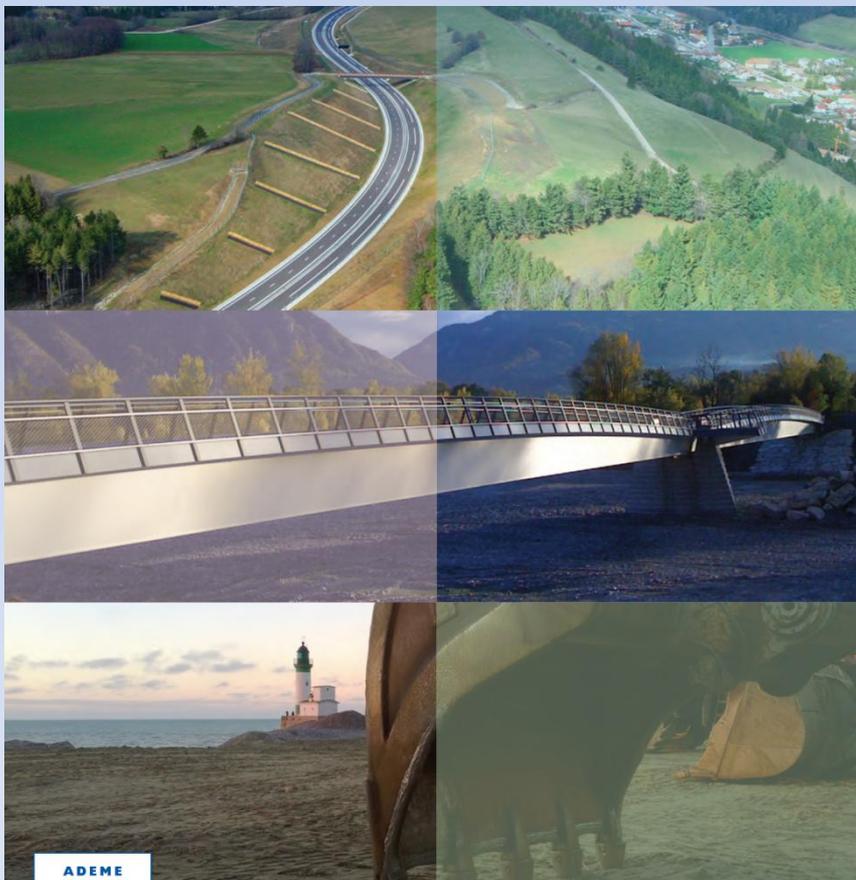


Groupe de travail  
« Infrastructures Intégrant  
le Développement Durable »

**IDRRIM**  
Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité

[Idrrim/catalogueG2IDD.com](http://Idrrim/catalogueG2IDD.com)

# REALISER UNE ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DANS LES TRAVAUX PUBLICS



## 1 Approche « Organisation »

**Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre  
BEGES**

## 2 Approche « Chantier »

**Analyse Environnementale des Chantiers**



Réaliser une analyse environnementale  
dans les Travaux Publics



**Guide sectoriel 2015**



# Réseaux routiers innovants pour la transition énergétique

Séminaire du 23 juin 2015

FNTP (3 rue de Berri 75008 Paris) de 9h30 à 17h30



# INFRASTRUCTURES DURABLES INNOVANTES

## ELEMENTS CONTEXTUELS

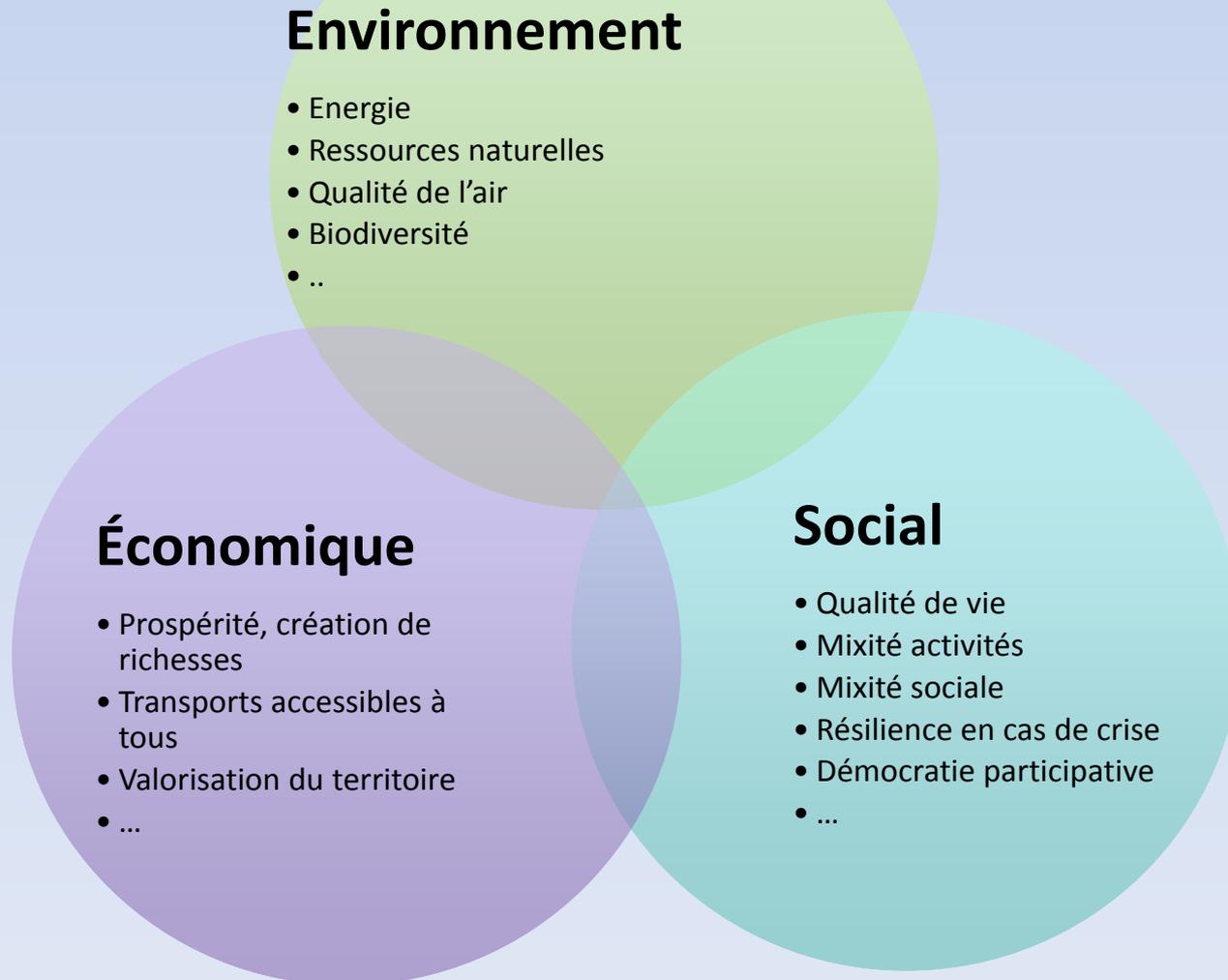
- le foisonnement d'initiatives et de méthodes pour passer à l'action....
- les intelligences se déploient....
- les actions sectorielles sont mieux mises en perspective
- la richesse du croisement des métiers et des disciplines est plébiscité....
- l'interaction entre les échelles temporelles et spatiales est mieux maîtrisé....
- le numérique est omniprésent....
- La ville durable: une étape dans l'évolution,.....

# Les intelligences se déploient.....

## LA ROUTE ET LA RUE « INTELLIGENTE »

- 1 L'Intelligence pour la **MOBILITE**
- 2 L'Intelligence pour l' **EXPLOITATION**
- 3 L'intelligence pour la **GESTION DU PATRIMOINE**
- 4 L'intelligence pour l' **ENVIRONNEMENT**
- 5 L'intelligence pour l' **ENERGIE**

# Enjeux de la ville durable



# revêtements et lumière pour éclairer juste

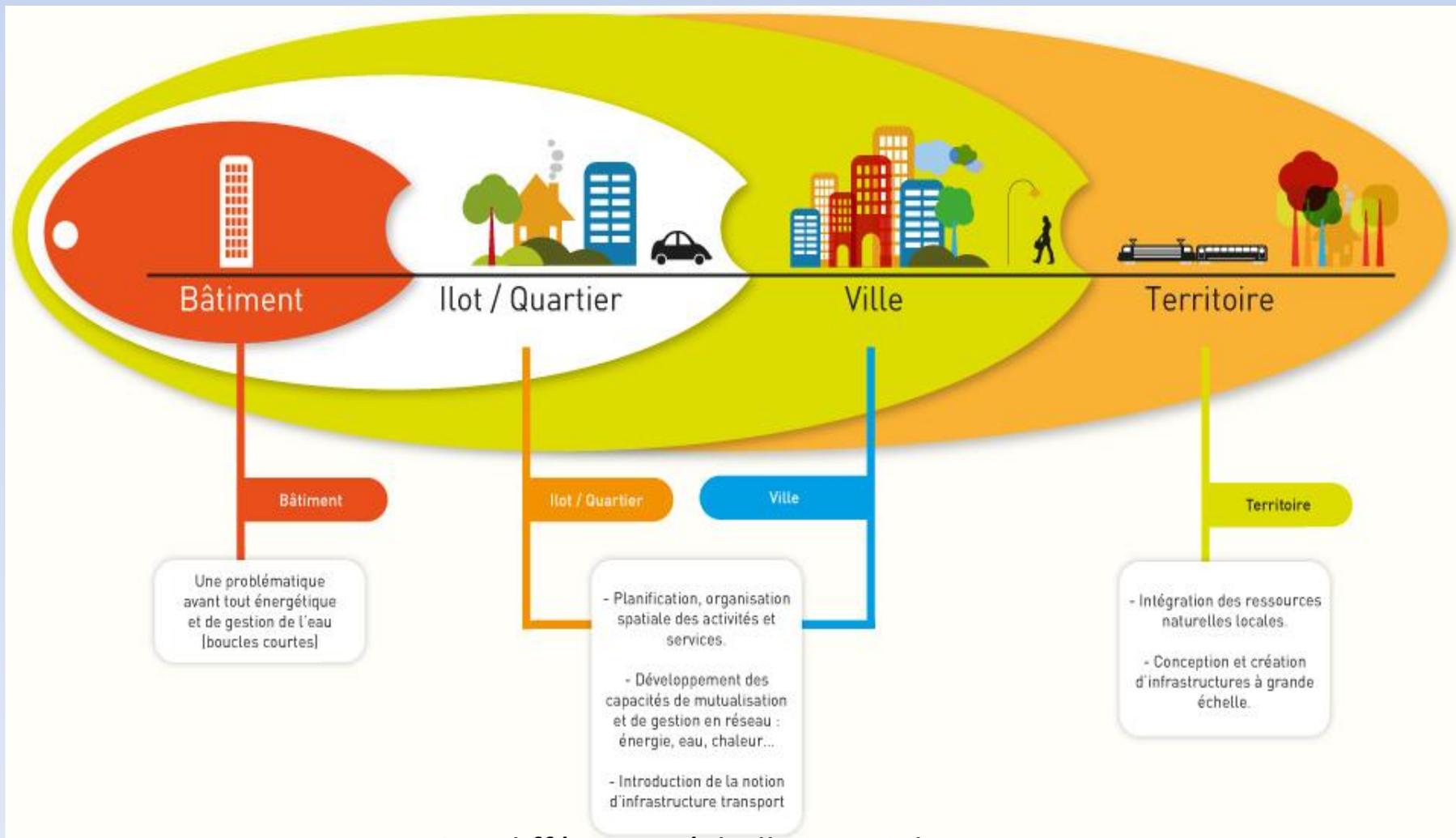


**Démarche «Revêtements et lumière»**

# la richesse du croisement des métiers et des disciplines



# Les interactions entre les différents niveaux d'échelles spatiales et temporelles



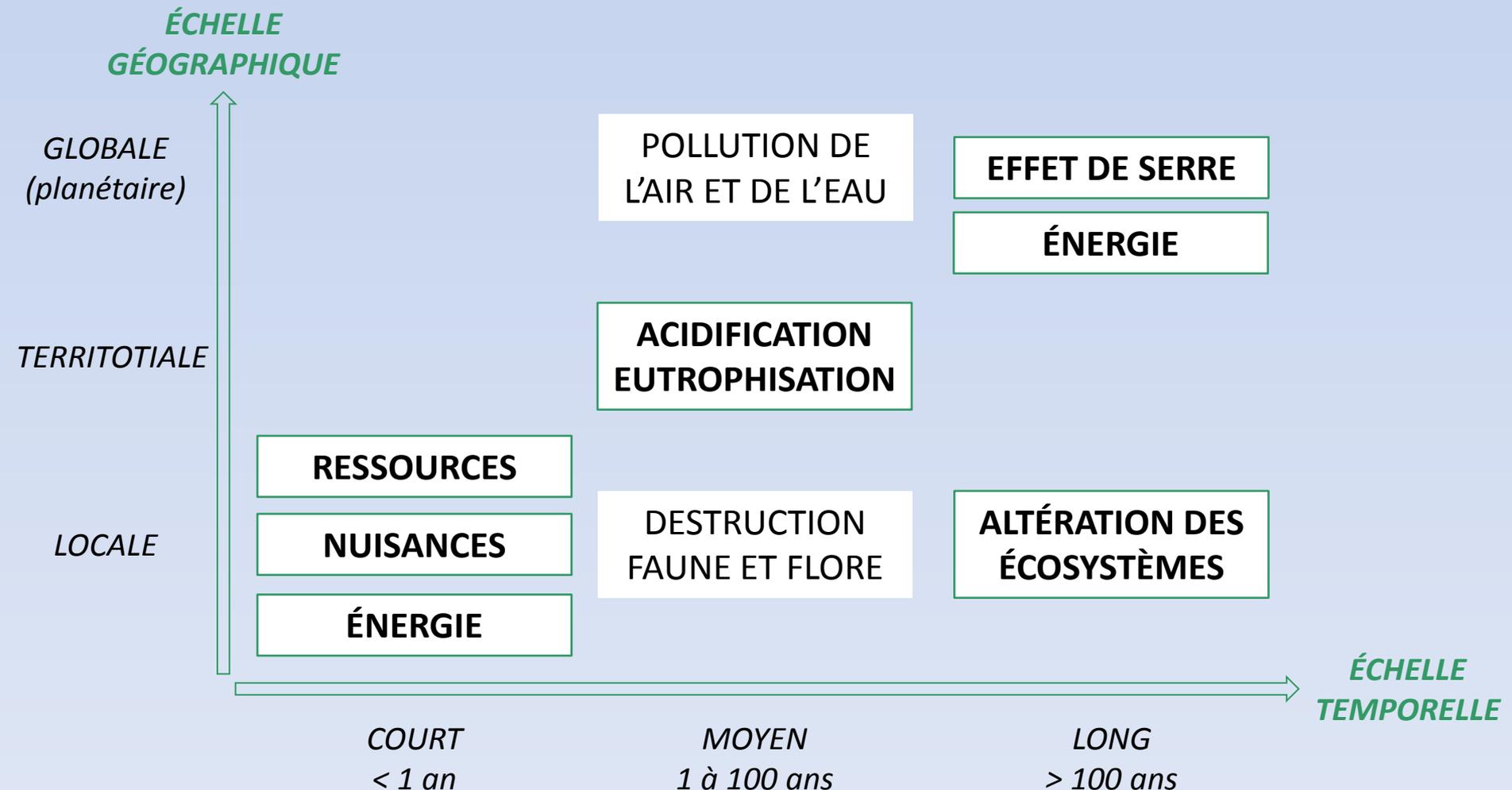
Les différentes échelles spatiales

# **Les interactions entre les différents niveaux d'échelles spatiales et temporelles**

- ° Le temps de la construction**
- ° Le temps de la vie en œuvre**
- ° Le temps de la « crise »**
- ° Le temps du changement climatique**

**les différentes échelles temporelles**

# Échelles spatiales et temporelles des impacts environnementaux

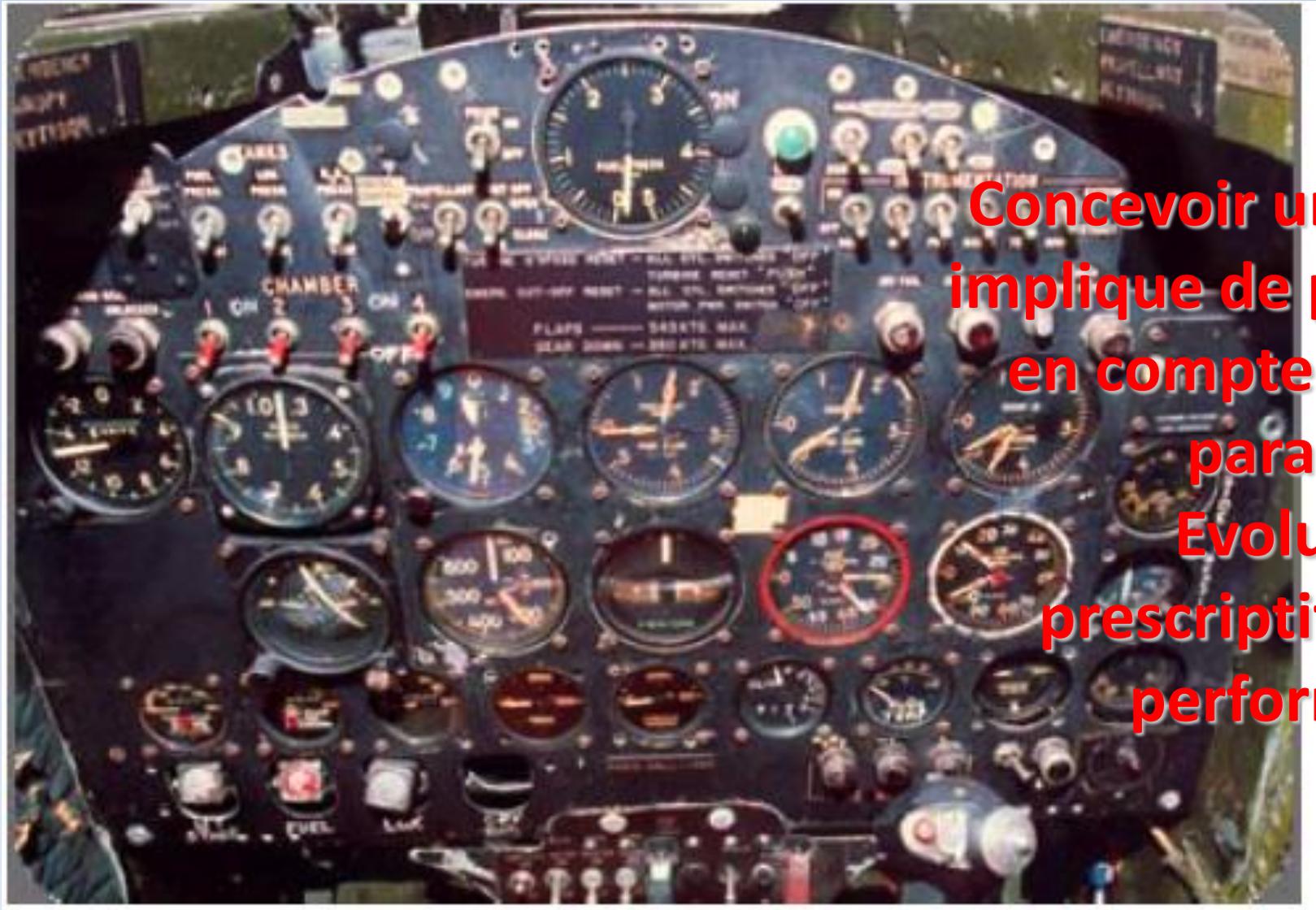


# UN SEUL CRITÈRE ?

- GES, CO2, ENERGIE, COUTS, SANTE ?



# OU MULTICRITÈRE ?



**Concevoir un projet implique de prendre en compte plus de paramètres. Evolution du prescriptif vers le performancier**

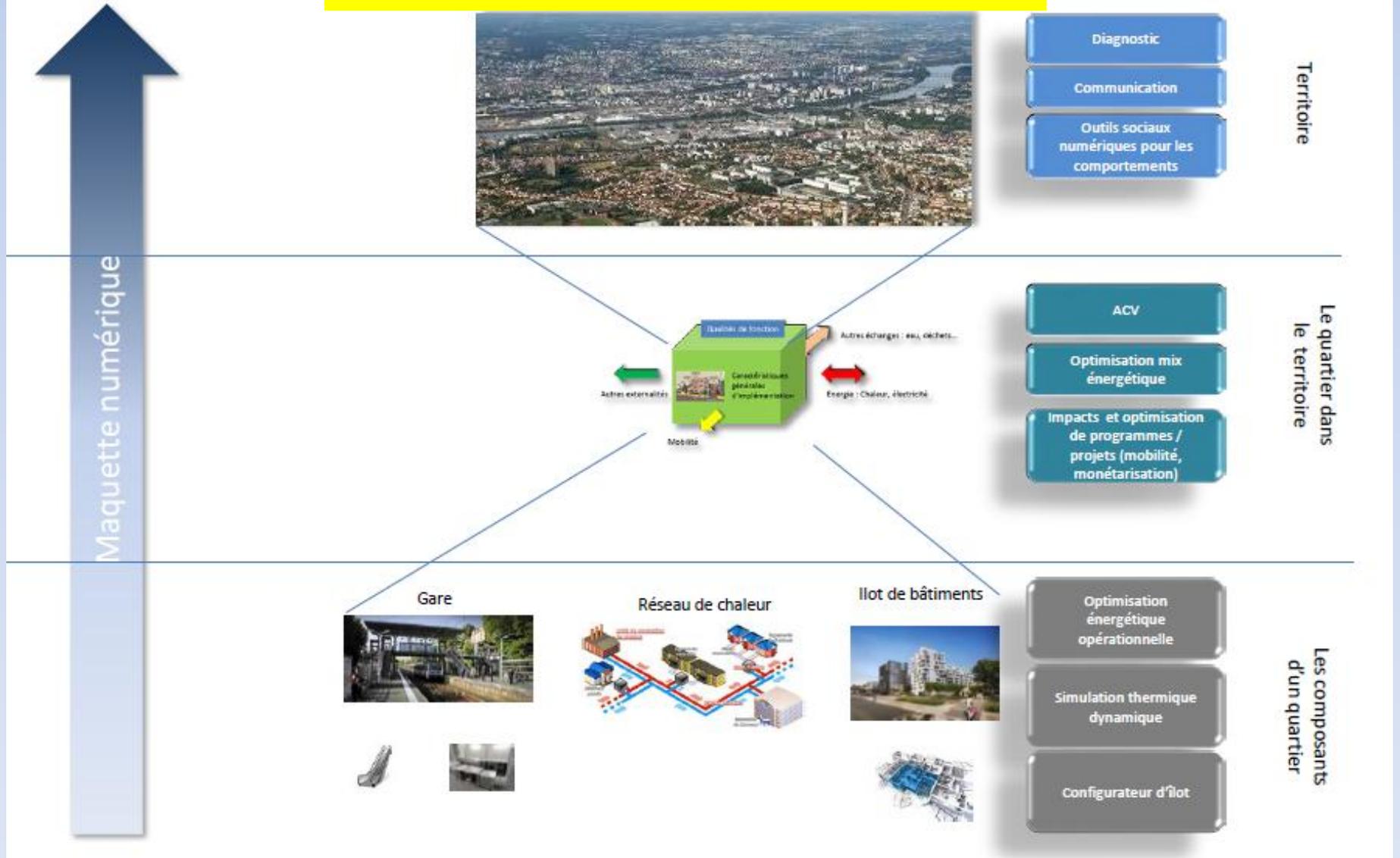
# le numérique omniprésent...

## PROJETS



## TERRITOIRE

# le numérique omniprésent....



# LA VILLE DURABLE : ÉTAPE DE L'ÉVOLUTION

## la ville durable : une etape de l'evolution

### Ville d'aujourd'hui:

- Liberté individuelle
- Ressources illimitées
- Capacité d'absorption illimitée de la nature.

### Ville d'hier

- Population humaine rassemblée autour:
  - D'activités diverses,
  - D'un projet commun de vivre ensemble,
- Aucune conscience quant à la gestion des ressources et des déchets.

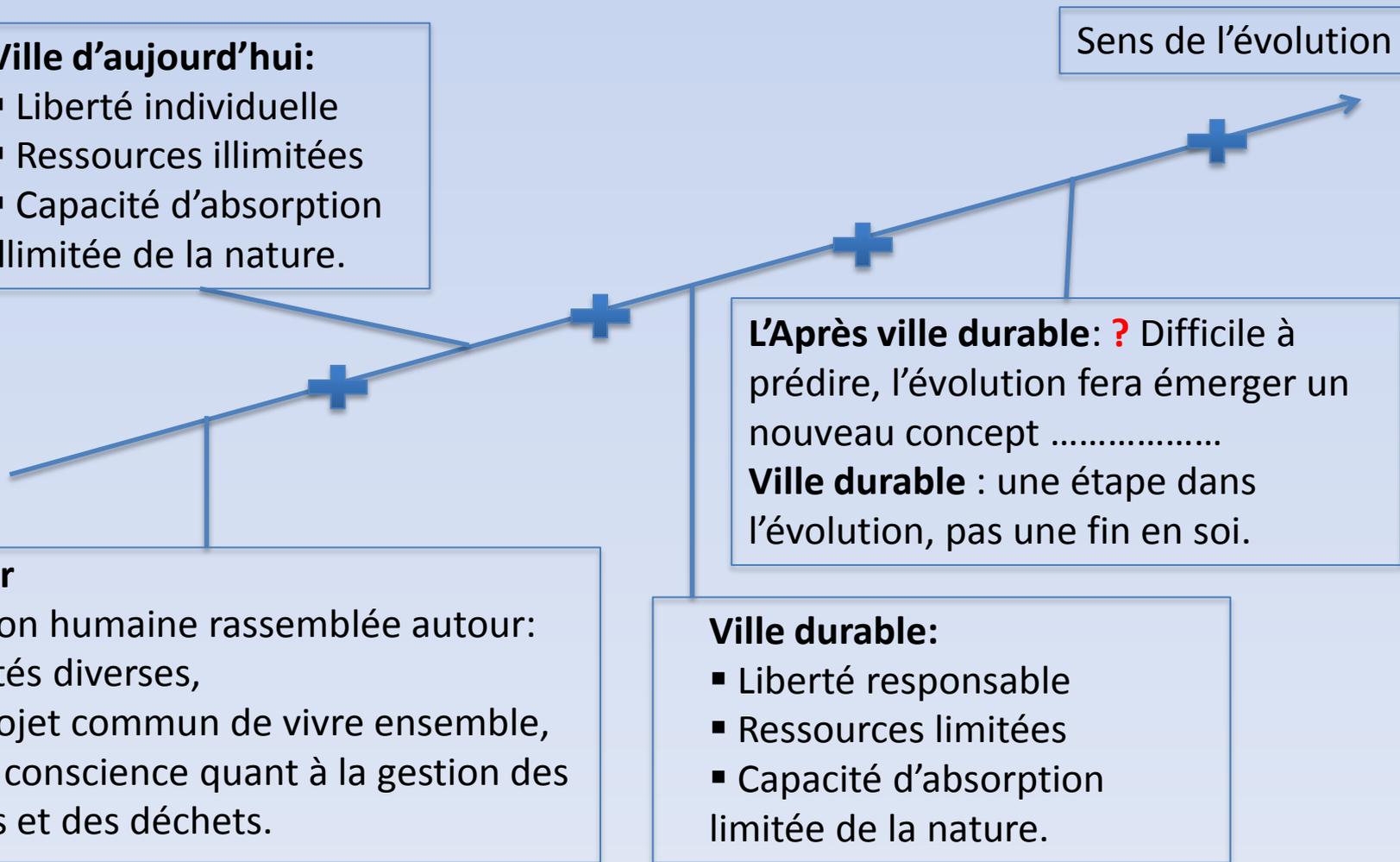
### Ville durable:

- Liberté responsable
- Ressources limitées
- Capacité d'absorption limitée de la nature.

**L'Après ville durable: ?** Difficile à prédire, l'évolution fera émerger un nouveau concept .....

**Ville durable** : une étape dans l'évolution, pas une fin en soi.

Sens de l'évolution



# INFRASTRUCTURES URBAINES DURABLES INNOVANTES

## Partie 2

### Au delà des principes et des méthodologies, des actions concrètes

Focus sur 3 déclinaisons innovantes prometteuses

- Fort enjeu
- Couvrent les 3 volets du Développement durable
- Croisement des cultures et des métiers
- Démarche collaborative de co-construction
- Portées par des groupes de réflexion et d'action dynamiques.

**Au delà des principes et des méthodologies,  
des actions concrètes**

- 1 Préservation du patrimoine viaire vs les réseaux enterrés**
- 2 La démarche « revêtements et lumière »**
- 3 L'acceptabilité des chantiers urbains et la furtivité des interventions**

**Au delà des principes et des méthodologies,  
des actions concrètes**

- 1 Préservation du patrimoine viaire vs les réseaux enterrés**
- 2 La démarche « revêtements et lumière »
- 3 L'acceptabilité des chantiers urbains et la furtivité des interventions

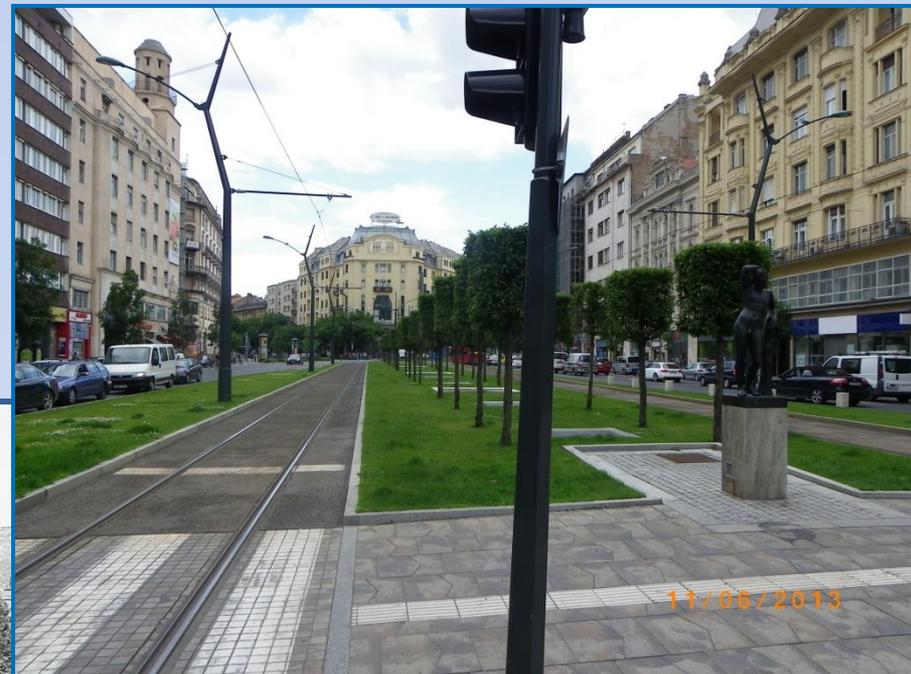
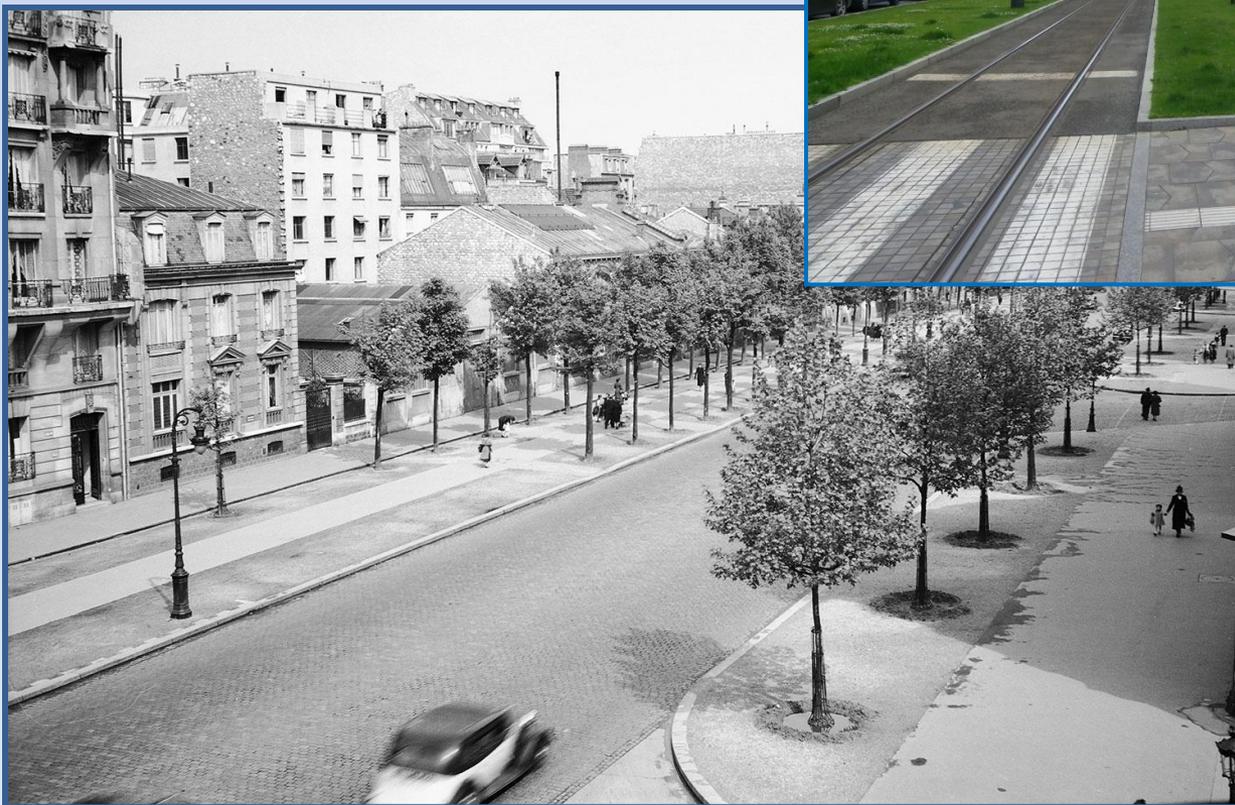


# PRÉSERVER NOTRE PATRIMOINE : UN RÈGLEMENT NATIONAL DE VOIRIE



# LE PATRIMOINE VIAIRE

du simple :  
1933



... au complexe :  
2013

# LE PATRIMOINE VIAIRE

Sophistication de surface



# LE PATRIMOINE VIAIRE

## Le poids de l'histoire ....



# LE PATRIMOINE VIAIRE

Une demande pressante de nouveaux services



# LE PATRIMOINE VIAIRE

## Artificialisation du sous-sol



L'Espace Public en chantier

# LE PATRIMOINE VIAIRE

Un patrimoine  
soumis à rude  
épreuve



Conditions  
météorologiques

Agressivité du trafic

# LE PATRIMOINE VIAIRE

Un patrimoine très sollicité :

UNE MULTITUDE D'INTERVENTIONS :

- CREATION,
- RENOUVELLEMENT,
- REPARATION,
- BRANCHEMENT.



Plus de 5 millions de chantiers par an.....

# POURQUOI UN REGLEMENT GENERAL DE VOIRIE

## Ce que dit le Code de la Voirie Routière :

### Article R.141-14 du Code de la Voirie Routière :

*Un règlement de voirie fixe les modalités d'exécution des travaux de remblaiement, de réfection provisoire et de réfection définitive conformément aux normes techniques et aux règles de l'art. Il détermine les conditions dans lesquelles le maire peut décider que certains travaux de réfection seront exécutés par la Commune.*

*Ce règlement est établi par le Conseil municipal après avis d'une Commission présidée par le Maire et comprenant, notamment, des représentants des affectataires, permissionnaires, concessionnaires et autres occupants de droit des voies communales.*

### Article R.141-15 du Code de la Voirie Routière :

*Dans les communes où il n'a pas été établi un règlement de voirie, le Conseil municipal détermine à l'occasion de chaque opération, après concertation avec les intervenants, les modalités d'exécution des travaux de remblaiement et de réfection des voies et de leurs dépendances.*

*Le Conseil peut décider, dans les mêmes conditions, que certains des travaux de réfection seront exécutés par la Commune.*

## LE PATRIMOINE VIAIRE

**un besoin d'uniformisation**

- **101 Conseils Départementaux**
- **15 Communautés Urbaines**
- **198 Communautés d'Agglomérations**
- **2 581 Communautés de communes**
- **36 681 Communes**

**Autant de règlements de voirie différents...**

**UN RÈGLEMENT GÉNÉRAL DE VOIRIE**

**pour une nécessaire harmonisation nationale**

## LE PATRIMOINE VIAIRE

### Pourquoi un règlement général de voirie ?

#### RESULTATS D'ENQUETES :

- Petites collectivités démunies
- Logique du plus fort
- Pratiques souvent mal cadrées
- Pratiques très hétérogènes
- Pertes économiques



**Un réel besoin d'uniformité, de sécurité juridique, de clarification et de sensibilisation.....**

# LE PATRIMOINE VIAIRE

## *Impact des tranchées sur la durée de vie des chaussées*



Projet de recherche partenarial :



**Vers une gestion raisonnée et durable du patrimoine urbain**

## ***IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES CONTEXTE***

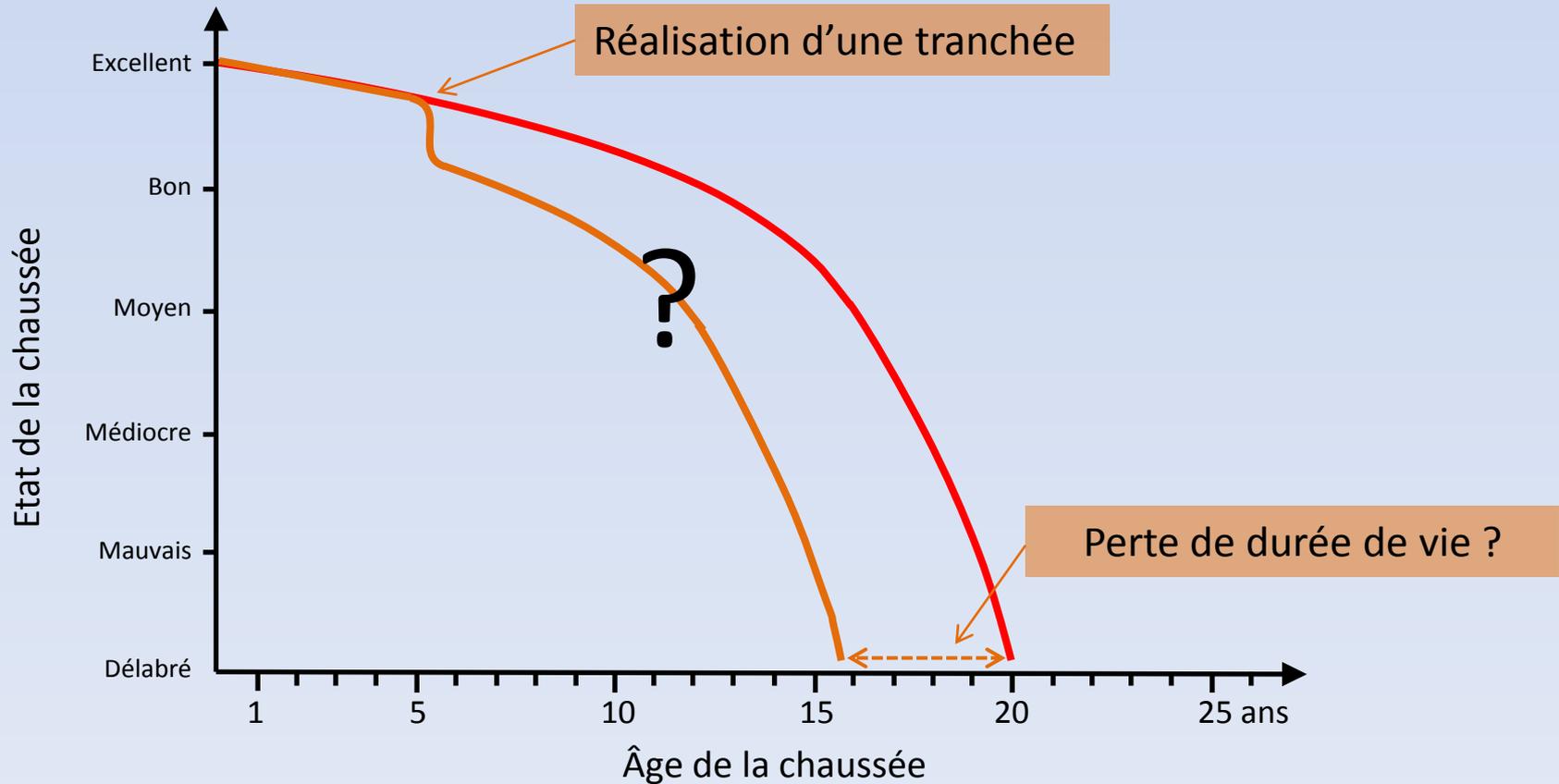
**Des « pansements », « rustines », ancrées dans l'inconscient  
mais dont l'effet global n'est aujourd'hui pas quantifié...**



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## Mesurer les effets

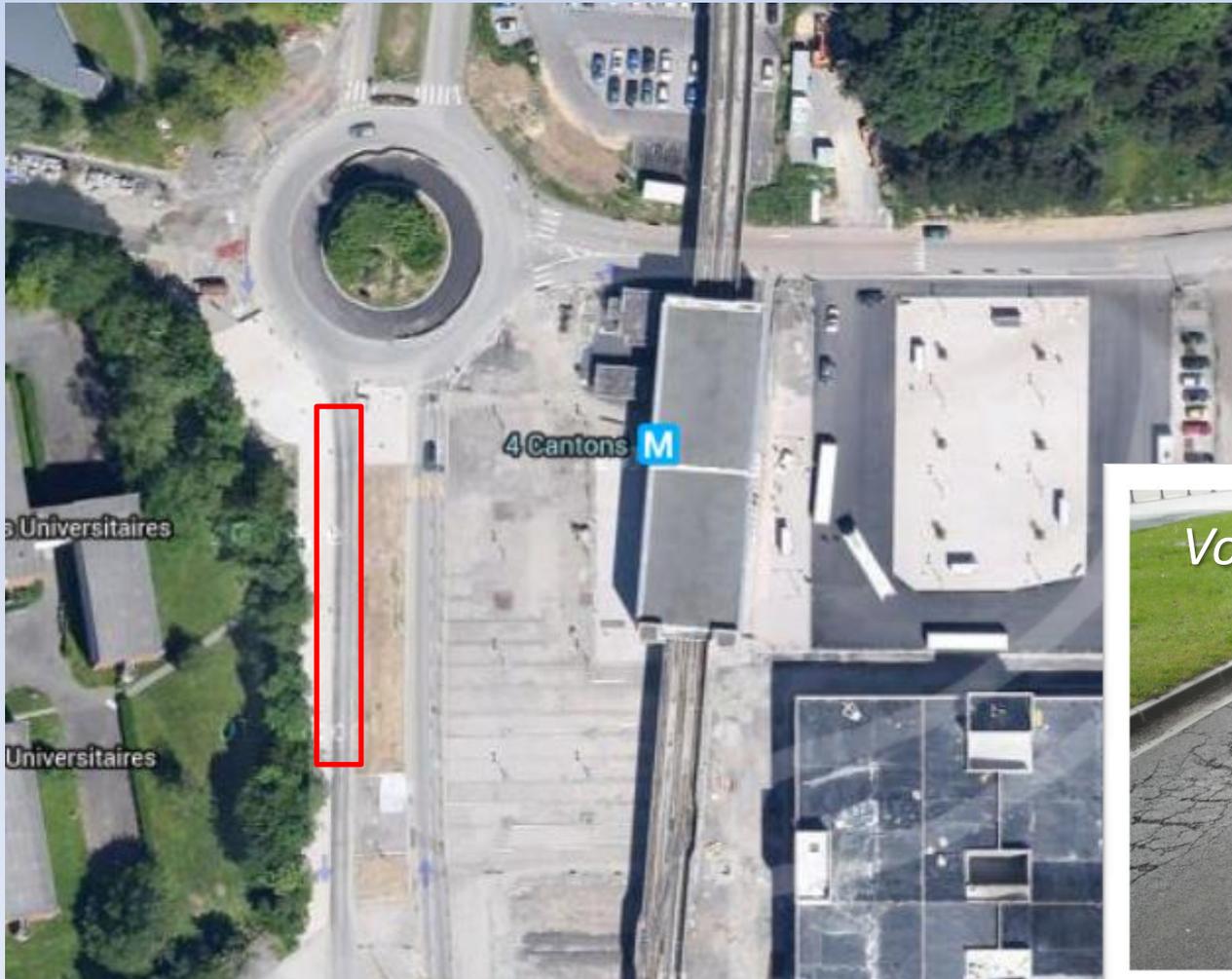
**Objectifs** : - Evaluer scientifiquement la « supposée » réduction de la durée de vie des chaussées induite par les tranchées



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## Choix du site

*Voie canalisée – sup. à 300 bus/jour*





# **IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES**

## *Déroulé des travaux*

### **1/ Chantier classique de reconstruction de la chaussée**



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## *Déroulé des travaux*

### 2/ Intégration des capteurs à l'avancement des travaux



*Fond de forme  
(hygrométrie, pression,  
température)*

# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## *Déroulé des travaux*

### 2/ Intégration des capteurs à l'avancement des travaux



*Base des EME  
(déformation, hygrométrie, pression,  
température, fibre optique)*



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## *Déroulé des travaux*

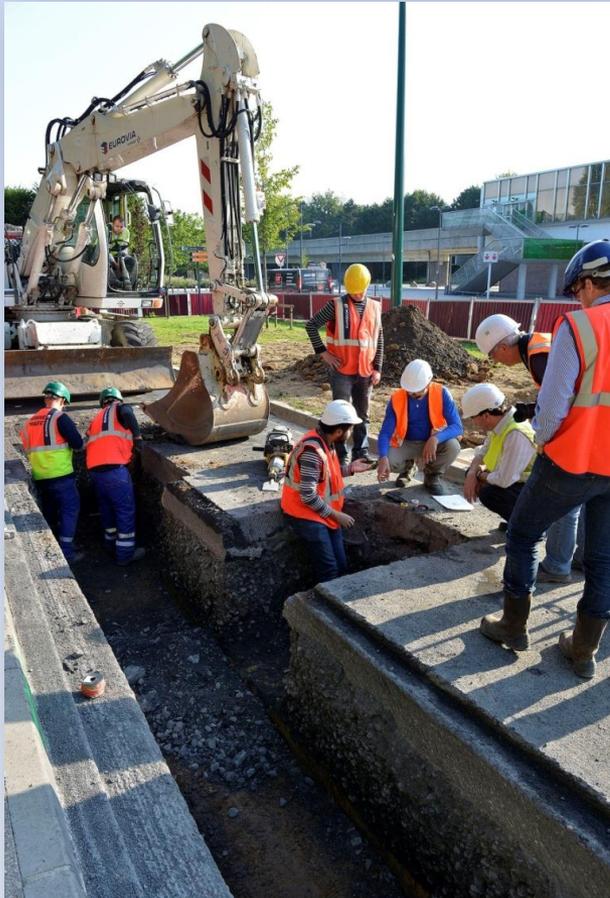
### 3/ Couche de roulement



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## *Déroulé des travaux*

### 4/ Ouverture d'une tranchée « dans la foulée »



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## *Déroulé des travaux*

### 5/ Instrumentation dans la tranchée



*Fond de forme et base des EME  
(déformation, hygrométrie, pression,  
température, fibre optique)*

# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

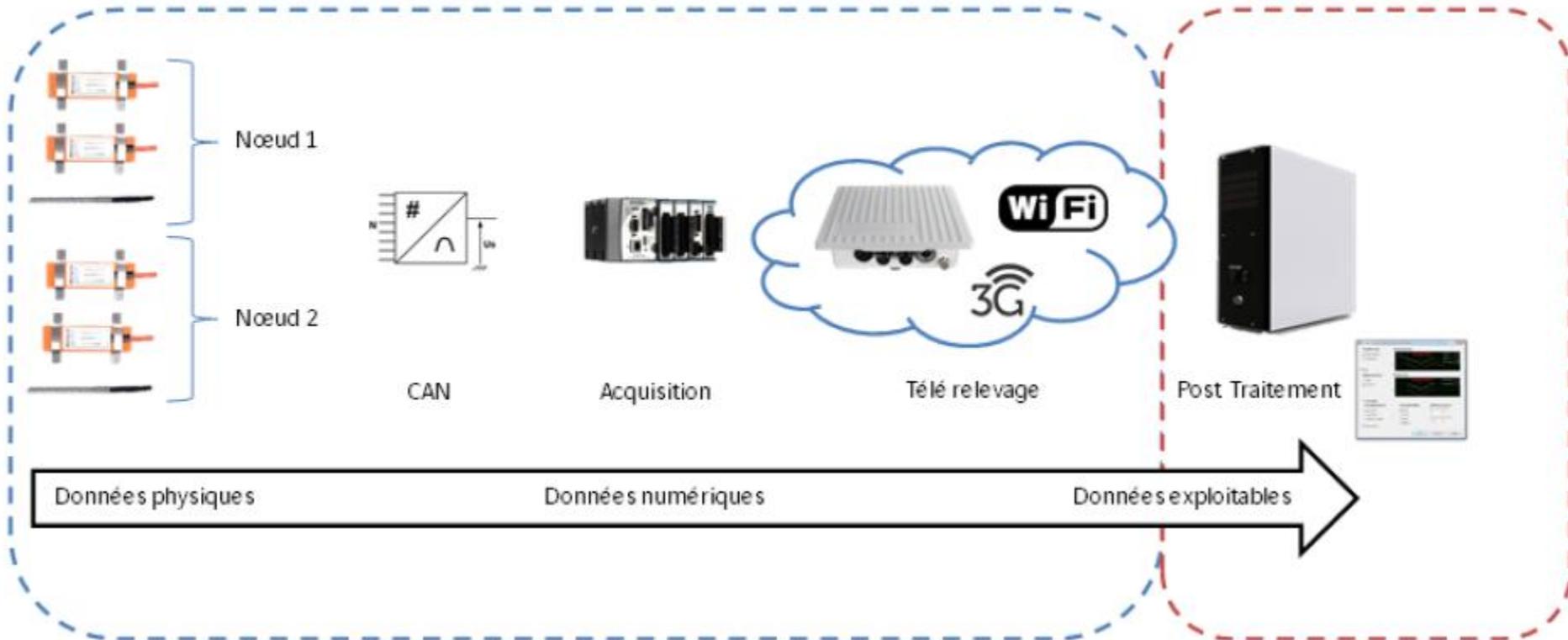
## *Déroulé des travaux*

### 6/ Remblayage, compactage & fermeture de la tranchée



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## Exploitation des résultats



## **IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES** *Exploitation des résultats – Les données ‘déflexions’*

- Des mesures de déflexions sont effectuées à intervalles réguliers afin d’obtenir des données complémentaires et obtenir des correspondances avec les mesures des capteurs



# IMPACT DES TRANCHÉES SUR LA DURÉE DE VIE DES CHAUSSÉES

## Suites

### Perspectives :

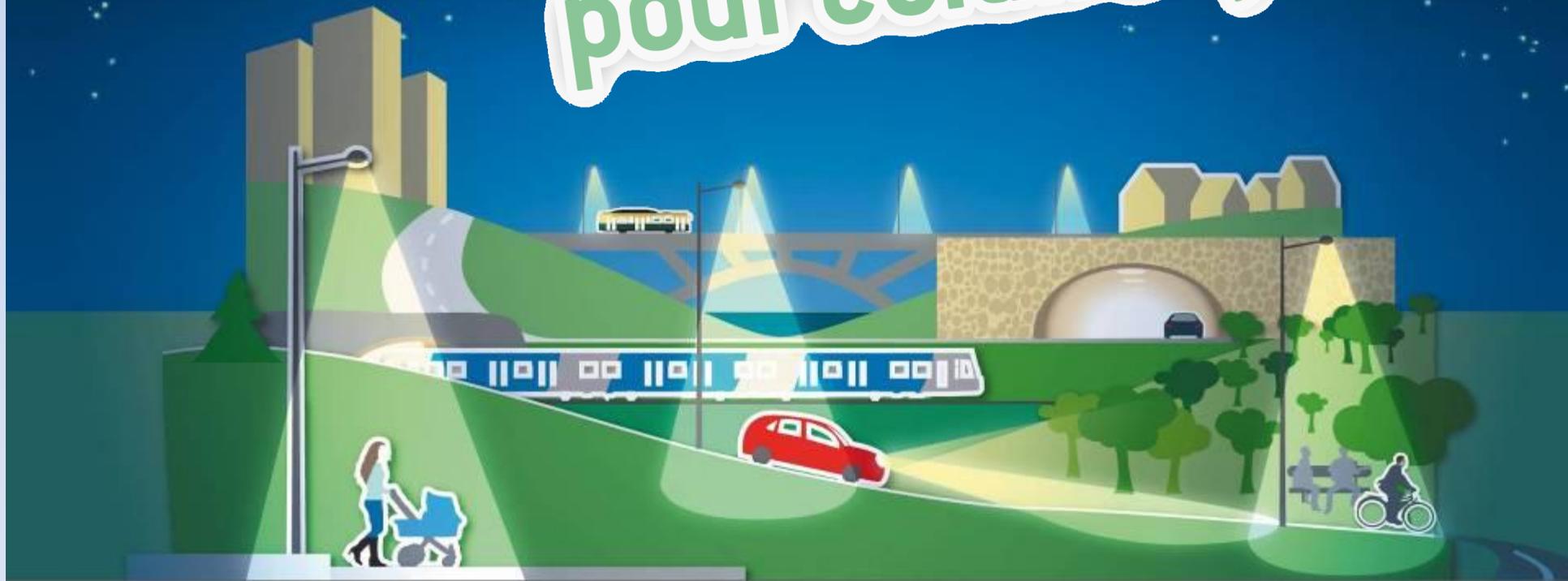
1. *Exploitation fine des données recueillies*
2. *Rapprochement entre ces données et la mécanique des chaussées*
3. ***Estimation scientifique de la perte de valeur patrimoniale due aux tranchées***
4. *Consolidation des règlements de voirie*
5. ***Révision du dimensionnement et de la conception des voiries urbaines***
6. ***Intégration dans la stratégie de maintenance du patrimoine***
7. *Réflexions sur d'autres dispositifs d'instrumentation*

***-> une démarche au service de l'utilisateur  
et de la préservation de son cadre de vie***

**Au delà des principes et des méthodologies,  
des actions concrètes**

- 1 Préservation du patrimoine viaire vs les réseaux enterrés
- 2 La démarche « revêtements et lumière »**
- 3 L'acceptabilité des chantiers urbains et la furtivité des interventions

# revêtements et lumière pour éclairer juste



**groupe de travail  
«Revêtements et lumière»**

# REVETEMENTS ET LUMIERE

## L'éclairage public est indispensable

- Sécurité
  - Visibilité des usagers
    - automobiles
    - deux roues
    - Piétons...
  - Risque d'agression



# Éclairage public : économie et environnement

- Quelques chiffres (source ADEME)
  - En France : 9 millions de sources lumineuses de 133 W en moyenne
  - Coût annuel : 400 millions d'euros
  - 38 % de la facture d'électricité des collectivités locales
- Maîtriser l'éclairage c'est :
  - Faire des économies
  - Contribuer à la limitation des émissions de CO<sub>2</sub>

**démarche revêtement  
et lumière  
NF EN 13201**

# REVETEMENTS ET LUMIERE

## Les constats

- Des **métiers qui ne travaillent pas ensemble**
- **La palette des revêtements s'étend** mais les caractéristiques photométriques réelles des matériaux ne sont pas prises en compte pour le dimensionnement des installations
- **Les technologies en matière d'éclairage public se développent rapidement** Des optimisations en matière de consommation électrique et de maintenance sont possibles

# REVETEMENTS ET LUMIERE

## La méthodologie

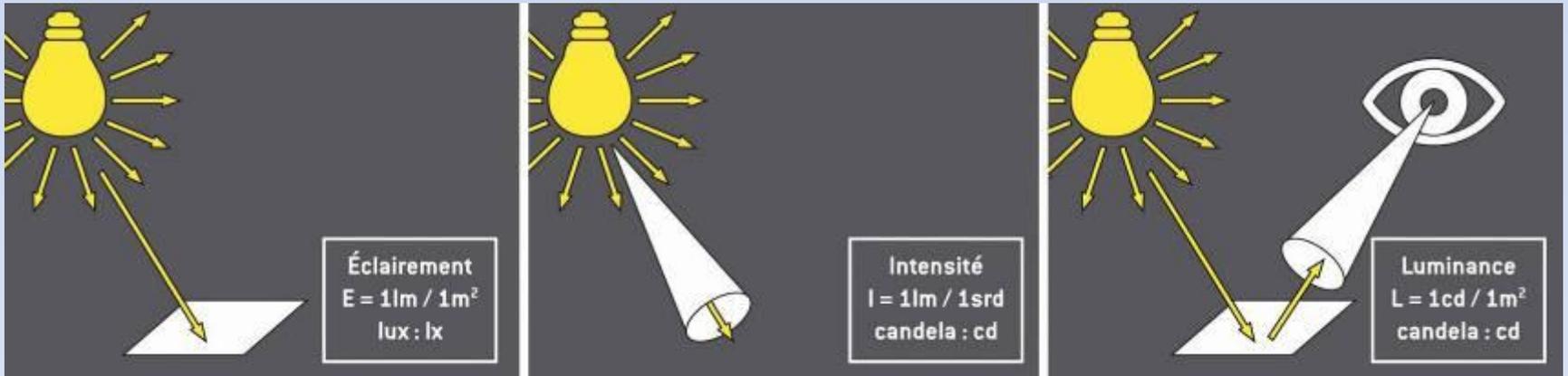
- **Mettre autour d'un même table les professionnels publics et privés de la voirie et de l'éclairage public**
  - **But : parler un même langage**
- **Développer ensemble des outils pour aider à la prescription :**
  - **Edition d'une plaquette d'information**
  - **Développement d'un catalogue de revêtements**
  - **Actions sur les outils logiciels**
  - **Accompagnement de nouvelles réalisations**
  - **Veille technologique**



# REVETEMENTS ET LUMIERE

## Éclairage et perception des revêtements

- **Le principe : mieux valoriser la luminance**



# REVETEMENTS ET LUMIERE

Éclairage et perception des obstacles  
Les obstacles sont perçus par contraste



$$C = (L_o - L_f) / L_f$$

$L_o$  : **luminance de l'objet**

$L_f$  : **luminance du fond**

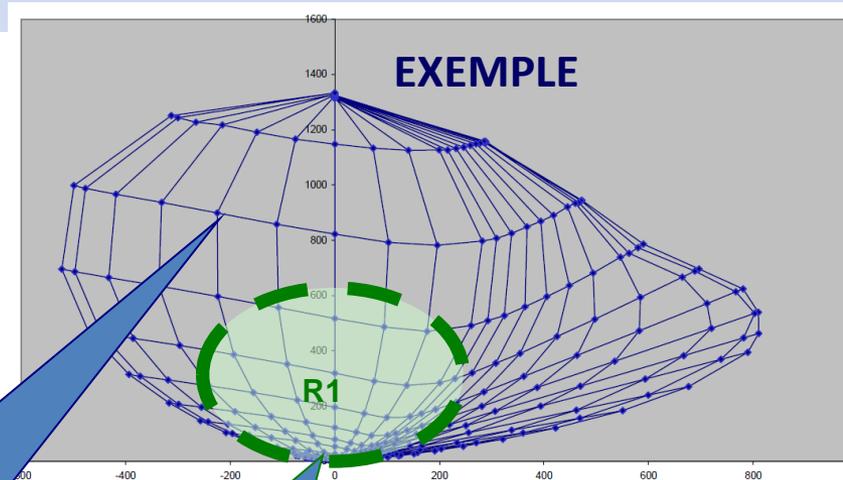
$C$ : contraste

## Les classes photométriques de revêtements

- Les revêtements « standards » employés aujourd'hui pour les calculs ne correspondent pas à des revêtements « réels »
- ➔ Utiliser les caractéristiques réelles permet d'optimiser les calculs d'éclairage

Tableau 2. Système de classification R de la CIE

Classe	Limites de $S_1$	Tableaux types	
		$S_1$	$Q_0$
RI	$S_1 < 0,42$	0,25	0,10
RII	$0,42 \leq S_1 < 0,85$	0,58	0,07
RIII	$0,85 \leq S_1 < 1,35$	1,11	0,07
RIV	$1,35 \leq S_1$	1,55	0,08



Enrobé clair réel

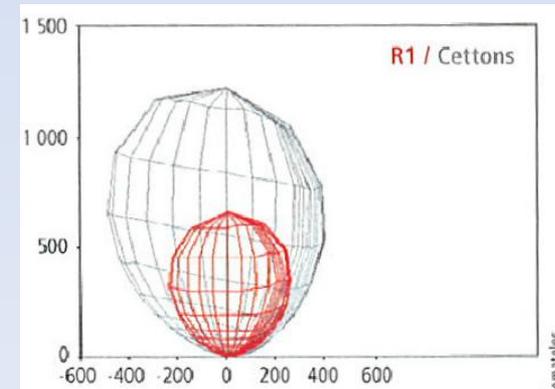
Revêtement clair  
standard

# REVETEMENTS ET LUMIERE

## Les revêtements

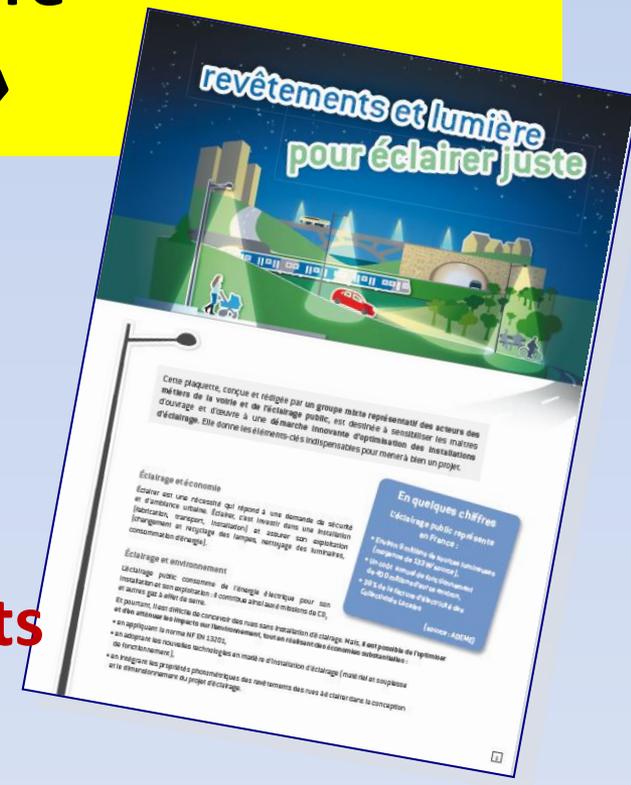
### Bétons de ciment :

- Généralement clairs
- Très diffusants
- Peu évolutifs



# Revêtements et lumière « Éclairer juste »

- Objectifs du groupe de travail
  - Édition d'une plaquette d'information
  - Communication
  - **Bibliothèque de revêtements**
  - Action sur les outils logiciels
  - Accompagnement de nouvelles réalisations
  - Veille technologique



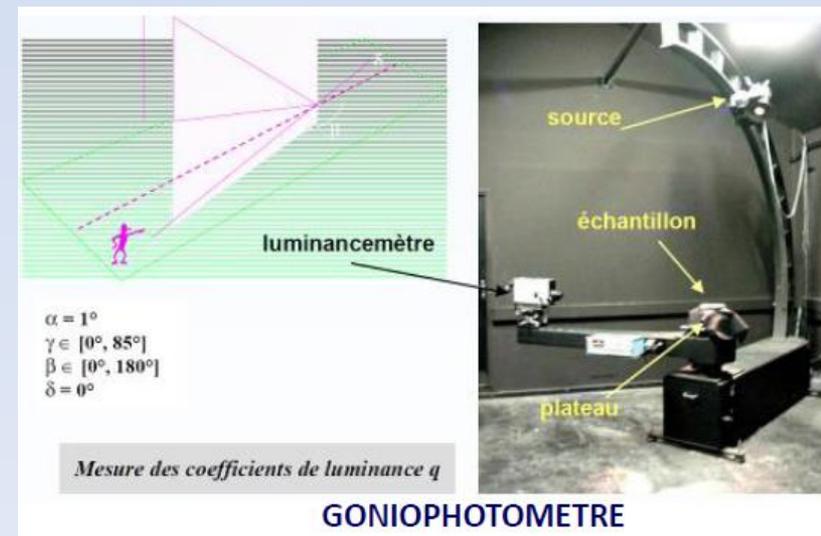
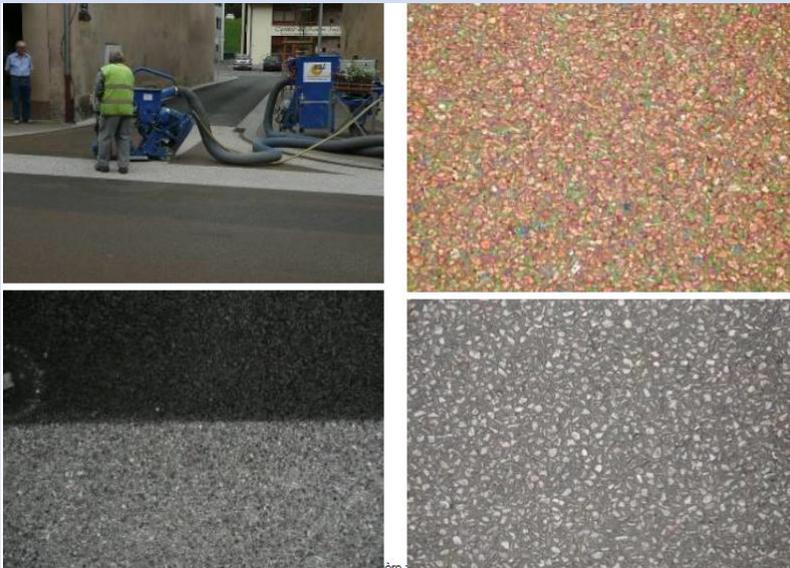
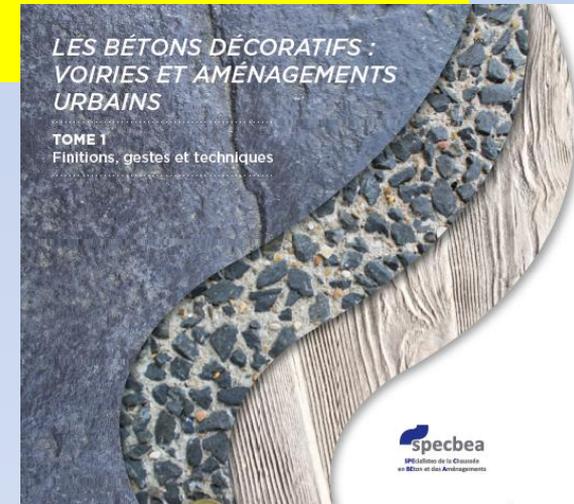
# REVETEMENTS ET LUMIERE

## Les premiers chapitres de la bibliothèque des caractéristiques photométriques des Revêtements urbains

10 revêtements en béton décoratif

12 revêtements en enrobés bitumineux

6 revêtements en asphalte coulé



# REVETEMENTS ET LUMIERE

## Les revêtements - Caractéristiques d'usage



- « Traficabilité » adaptée
- Durabilité
  - Tenue à l'eau
  - Résistance à l'orniérage
  - Résistance au cisaillement
- Sécurité
  - Adhérence, drainabilité
- Confort
  - Uni, niveau acoustique
- Esthétique / couleur
- **Photométrie**



## REVETEMENTS ET LUMIERE

### Les revêtements – Enrobés bitumineux – enrobés clairs et colorés



#### **Enrobés clairs :**

- Très clairs et brillants à la mise en service
- Stabilisés en quelques mois
- Clarté -> Fort impact sur l'éclairage

# REVETEMENTS ET LUMIERE

Application de la démarche : Lumiroute®

**Optimisation du couple  
revêtement / luminaire**



# REVETEMENTS ET LUMIERE

Application de la démarche : Lumiroute® – chantier Limoges



Vue générale  
Lumiroute® 2 à gauche / Lumiroute® 1 à droite

Autre chantier Lumiroute® 1





**Au delà des principes et des méthodologies,  
des actions concrètes**

- 1 Préservation du patrimoine viaire vs les réseaux enterrés
- 2 La démarche « revêtements et lumière »
- 3 **L'acceptabilité des chantiers urbains et la furtivité des interventions**

# DANS LE MONDE ENTIER, LA DEMANDE D'AMÉNAGEMENT VA CROISSANTE ...



Avant



Après

**Saint-Denis (93) - France**

**DANS LE MONDE ENTIER, LA DEMANDE D'AMÉNAGEMENT VA  
CROISSANTE ...**



Avant



Après

**BRUXELLES**

# MAIS LES USAGERS RÉPUGNENT À VIVRE LES EMBARRAS DES CHANTIERS



# L'ACCEPTABILITE DES CHANTIERS URBAINS



Programme de recherche 2008  
« Villes durables »



## CHANTIERS FURTIFS URBAINS

« **FURET** »

(**F**urtivité **U**rbaine **R**éseaux **E**t **T**ravaux)

---

# L'ACCEPTABILITE DES CHANTIERS URBAINS

## Objectifs du projet FURET

Identifier les leviers d'action pour accroître  
la furtivité des chantiers urbains

- Aide à la décision prédictive
- Sûreté de connaissance du sous-sol
- Organisation industrielle
- Innovations technologiques
- Travail pour nouveau rapport au public
- Benchmarking...



SERCE



# Acceptabilité des chantiers urbains

*Déploiement d'une approche collaborative*



# Acceptabilité des travaux urbains

## 4 bonnes raisons

### Améliorer l'image des TP:

- Relations riverains et usagers,
- Pédagogie,
- Qualité des travaux,
- Attractivité des métiers.

### Répondre aux enjeux :

- Sociaux,
- Environnementaux,
- De Santé / sécurité,
- Économiques,
- Numériques : Villes connectées et durables.



### Favoriser l'innovation:

- Outil comparateur
- Méthodes industrielles,
- Matériaux et mise en œuvre,
- Management de chantier,

### Favoriser le dialogue :

- Entreprises,
- MOA,
- MOE,
- Habitants.

# L'ACCEPTABILITE DES CHANTIERS URBAINS

**Les attentes des collectivités locales,  
donneurs d'ordre des travaux urbains**















CONJOINTEMENT AU SALON

**INTERROUTE  
& VILLE 2014**

**Acceptabilité des chantiers urbains**  
*Déploiement d'une approche collaborative*

# PROGRAMME DU CONGRÈS

DU 07 AU 09 OCT. 2014  
EUREXPO-LYON



**L'USAGER AU CŒUR DES RÉSEAUX  
D'INFRASTRUCTURES DURABLES  
ET INNOVANTES**

Inscrivez-vous sur [WWW.INTERROUTE-VILLE.COM](http://WWW.INTERROUTE-VILLE.COM)

Partenaires



# L'ACCEPTABILITE DES CHANTIERS URBAINS



# MOC



## *Acceptabilité des Chantiers*





## MOOC ACCEPTABILITÉ DES CHANTIERS

### ■ **Projet innovant** : Premier MOOC/SPOC

➤ *4 premiers domaines couverts*

- *Modélisation et coordination*
- *Connaissance du sous sol*
- *Maitrise du règlement de voirie*
- *Optimisation des risques et des gênes*

## SOURCES ET REMERCIEMENTS

Joseph ABDO	CIMBETON	Bertrand POUTEAU	EUROVIA
Stéphane BAKOWSKI	EUROVIA	Stéphane RUTARD	FNTP
Frédérico BATISTA	EPAMSA	Gérard SENIOR	architecte
Guy BEURIER	AITF	Isam SHAHROUR	USTL
Florence CASTEL	ADVANCITY		
Mohamed CHACHOUA	EIVP		
Cyril CHAIN	CEREMA		
Marc COURBOT	MEL / AITF		
Pierre de THE	USIRF		
Christian DEURE	EGIS		
Philippe GANDON-LEGER	COMATELEC		
Eric GODARD	COLAS		
Julien HENIQUE	MEL		
Marc JAKUBOWSKI	MALET		
Armelle LANGLOIS	VINCI Construction		
Jean Christophe LOUVET	FNTP		
Jean Louis MARCHAND	USIRF		
Michel MAZE	EUROVIA		
David MIET	CETE IdF		



CONGRÈS  
**INFRA  
2015**

**VALORISATION  
DES INFRASTRUCTURES  
DANS L'ESPACE PUBLIC**



**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**

[j-p.chistory@wanadoo.fr](mailto:j-p.chistory@wanadoo.fr)