

# Rôle des infrastructures dans la décarbonation

Nicolas Hautière (Univ Eiffel), Bruno Levilly (Cerema)

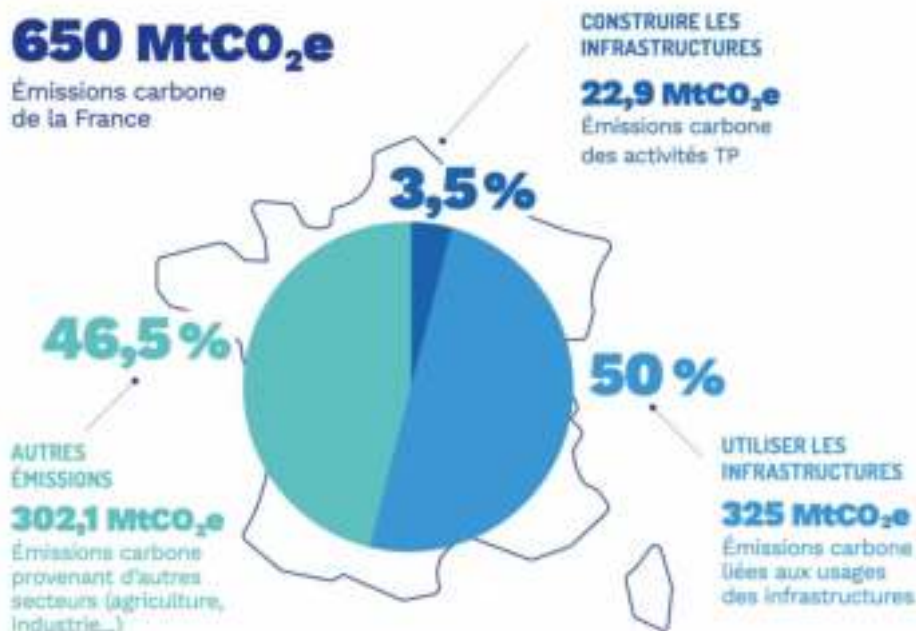
# Décarbonation : quelle rôle pour les infrastructures ?

- Les infrastructures, supports de toutes les mobilités

## RÉPARTITION DES ÉMISSIONS CARBONÉ\*

**650 MtCO<sub>2</sub>e**

Émissions carbone de la France



\*L'ensemble de ces calculs prend en compte à la fois les émissions carbone ayant lieu sur le territoire français, ainsi que les émissions liées importations (matériaux et matériels produits hors du territoire national)

Source : Carbone 4, Aurélien Bigo

$$\text{CO}_2 = \text{Demande de transport} \times \text{Report modal} \times \text{Taux de remplissage} \times \text{Efficacité énergétique des véhicules} \times \text{Intensité carbone de l'énergie}$$

# L'infrastructure au service des modes actifs

- Aménagements piétons, cheminements...

Report modal



 <b>Environnement immédiat : audit de marchabilité</b>			
<p><b>Accessibilité</b></p> <p>Cheminement large libéré de tout obstacle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionnement (absolu, largeur, longueur)</li> <li>- Contrôle visuel et tactile</li> <li>- Etat aménagement et équipement (plut / sans contre pente)</li> <li>- Access (répartition)</li> </ul>	<p><b>Catégorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signalétique - jalonnement</li> <li>- Continuité cheminement (signe de début)</li> <li>- Continuité cheminement entre espace public et bâti ou parcelle privée (interface)</li> <li>- Intégration (bâtiment)</li> </ul>	<p><b>Sécurité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Structuration Rue (cf. droite) - protection corporelle</li> <li>- Stationnement</li> <li>- Obstacle</li> <li>- Les Equipements (ex. banc, poubelle)</li> </ul>	<p><b>Qualité de l'environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les matériaux (orthogone)</li> <li>- Ombrage (répartition)</li> <li>- La végétation (plus ou moins arborée)</li> <li>- Etat du bâti</li> <li>- Propreté</li> </ul>



Source : Cerema

# L'infrastructure au service des modes actifs

- Aménagements cyclables, stationnements...

Report  
modal



Source : Cerema



# L'infrastructure au service des transports collectifs

- Sites propres TC, voies réservées TC, lignes de cars express, arrêts TC sur autoroutes et VSA...

Report  
modal



Source : Cerema, Vinci Autoroutes

# L'infrastructure au service du covoiturage

- Voies réservées VR2+, lignes de covoiturage, parking de covoiturage...



Source : Cerema, Vinci Autoroutes, Nokia, Ecov

TRAPEZE

# Mieux utiliser les infrastructures existantes

- La régulation des trafics au service de l'optimisation de l'usage des voies existantes :
  - Régulation des vitesses, régulation des accès, voies réversibles, voies auxiliaires...



Source : Cerema



## Introduction : le rôle clé des techno-clés dans l'ouverture de voies réservées sur voie auxiliaire

- Mise au point des outils de DAI par la société CITILOG, spin-off de l'Univ Eiffel, à la fin des années 90
- Fiabilité importante via une solution analytique robuste et temps réel en terme de traitement d'images
- Alerte rapide permettant de refermer la voie auxiliaire et le déclenchement rapide des services d'intervention en cas d'incident
- ROI important = économie CO<sub>2</sub> engendré vs. coût en CO<sub>2</sub> du service (y compris du numérique, notamment avec dév. IA)



Voie auxiliaire A4/A86 - DIRIF

Nécessité de disposer d'un cadre de réflexion systémique pour construire la réponse sur le rôle des infrastructures dans la décarbonation, par ex. R5G



# Modèle R5G - Du système VIC au SoS VI<sub>2</sub>E

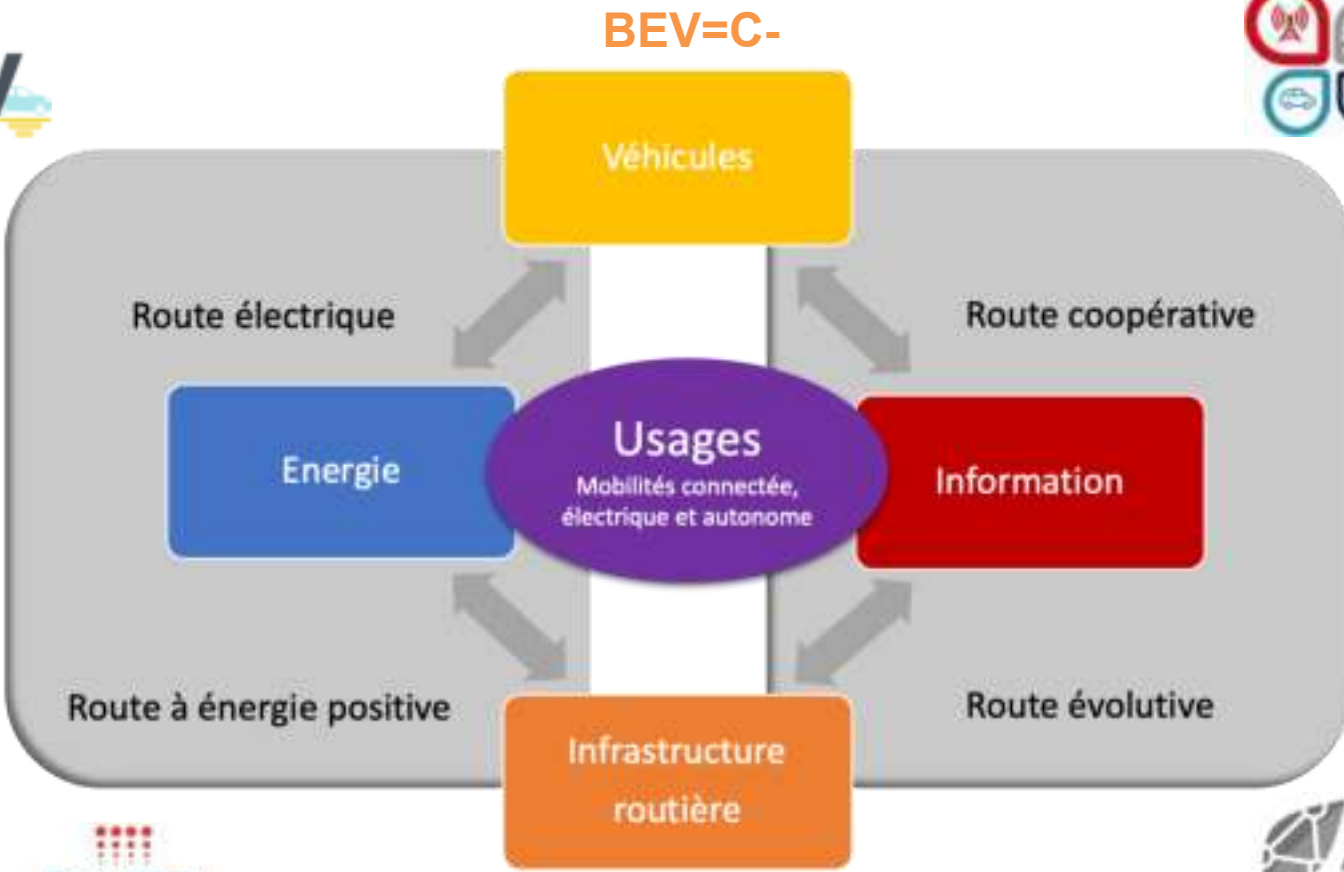


ERS=C--

Route  
Energétiquement  
Intégrée  
**REI**

Moins de  
congestion  
**C-**

Route  
Automatisée  
**RA**



Energie  
décentralisée  
**E+**



CE = Corrélation



Couches de  
roulement **E-C-**



Maintenance  
optimisée  
**C-**

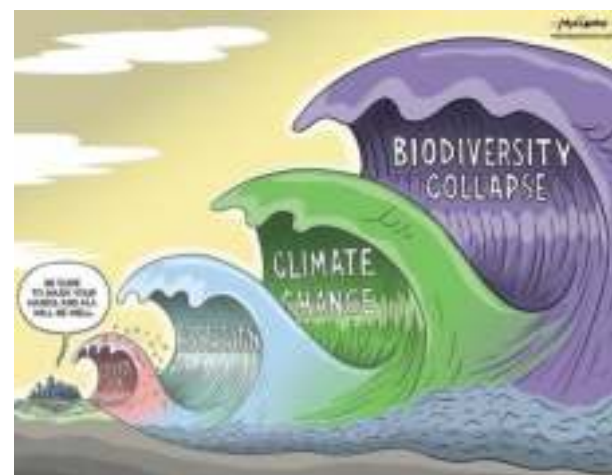
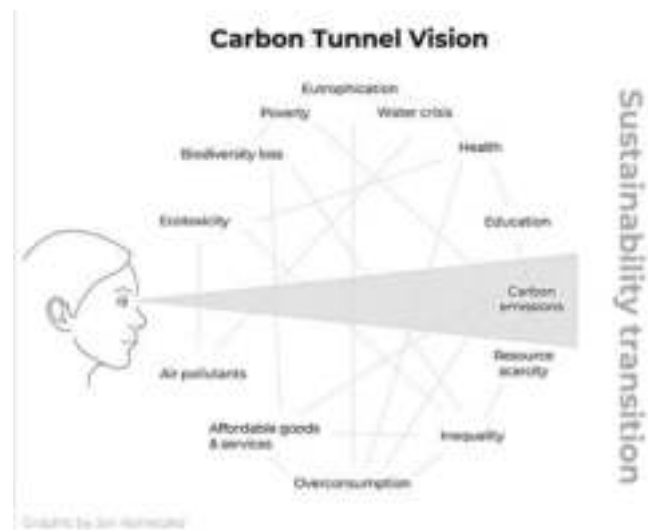
## L'optimisation du SoS VI<sub>2</sub>E ouvre la voie au E+C- routier

- On est collectivement en train d'inventer le E+C- de la route à travers les nouvelles interactions entre les éléments de la route de demain (R5G)
- D'un côté, la REI produit et transfert de l'énergie décarbonée aux composants et vecteurs de déplacement de la route et de la rue, ce qui génère E+ et C-
- De l'autre, la RA génère du C- par les nouvelles fonctions et services mis en œuvre, à l'image des voies auxiliaires.
- Perspectives de recherche : ACV de la R5G

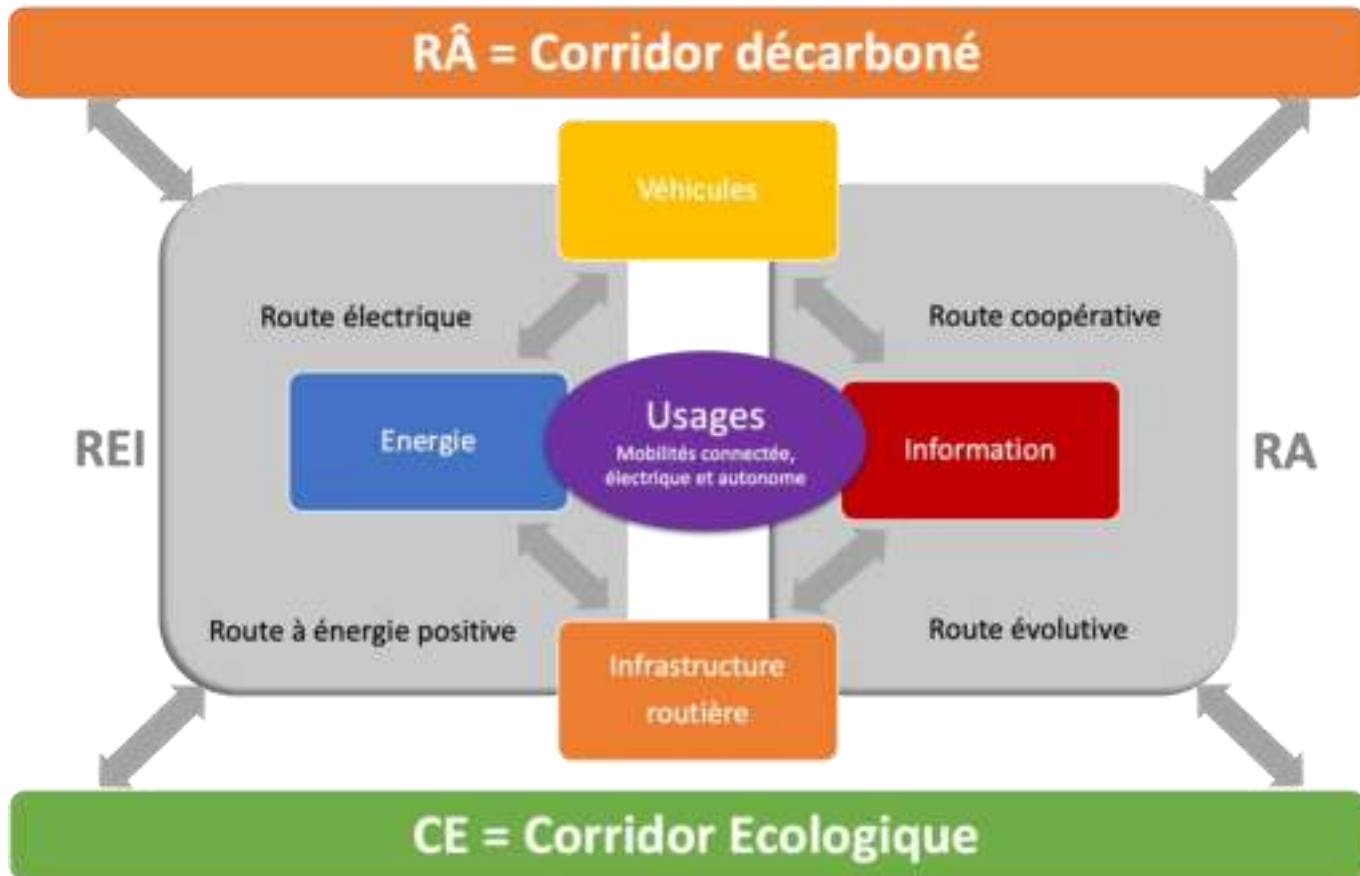


## Ce cadre est encore insuffisant, il faut penser à l'environnement dans lequel se trouve la route (1/2)

- Les émissions de la route, notamment CO<sub>2</sub>, ne concernent pas uniquement la route mais l'environnement en général
- Si on raisonne localement, Les émissions de CO<sub>2</sub> concernent l'atmosphère proche et les territoires traversés par cette route
- Cela permet de dessiner un cadre plus global pour penser le rôle des infrastructures dans la décarbonation des corridors verts traversés par les infrastructures de transport en y incluant notamment les SFN.



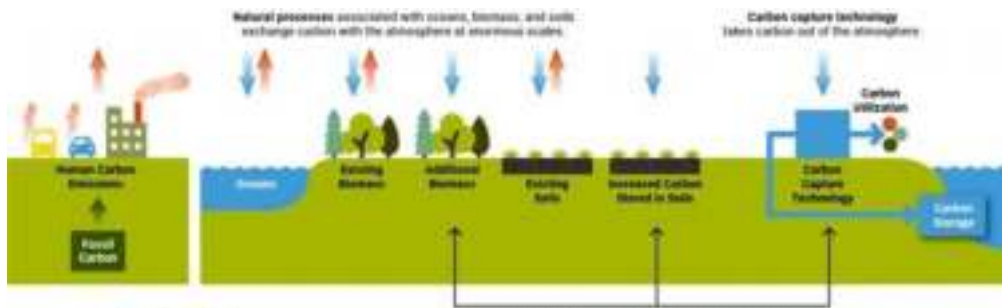
Ce cadre est encore insuffisant, il faut penser à l'environnement dans lequel se trouve la route (2/2)





# Exemple #1: Capture du CO<sub>2</sub> ou solutions à émissions négatives

- L'objectif de ces techniques de géo-ingénierie est de retirer davantage de CO<sub>2</sub> en pratiquant « l'aforestation » ou la reforestation, en changeant la nature des sols ou en le capturant directement.



- **L'enjeu est ensuite de parvenir à valoriser ce CO<sub>2</sub> dans des filières comme les biocarburants, l'alimentation ou l'agriculture.**
- **Par défaut, on peut séquestrer le CO<sub>2</sub> dans le sous-sol, mais acceptabilité limitée.**



Climeworks (Suisse)

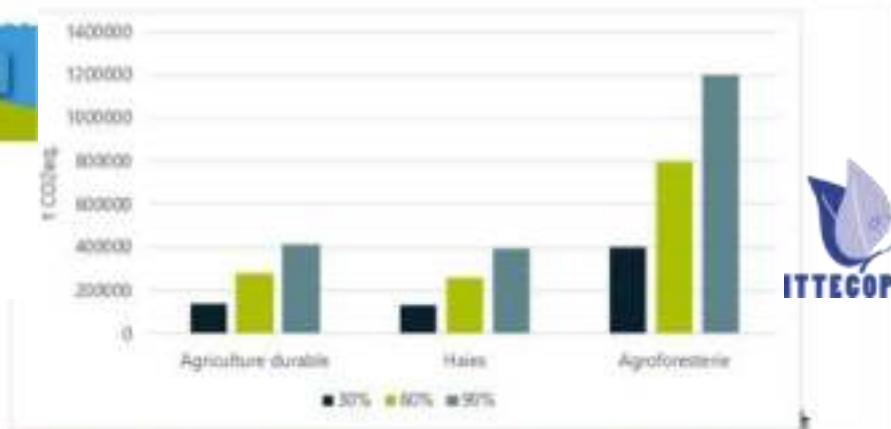
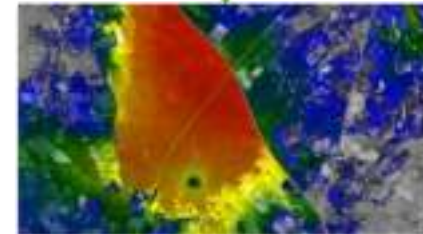
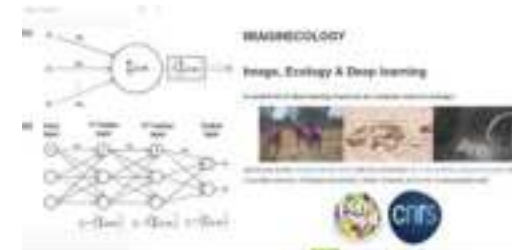


FIGURE 13-1-MODÉLISATION-DE-L'ÉVOLUTION-DES-STOCKS-DE-CARBONE-APRÈS-REPLICATION-DES-PRATIQUES-PRÉCONISÉES-AU-DELÀ-DU-PÉRIMÈTRE-DE-L'INFRASTRUCTURE-DANS-UNE-BANDE-DE-500M-DE-LARGEUR

Etude sur A28 – INFRAsoil  
 Projet exploratoire ITTECOP

## Exemple #2 : monitoring de la faune sauvage - projet OCAPI

- Mobiliser les capteurs optiques (caméras) associés au développement des infrastructures connectées pour gérer la biodiversité aux abords des infrastructures
- Gestion du risque collision
- Suivi d'efficacité des mesures environnementales



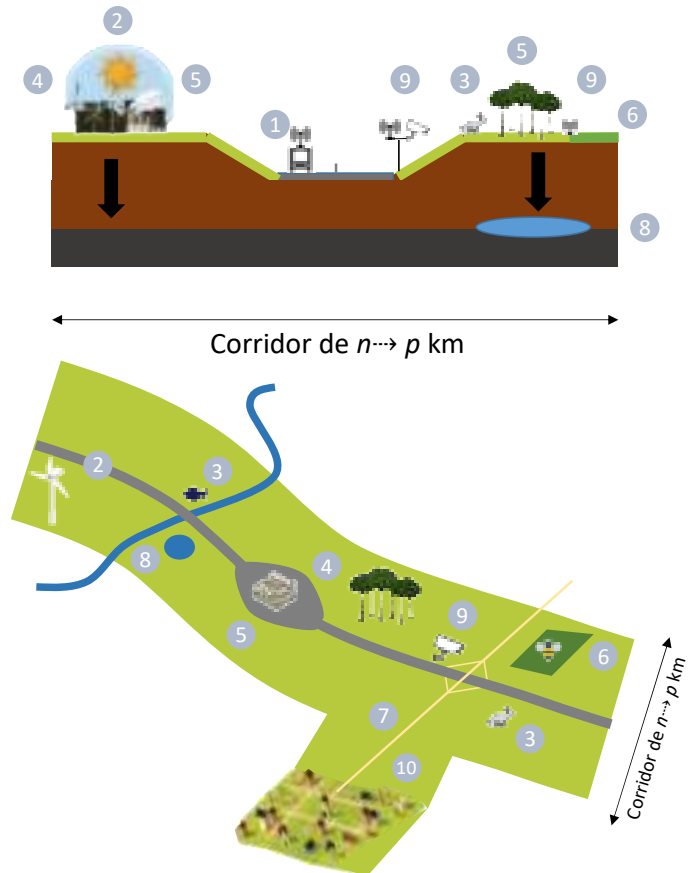
**FEREC**

  
**LABEL  
ITTECOP**  
 Programme de recherche  
 infrastructures de  
 transports terrestres  
 écosystèmes et paysages



# Permet d'ouvrir à d'autres thèmes de RDI – Vers un SRDA Européen

- Développer un nouveau mix énergétique en exploitant les dépendances vertes
- Transformer les ILTe en corridor pour la biodiversité
- Capturer, stocker et valoriser le CO<sub>2</sub> sur les ILTe
- Développer des bioénergies associées au captage et stockage du carbone sur les ILTe
- Contribuer à la transition agroécologique
- Développer une économie circulaire de proximité des matériaux décarbonés et biosourcés
- Préserver la ressource en eau
- Observer le territoire de façon opportuniste
- Co-construire une gouvernance locale



# Du projet R5G au projet TRÂCE

## Trajectoires du Système Routier en Anthropocène

Projet TRÂ<sup>C-E+</sup>  
TRÂ{C-E+}  
TRACE

TRACE ou TRÂ<sup>C-E+</sup> ou TRÂ{C-E+}:  
Trajectoires du système Routier en Anthropocène (FR)  
Trajectories of the Road system in the Anthopocene (EN)

La trace est l’empreinte au sol d’une trajectoire  
Le tracé est l’empreinte spatiale de la route

TRA: arène de recherche en transport  
RÂ: dieu égyptien du soleil  
RA: route automatisée  
REI: route énergétiquement intégrée  
CE: Corridor Ecologique  
C- : décarbonation  
E+ : énergie positive

**Ambition : création d’une Chaire de recherche**

 **Fondation**  
Université Gustave Eiffel

**TRAVISI**NS2022



## Conclusion et perspectives

- Les infrastructures ont un rôle à jouer dans la décarbonation des transports même s'il est difficile à quantifier faute de doctrine établie en la matière (ACV), notamment vis-à-vis du numérique
- La conception des voies de circulation est notamment de nature à impacter les comportements en incitant à l'utilisation de modes et de comportements de déplacements plus vertueux
- Plus généralement, l'intelligence dans la conception des infrastructures en termes de matériaux, équipements ou instrumentation peut permettre de développer une approche de type E+C- dans le domaine routier, à l'instar du secteur du bâtiment
- Cette approche prend une dimension encore plus transformative si on intègre dans le périmètre de la réflexion les dépendances vertes et bleues des infrastructures au sens large du terme, ce qui permet d'actionner des leviers d'action plus nombreux.

# Merci de votre attention

**Nicolas Hautière**

**Directeur**

**Département Composants et Systèmes (COSYS)**

**Université Gustave Eiffel**

**+33 (0)1 81 66 85 19 / +33 (0)6 20 89 62 34**

**[nicolas.hautiere@univ-eiffel.fr](mailto:nicolas.hautiere@univ-eiffel.fr)**

**Bruno Levilly**

**Responsable du secteur d'activité ITS, trafics et régulation**

**Cerema**

**Tél.: +33 4 72 74 58 31 - Port : +33 6 75 71 40 24**

**[bruno.levilly@cerema.fr](mailto:bruno.levilly@cerema.fr)**