



LEMA

Des infrastructures au territoire : 6 défis pour le BIM

Jacques Teller
Université de Liège

Conférence eduBIM, Paris Saclay
15-16 mai 2019

Des infrastructures au territoire

6 défis pour le BIM

- ▶ **Faire** territoire plutôt que s'intégrer dans le territoire
- ▶ **Densifier** dans/autour de noeuds toujours plus complexes
- ▶ **Entretenir** le réseau à travers les données
- ▶ **Planifier** en condition de forte incertitude technologique
- ▶ **Réduire** l'emprise des infrastructures
- ▶ **Reconnaître** l'utilisateur comme un opérateur urbain

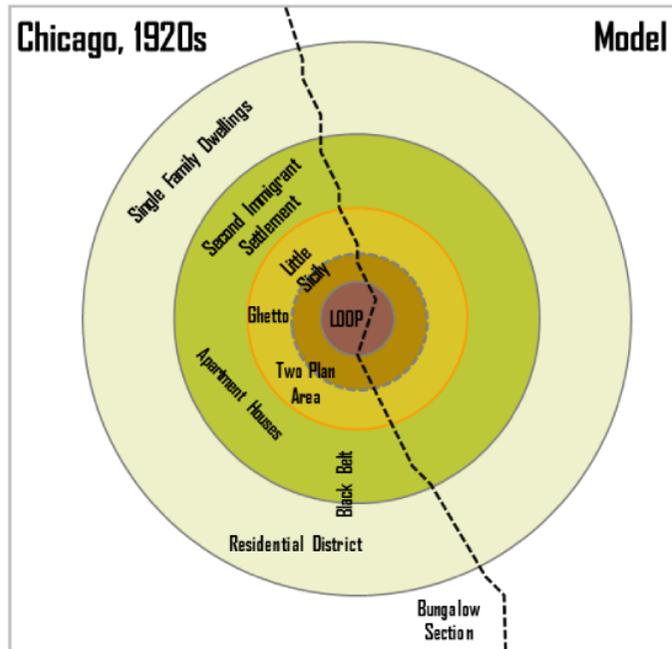
Des infrastructures au territoire

Faire territoire plutôt que s'intégrer dans le territoire

- ▶ Le territoire s'est construit autour et avec les infrastructures.
- ▶ La ville à pied, du chemin de fer, de la voiture. Pas une succession d'état, mais un empilement de « cadres » qui ont forgé notre territoire.
- ▶ Une fragmentation urbaine de plus en plus importante, tant sur le plan social/fonctionnel.
- ▶ Dans la ville fragmentée, l'infrastructure et ses noeuds deviennent un véritable enjeu social, bien plus que les lieux de production en tant que tels.

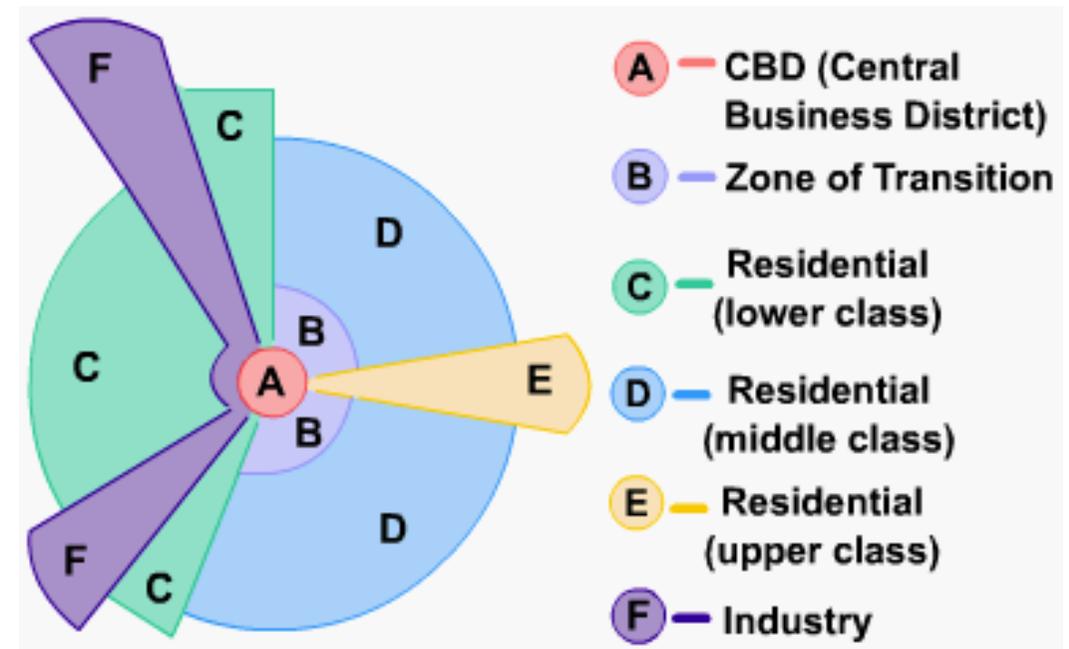
Des infrastructures au territoire

Faire territoire plutôt que s'intégrer dans le territoire



- I - Loop (downtown)
- II - Factory zone
- III - Zone of transition
- IV - Working class zone
- V - Residential zone
- VI - Commuter zone

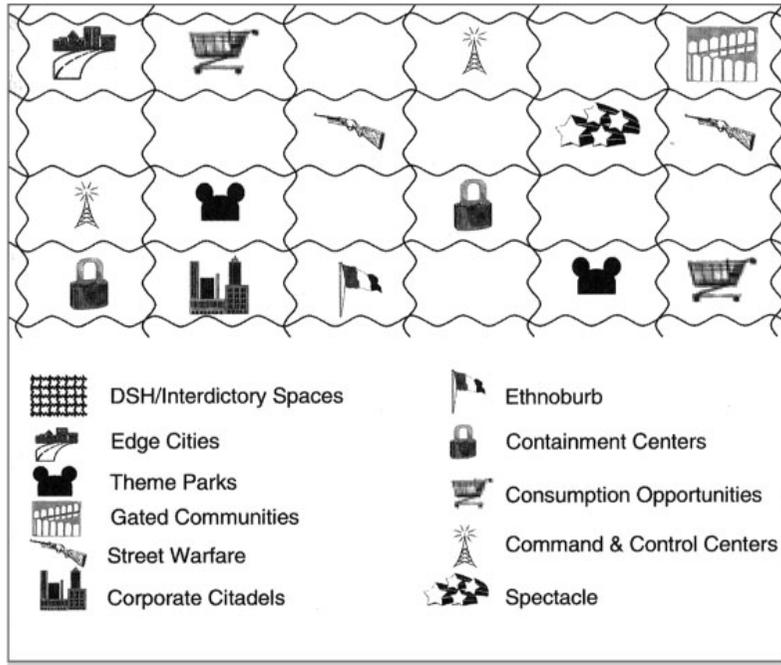
Burgess, 1925



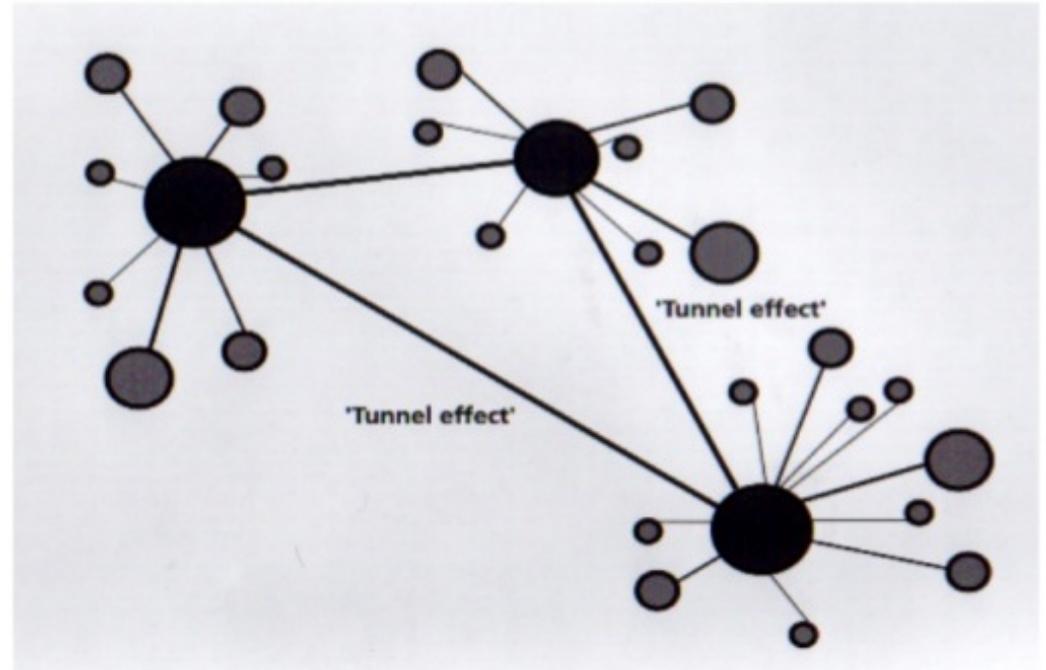
Hoyt, 1939

Des infrastructures au territoire

Faire territoire plutôt que s'intégrer dans le territoire



Dear & Flusty, 1998



Graham & Marvin, 2001

Des infrastructures au territoire

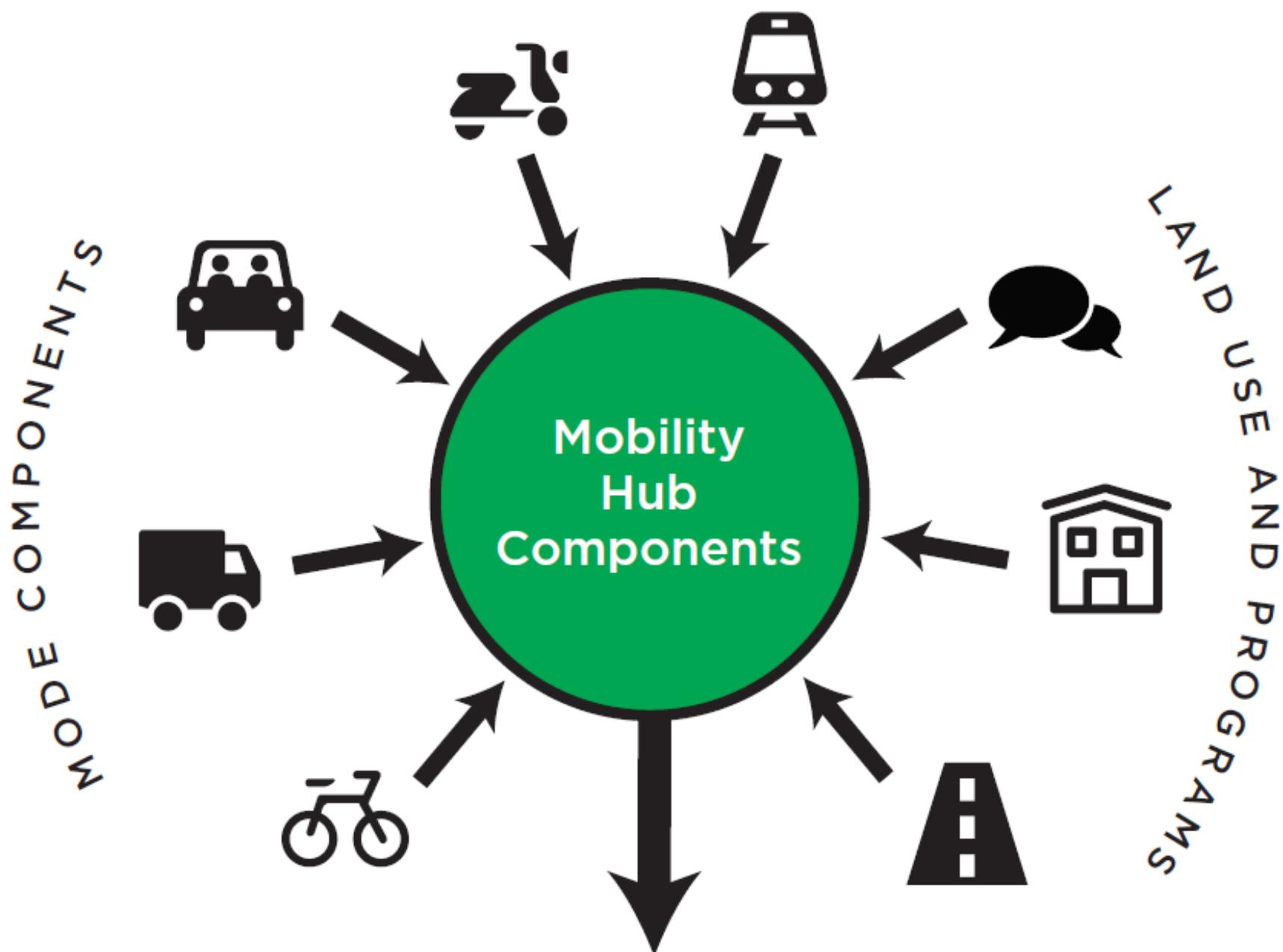
Faire territoire plutôt que s'intégrer dans le territoire

- ▶ Envisager la conception des infrastructures dans la logique d'une **écologie de la mobilité** (G.Amar), qui met l'accent sur l'adhérence des systèmes de mobilité par rapport au territoire/ à la ville.
- ▶ Travailler à plusieurs **LoD** dans la représentation des infrastructures de manière à conserver une vision territoriale tout au long du processus de conception.
- ▶ Le passage d'une échelle à l'autre n'est en rien séquentielle, mais doit être réfléchi comme autant de « **lines of thought** » qui se développent en parallèle.
- ▶ Intégrer **SIGs** et BIM dans l'optique d'une meilleure représentation du territoire.

Des infrastructures au territoire

Densifier dans/autour de noeuds toujours plus complexes

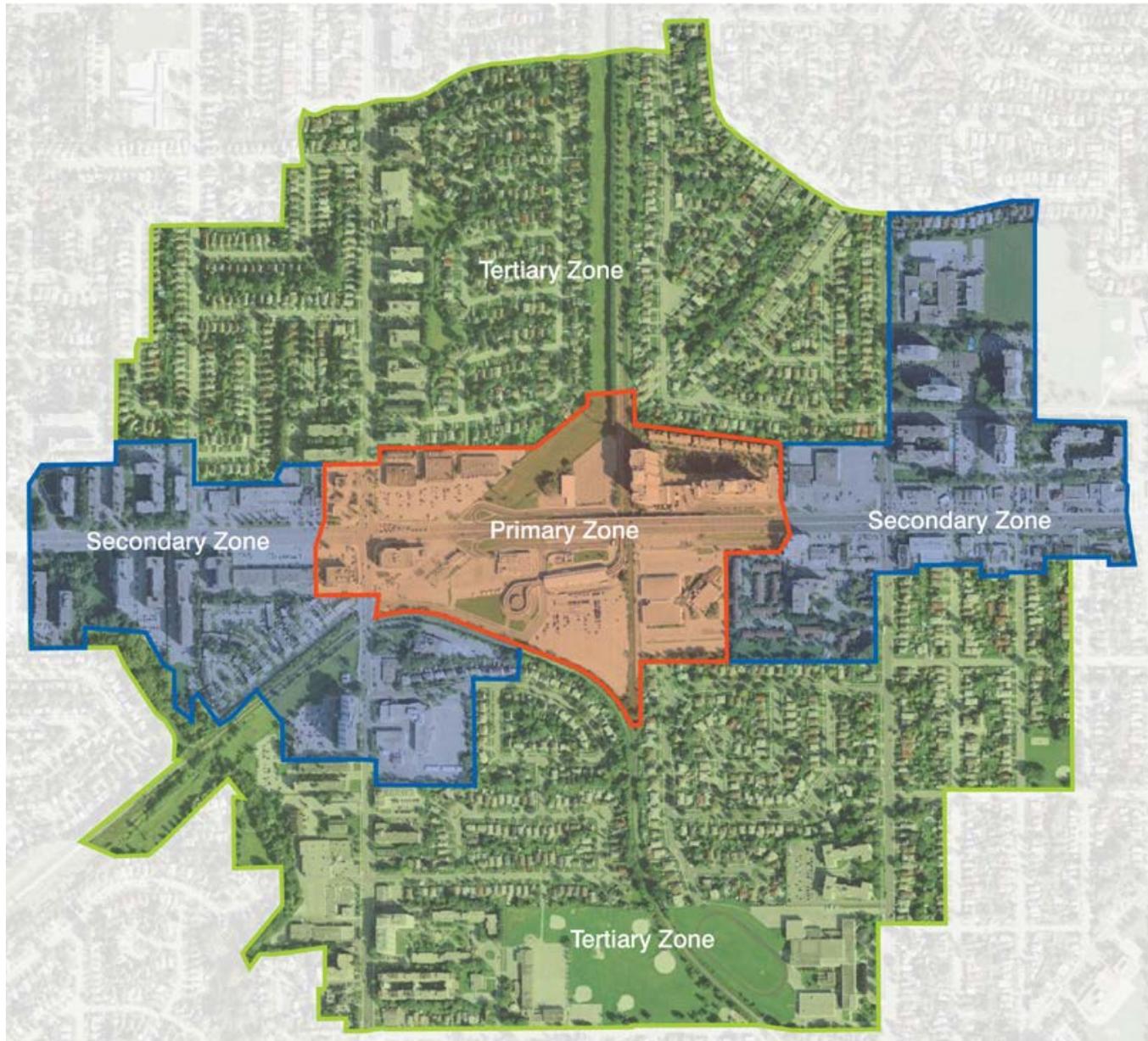
- ▶ Les noeuds du territoire constituent autant de lieux où est appelée une densification de l'habitat et des services.
- ▶ Transit-Oriented Development (Montréal, Hong-Kong, ...) ou de contrats de pôle (Grand-Paris Express, projets de tramway etc.).
- ▶ Coordonner l'évolution de l'infrastructure (y compris le service) et production d'immobilier résidentiel, bureau, services.
- ▶ Une logique qui se décline pour différents types d'infrastructures, y compris routière, à travers les Mobility Hubs.



Traveler Needs
Safe, reliable, affordable,
easy to navigate, enjoyable

Des infrastructures au territoire

Densifier dans/autour de noeuds toujours plus complexes

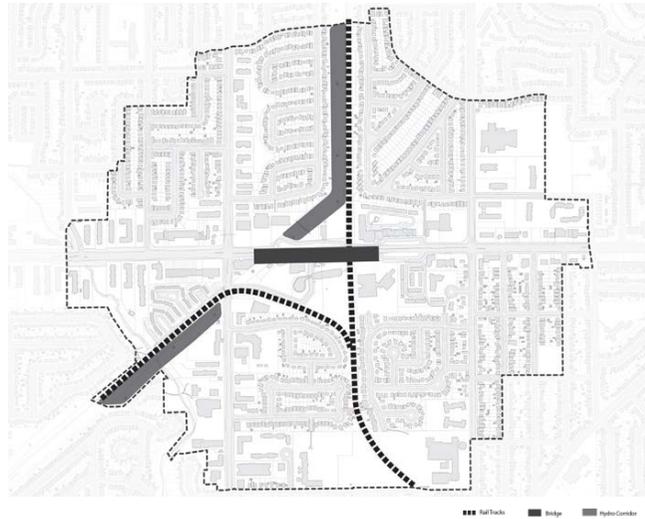


Metrolinx Mobility Hub Study Area Plan

Des infrastructures au territoire

Densifier dans/autour de noeuds toujours plus complexes

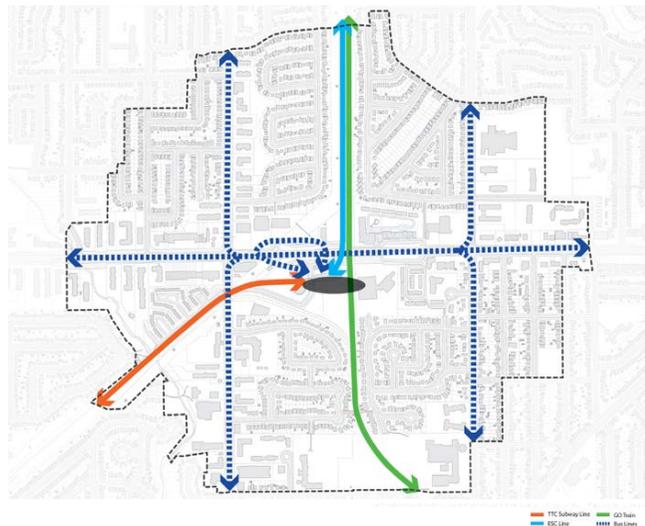
Edges



Open Spaces



Transit Circulation



Transit Access



Des infrastructures au territoire

Densifier dans/autour de noeuds toujours plus complexes

- ▶ Une intervention à l'échelle micro-locale (250-1.000 m).
- ▶ Intégration de nouveaux services au sein des infrastructures de stationnement : e-bike, MaaS, Amazon delivery, car pooling/sharing, bureaux partagés...
- ▶ Inter-opérabilité de l'offre de mobilité.
- ▶ Mise en place d'une politique de tarification à la demande de manière à optimiser l'usage de l'infrastructure tout au long de l'année.
- ▶ Information en temps réel sur l'état du trafic de manière à choisir la meilleure alternative une fois le véhicule stationné.

Des infrastructures au territoire

Densifier dans/autour de noeuds toujours plus complexes

- ▶ Le BIM comme outil de **programmation urbaine** et de coordination entre acteurs de l'immobilier et des infrastructures.
- ▶ Le BIM comme outil de gestion du cadastre en **4D** (3D + temps) des différents types de services offerts au sein d'un noeud de mobilité.
- ▶ Apport du BIM à une **gestion en temps réel** de l'offre et de la demande, conçue pour optimiser l'usage des infrastructures, limiter le recourt à l'auto-solisme dans les centres urbains, renforcer le confort des usagers et faciliter inter-opérabilité de l'offre de services.

Des infrastructures au territoire

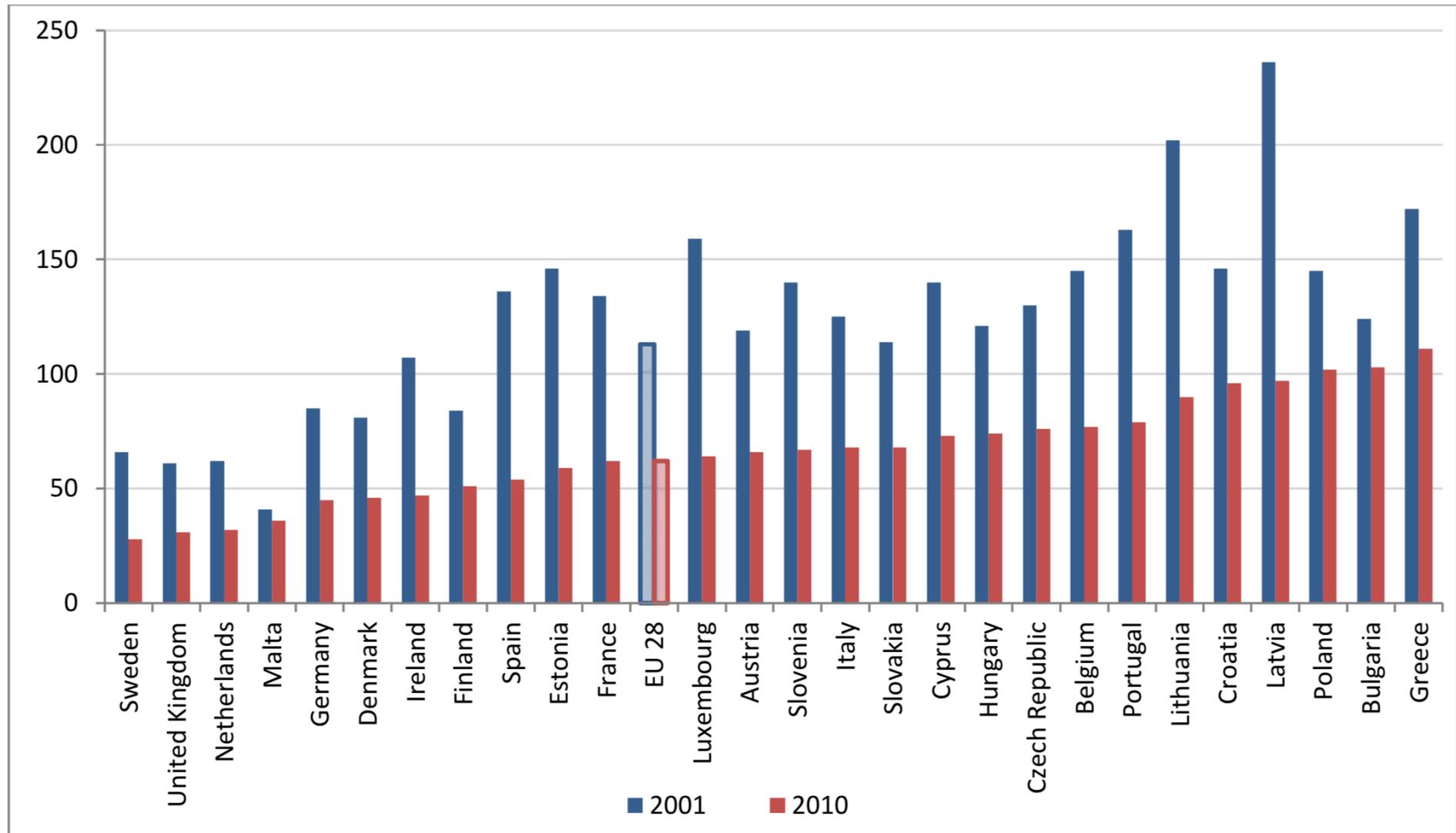
Entretenir le réseau à travers les données

- ▶ Un manque de financement de l'entretien du réseau existant, particulièrement important dans certains pays européens.
- ▶ La plupart des ponts ont été construits entre 1950 et 1970. Ils sont aujourd'hui dégradés et soumis à une charge de transport beaucoup plus importante que celle qui était prévue l'origine.
- ▶ Depuis 2008, baisse du financement des nouvelles infrastructures, mais aussi et surtout de la maintenance de l'existant. Une dette cachée dans les infrastructures...

Des infrastructures au territoire

Entretenir le réseau à travers les données

Road fatalities per million inhabitants in EU (2001, 2010)

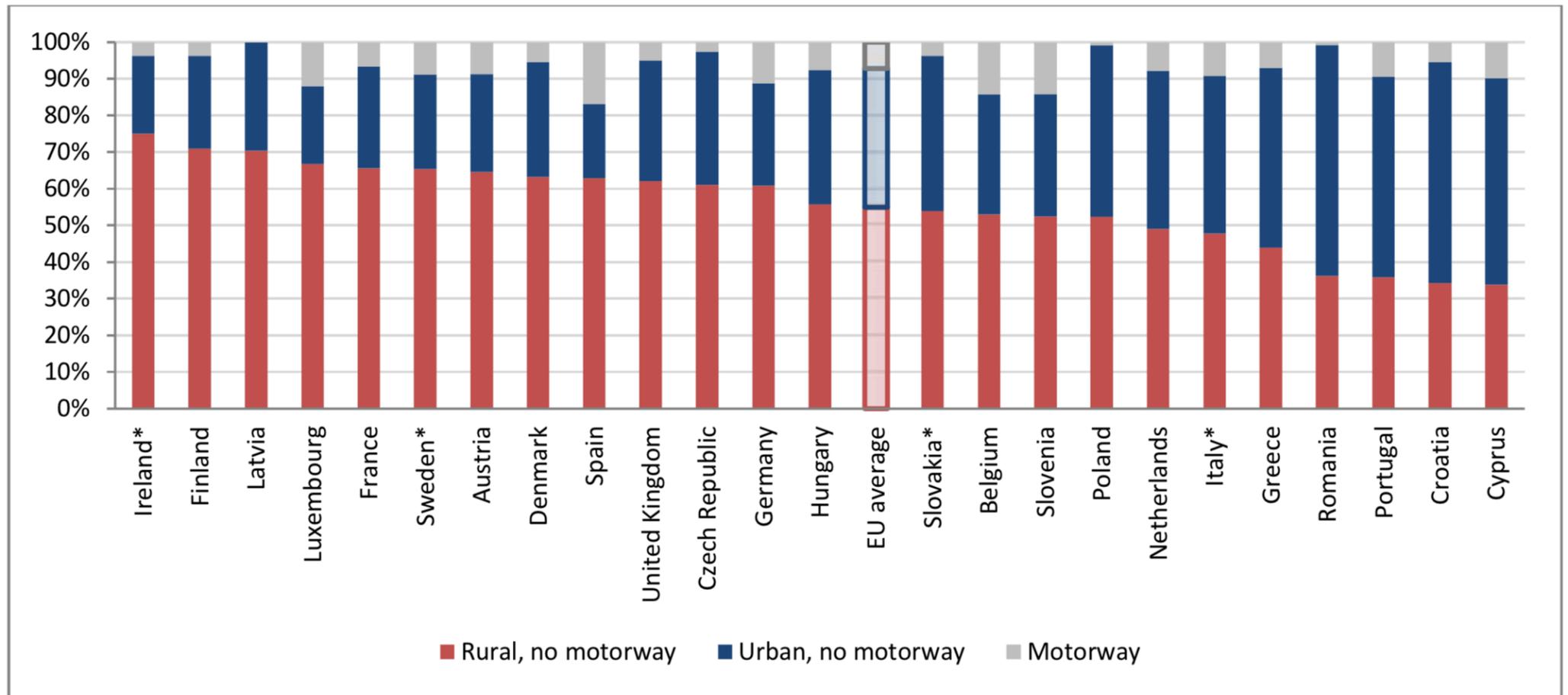


Source: Steer Davies Gleave elaboration on European Commission data (2013).

Des infrastructures au territoire

Entretien le réseau à travers les données

Distribution of fatalities by type of road in EU (2011)

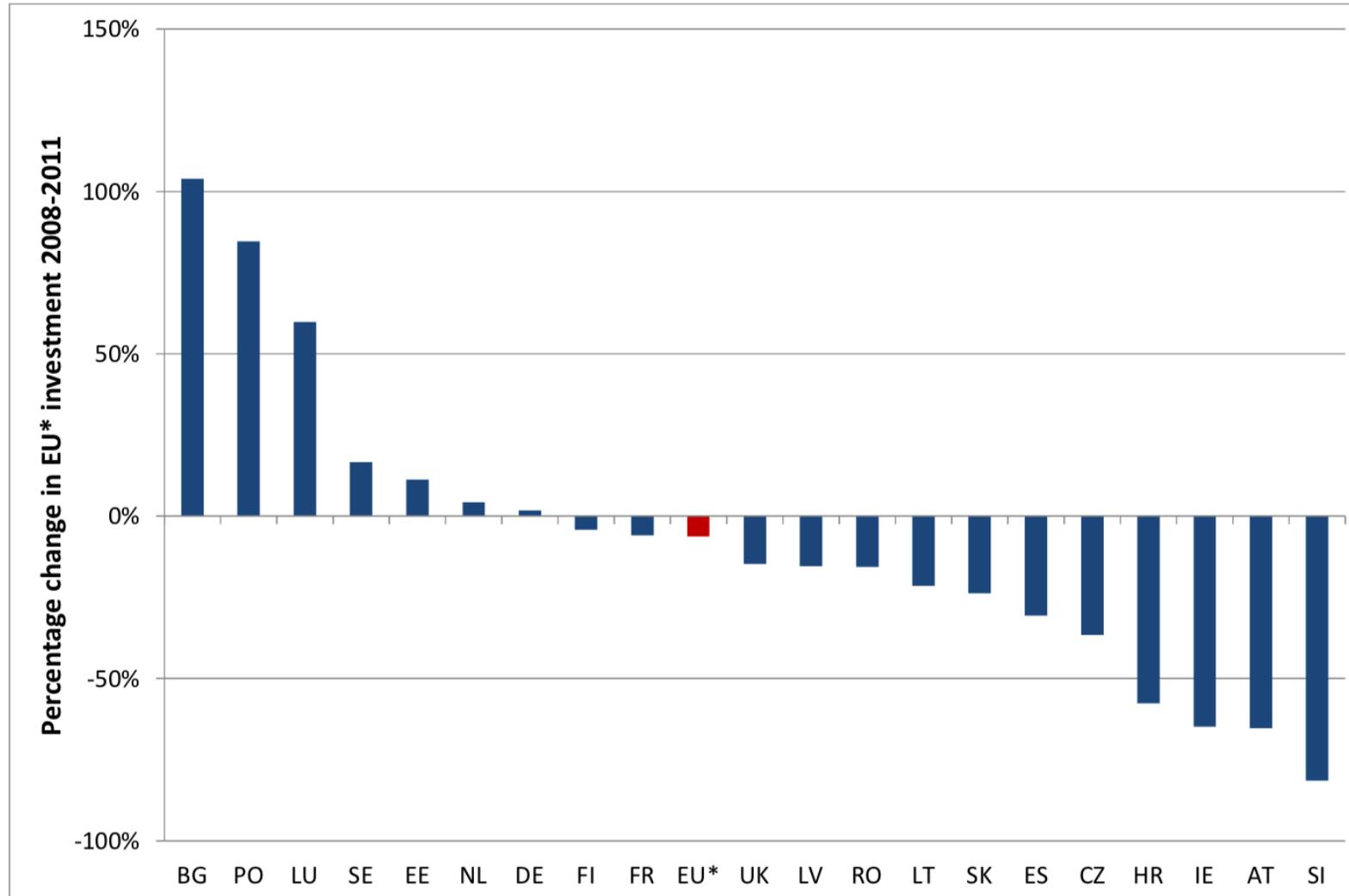


Source: Steer Davies Gleave elaboration on European Commission data.

Des infrastructures au territoire

Entretien le réseau à travers les données

Change in investment in the EU 2008-2011

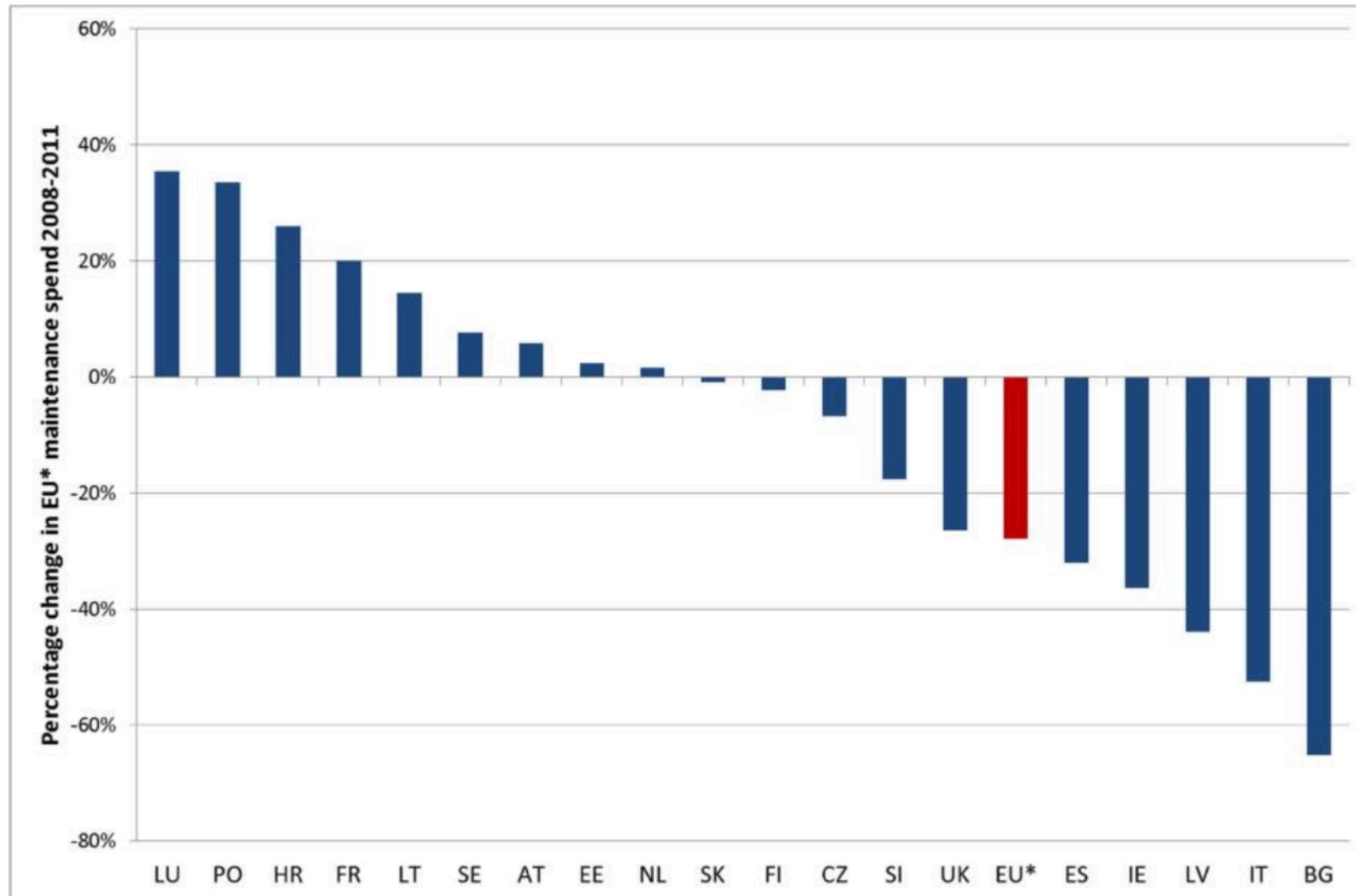


Source: Steer Davies Gleave elaboration on OECD/ITF (2013).

Des infrastructures au territoire

Entretenir le réseau à travers les données

Change in maintenance expenditure in a selection of EU26 2008-2011

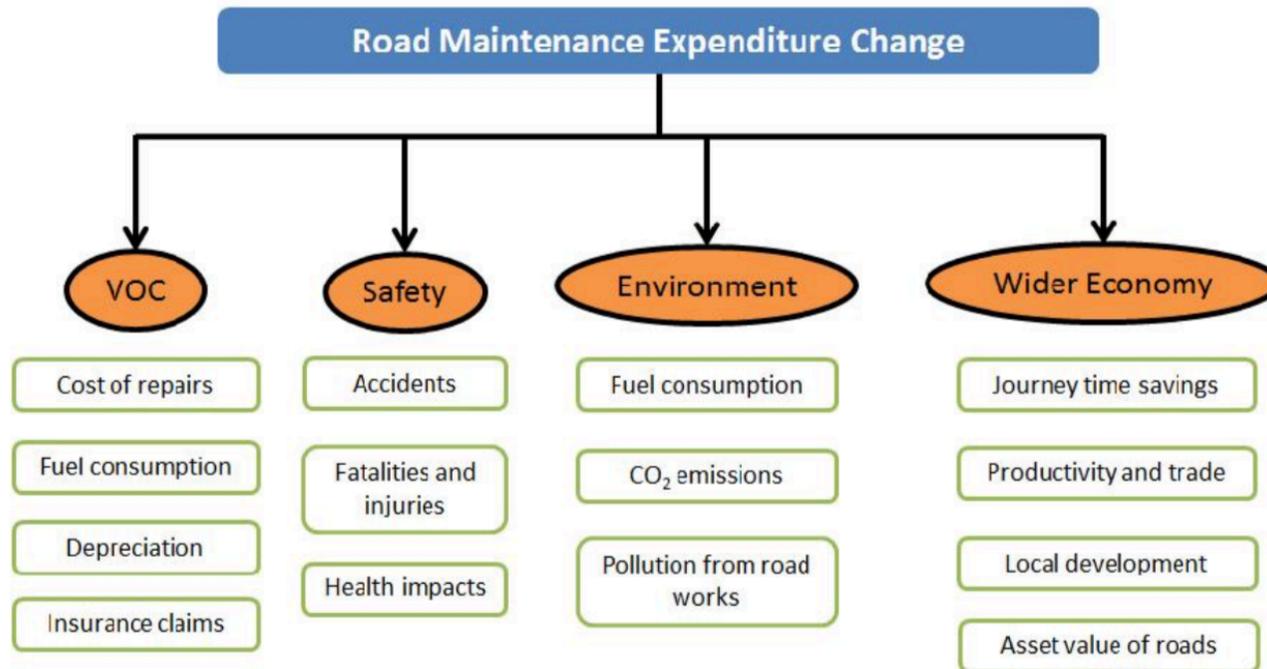


Source: OECD/ITF.

Des infrastructures au territoire

Entretien le réseau à travers les données

Potential impacts of a change in road maintenance expenditure



Note: VOC=vehicle operating costs

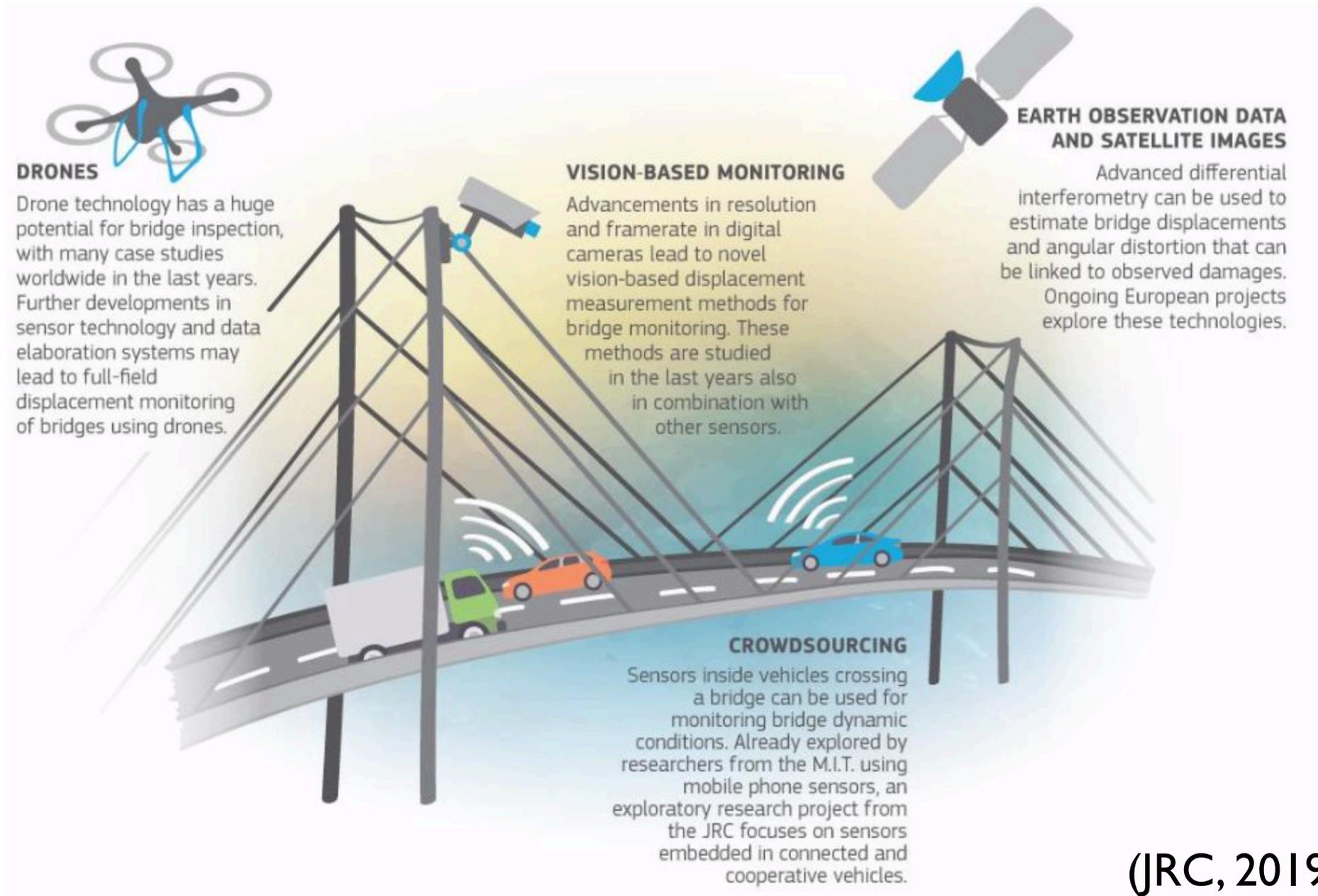
Source: Steer Davies Gleave elaboration.

Des infrastructures au territoire

Entretenir le réseau à travers les données

- ▶ Structural health monitoring (SHM) : évaluation en dynamique des propriétés mécaniques des structures (déplacements, fissures, contraintes), sur base de méthodes non destructives.
- ▶ Application à des infrastructures ouvertes récemment :
 - ▶ Pont Rio–Antirio (Charilaos Trikoupis Bridge) en Grèce, un des plus long ponts haubanés, ouvert en 2004.
 - ▶ Le viaduc de Millau, pont haubané inauguré en 2004.
- ▶ L'enjeu est aujourd'hui d'instrumenter ensemble du parc d'infrastructures existants, en commençant par les éléments les plus fragiles (ponts, tunnels).

Des infrastructures au territoire



(JRC, 2019)

Des infrastructures au territoire

Entretenir le réseau à travers les données

- ▶ Aller du BIM à la **Smart Infrastructure**
- ▶ Dans les ouvrages sensibles, tels que les ponts et tunnels, combiner BIM (modèle conception + structure en charge) avec données issues de capteurs (**IoT**) installés sur les infrastructures (SHM).
- ▶ Croiser BIM et **données satellitaires** + drones + **caméras** dans les ouvrages moins critiques.
- ▶ Intégrer les **données véhicules** pour développer une représentation BIM de l'ensemble du réseau d'infrastructure (municipal, départemental, autoroutes).

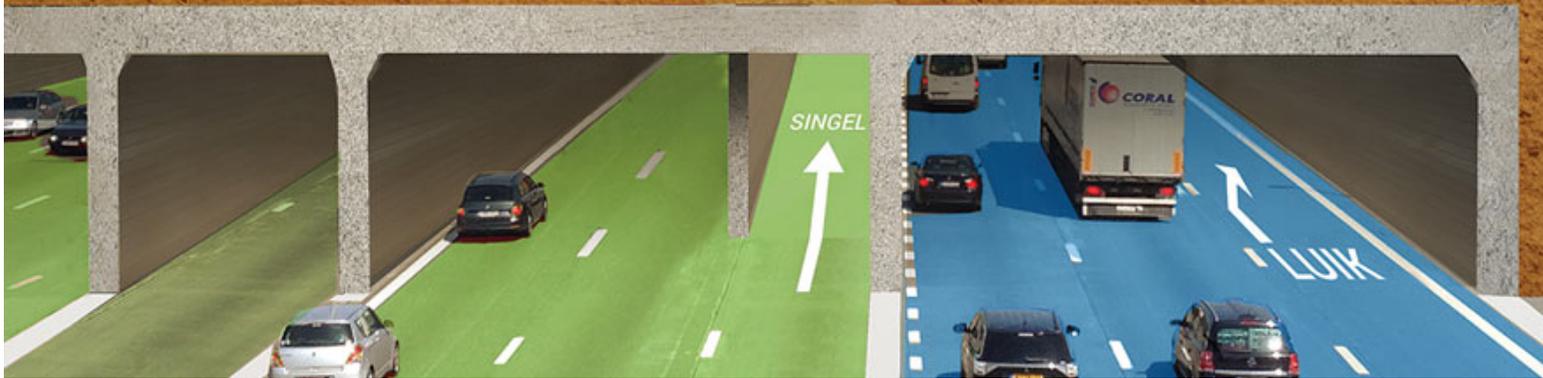
Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude

- ▶ Incertitudes sur les caractéristiques des véhicules du futur (véhicule électrique, véhicules autonomes) et sur la mobilité comme service.
- ▶ Impact sur les nuisances environnementales (pollution de l'air, bruit) et les mesures potentielles associées (couverture d'autoroute).
- ▶ Impact sur la programmation urbaine : localisation du stationnement (véhicules autonomes) et les coûts d'infrastructure (bornes de recharge électrique, de quel type etc.).
- ▶ Impact sur la gouvernance territoriale : émergence de nouveaux acteurs, de rang international, avec des capacités considérables en matière de planification et de gestion de la donnée.

Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude



Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude

- ▶ « Le Projet Ringland a modélisé ce tunnel sur une portion de 15 km pour évaluer les changements en taux de microparticules et de NO₂.
- ▶ Les changements de la qualité de l'air qu'entraînerait la couverture du ring d'Anvers permettraient une réduction significativement réduite en microparticules et en dioxyde d'azote, associés à un gain pour la santé pour environ les 352.000 habitants qui vivent dans un périmètre de 1.500 mètres autour de l'actuel ring à ciel ouvert. » (ringland.be)
- ▶ Financement participatif du projet de recherche : crowdfunding 200.000 EURs.

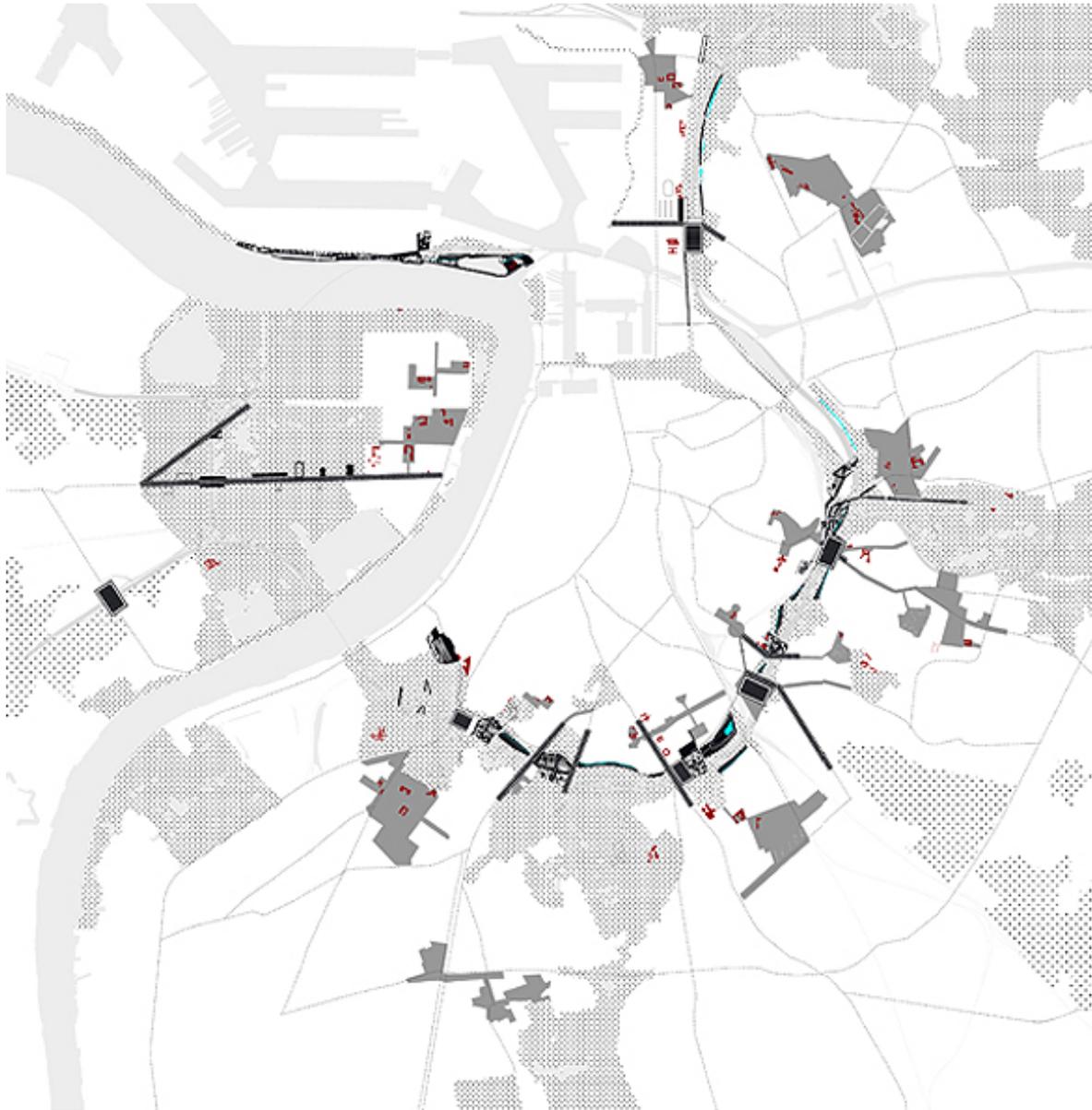
Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude

- ▶ Un processus qui associe 6 équipes qui travaillent en parallèle sur 6 tronçons différents de l'autoroute en vue de sa ré-humanisation.
- ▶ Différentes attitudes adoptées par les bureaux retenus, du plus techno-centré aux approches participatives.
- ▶ Distingue une approche à court terme et approche à long-terme (couverture complète)

Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude



Des infrastructures au territoire

Planifier en condition de forte incertitude

- ▶ Intégrer la notion d'**incertitude** dans le cadre des BIM de manière à renforcer la **réversibilité** des décisions.
- ▶ Favoriser approche par scénarios/**modèles concurrents**, détaillés jusqu'aux modèles visuels, qui peuvent être soumis à participation et critique.
- ▶ Le BIM comme **plateforme collaborative**/citoyenne : renforcer la participation et la science citoyenne comme composante d'expertise.
- ▶ Le BIM comme outil d'intégration de **projets partiels** sur une même infrastructure (continuité/articulations).

Des infrastructures au territoire

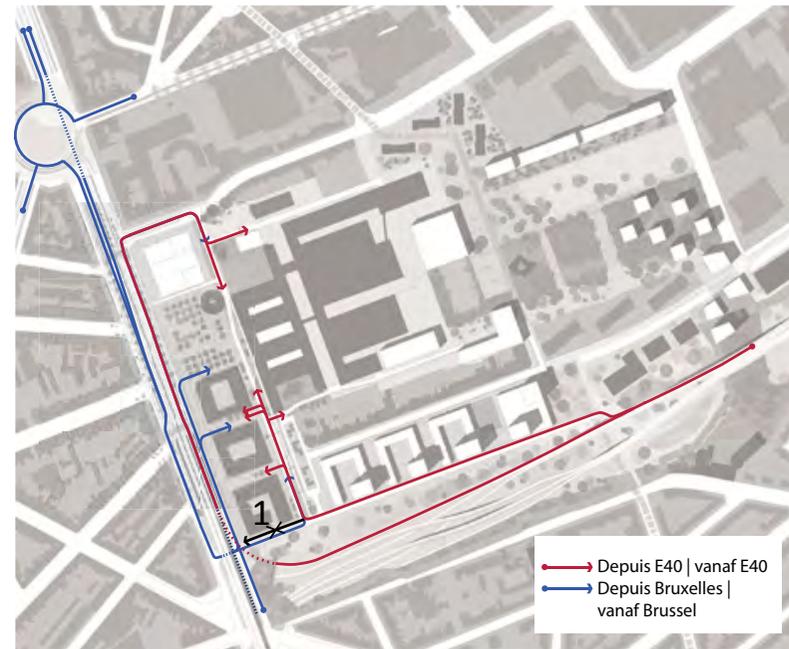
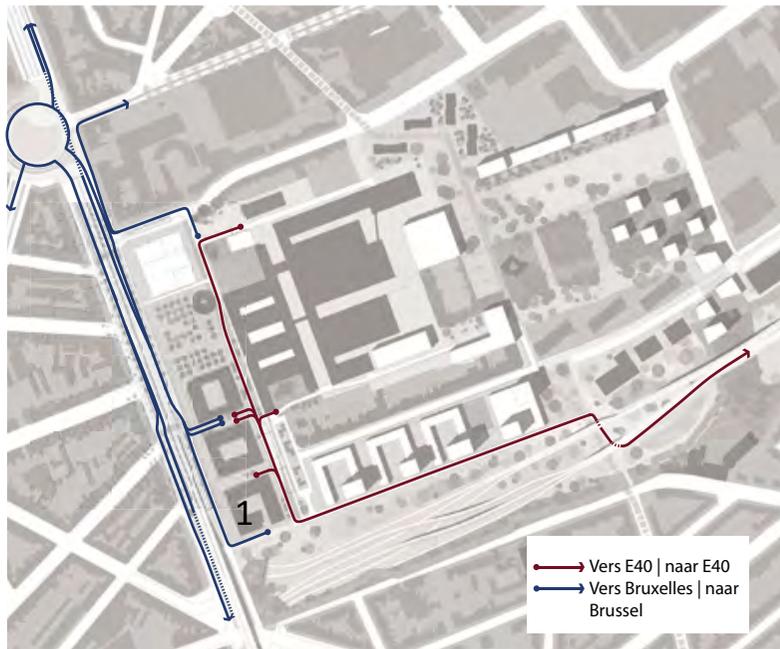
Réduire l'emprise des infrastructures

- ▶ La lutte contre l'étalement urbain et la densification urbaine entraînent l'émergence de projets de réduction de l'emprise de l'infrastructures.
- ▶ Revalorisation immobilière des abords de voirie, des boucles d'accès (carrefours droits, ronds-points) etc.
- ▶ Réduction du nombre de bandes de roulage, de manière à humaniser les infrastructures.
- ▶ Reconfiguration/démontage/enfouissement des ouvrages les plus pénalisants (viaducs urbains, tranchées ferroviaires etc.).



Des infrastructures au territoire

Réduire l'emprise des infrastructures



Des infrastructures au territoire

Réduire l'emprise des infrastructures

L'E40 passe de six bandes à trois bandes: pas de souci de circulation

L'heure de pointe est redoutée.



Mis en ligne le 13/05/2019 à 07:08



Des infrastructures au territoire

Réduire l'emprise des infrastructures

- ▶ Le BIM comme outil de **phasage des interventions** de démontage/redimensionnement : validation des conditions d'accessibilité dans les différentes configurations.
- ▶ Le BIM comme outil de **partage d'information** entre différents opérateurs : transports en commun, voirie, urbanisme.
- ▶ Le BIM comme outil de communication vers le **grand public** dans l'optique d'une adaptation des comportements.
- ▶ Le BIM comme support d'intégration de matériaux et de techniques innovantes, en particulier les **nature-based solutions**.

Des infrastructures au territoire

Reconnaître l'utilisateur comme un opérateur urbain

- ▶ Passage d'une vision centrée infrastructure à une vision centrée usages et usagers.
- ▶ Prise en compte des attentes, perceptions et comportements des usagers en temps réel : suivi du trafic en temps réel, mesures anti-transit, niveau de pollution et de stress.
- ▶ Vers une ingénierie des usages : réhabilitation de l'expérimentation, du provisoire, du détournement...
- ▶ Des approches ascendantes en matière de conception/adaptation des infrastructures.

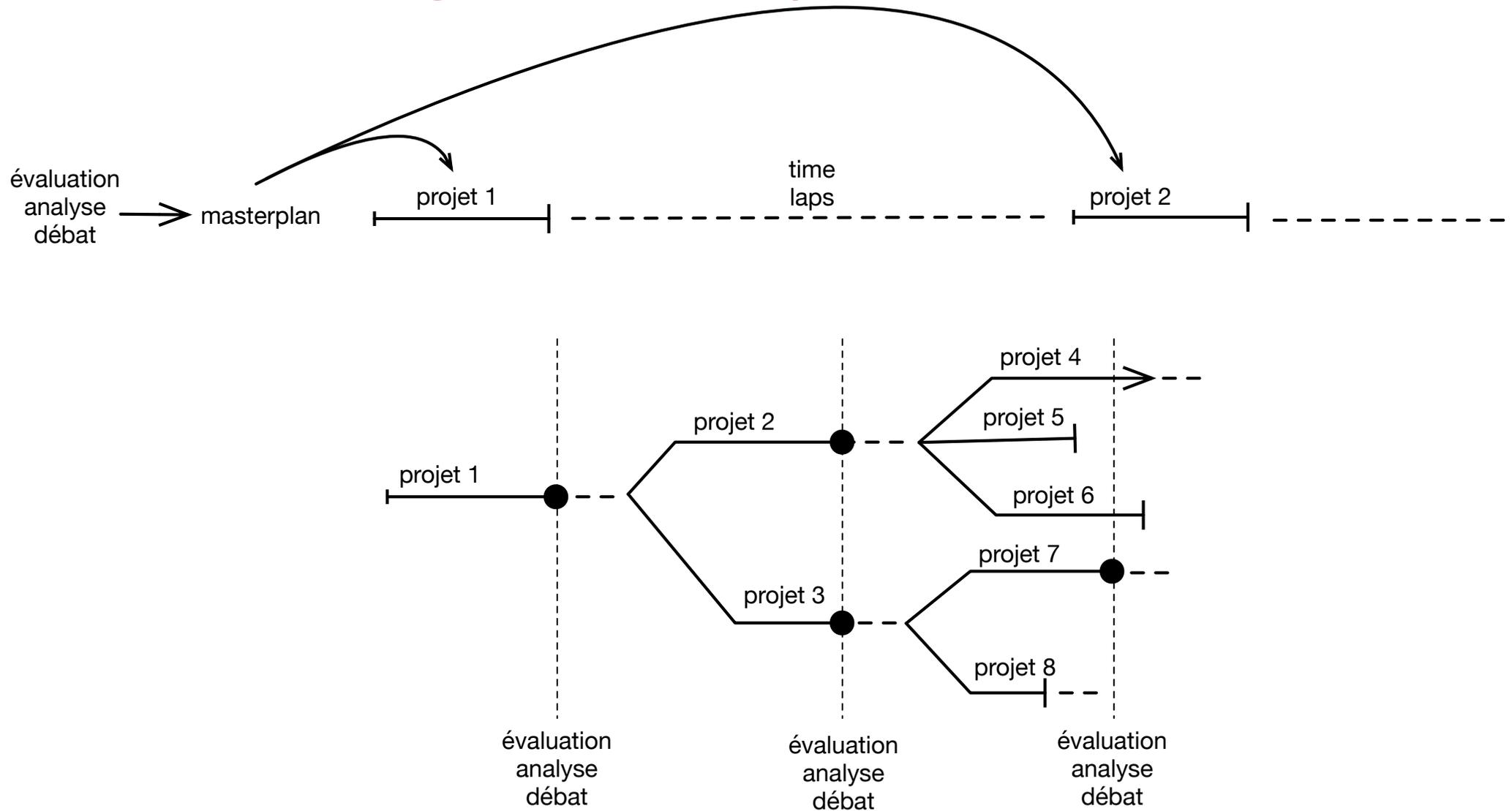
Des infrastructures au territoire



Credit: zflanders (creative commons)

Des infrastructures au territoire

Reconnaître l'utilisateur comme un opérateur urbain



Des infrastructures au territoire

Reconnaître l'utilisateur comme un opérateur urbain

- ▶ Démocratiser le BIM de manière à le mettre à la portée des communautés locales : vers des solutions **open-source**.
- ▶ Intégration du BIM et des **réseaux sociaux** (FB, twitter) afin de capter les attentes et propositions des usagers.
- ▶ Ramener des **informations usagers** à travers QR Codes, objets connectés de manière à alimenter/peupler la maquette BIM.
- ▶ Développer l'**open data** en matière d'infrastructures publiques, afin de permettre le développement d'un écosystème d'applications annexes.

Des infrastructures au territoire

Conclusions/Perspectives

- ▶ Infrastructures : un objet qui **structure** le territoire plutôt que s'y intégrer.
- ▶ Vision centrée infrastructure à une approche **orientée services et usages**.
- ▶ Des **noeuds d'intégration** dans lesquels se combinent toutes les échelles, du grand territoire aux espaces de stationnement et de repos.
- ▶ Intérêt du BIM pour soutenir des approches **concurrentielles** de manière à faire face aux incertitudes.



Thank you for your attention
jacques.teller@uliege.be