



**4 & 5 OCTOBRE 2021 - RENNES**



[www.congres-idrrim.com](http://www.congres-idrrim.com)

**Citoyens, Professionnels, Décideurs :**  
**face aux transitions, quel engagement collectif**  
**pour les infrastructures de mobilité ?**



# La ville durable dans le projet E3S : construction de l'écoquartier de Chatenay-Malabry

Nicolas Hautière, Université Gustave Eiffel

François Olard, EIFFAGE Route



# « E3S » : un projet qui incarne notre démarche bas carbone

## L'école Centrale en 2017



# « E3S » : un projet qui incarne notre démarche bas carbone

**20,6**  
hectares  
ancien site de  
l'École Centrale



**2 200**  
logements  
dont 16% logt.  
sociaux



**36 500**  
m<sup>2</sup> SDP  
bureaux



**15 000**  
m<sup>2</sup> SDP  
commerces



**Phase 1**  
2018 - 2022



**650**  
logements



1 groupe scolaire  
(19 classes)



1 crèche (80 berceaux)

**Phase 2**  
2020 - 2024



**940**  
logements



1 collège (700 élèves)

**Phase 3**  
2021 - 2027



**810**  
logements



Des espaces publics végétalisés



Un parking public (280 places)



Une ferme urbaine



## Stratégie DD

Axes d'innovation

### Conception bas carbone

réseau de chaleur, ENR locales,  
construction bois et biosourcée,  
parking partagé, navette autonome

### Économie circulaire

diagnostic ressources, réemploi des  
matériaux issus de la déconstruction  
disponibles sur site

### Nature en ville

halle maraîchère, développement de  
filiales courtes, production in situ

### Nouveaux usages

participation citoyenne, vivre ensemble,  
services numériques



# Une démarche partenariale public – privé unique autour du bas carbone et des mobilités



## Programme E3S

<https://www.programme-e3s.com/>

**2 M€** de budget

**8 ateliers** pour l'innovation urbaine

**56** chercheurs

**25** eiffagiens multibranches

**36** actions

**67** livrables



**FUTURE**  
INVENTER LES VILLES DE DEMAIN

Le programme E3S est soutenu par l'I-SITE FUTURE qui bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) au titre du programme d'investissements d'avenir (référence ANR-16-IDEX-0003) en complément des apports des établissements et partenaires impliqués.

École d'architecture  
de la ville & des territoires  
Paris-Est



ENSG  
Géomatique

ÉCOLE NATIONALE  
DES SCIENCES  
GÉOGRAPHIQUES

ESIEE  
PARIS



IFSTAR



École des Ponts  
ParisTech

UP  
EM

UNIVERSITÉ  
PARIS-EST  
MARNE-LA-VALLÉE

# Exemples de 4 innovations collaboratives

- Bétons de granulats recyclés recarbonatés
  - ❖ *Projet National « FastCarb »*
- L'enrobé recyclé végétal & revêtements clairs végétaux
  - ❖ *Biophalt®*
  - ❖ *BioKlair®*
- La route dépolluante
  - ❖ *Projet « I-Street » (PIA 3) et Smartlab Lability*
- Ambiances lumineuses et sécurité routière
  - ❖ *LUCIOLE®*
  - ❖ *LuminoKrom®*

# Bétons de granulats recyclés recarbonatés

## Démolition et concassage

- 98 % des bétons et matériaux issus de la démolition réemployés sur site
- 120 000 tonnes de gravats
- 60 000 m<sup>3</sup> de granulats produits sur site
- 6 000 camions évités (soit 120 t CO<sub>2</sub>)



# Bétons de granulats recyclés recarbonatés

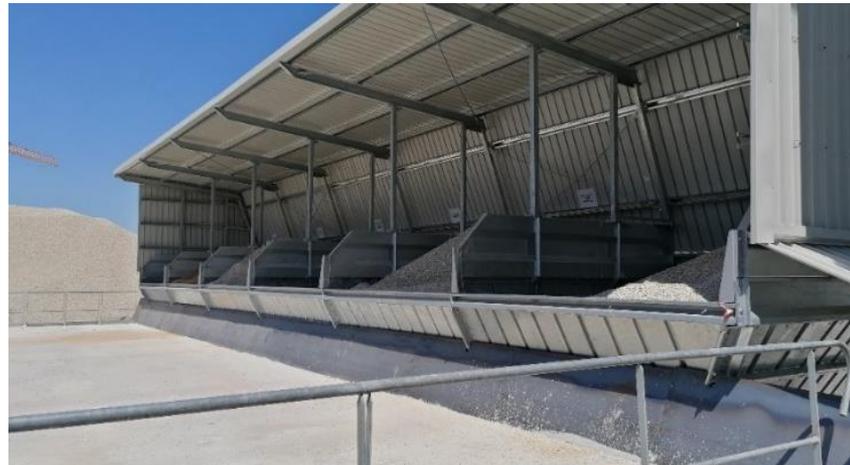
## Une centrale à béton dédiée granulats recyclés

- 1<sup>e</sup> centrale à béton dédiée recyclé EIFFAGE
- 6 trémies et 4 silos
- 1<sup>er</sup> béton coulé en juillet 2020
- Production totale de 147 826 m<sup>3</sup>
- 66 000 m<sup>3</sup> de bétons avec granulats recyclés
- 100 % des bétons recyclés pour la phase 1



Béton « standard »  
bâtiment avec 30 % de  
recyclés (maxi. norme)

Formule « pilote » avec  
100 % de recyclés  
(ATEX)



Démarche reproductible :

- Chantiers en ville
- Pistes d'aéroport
- ...

# Bétons de granulats recyclés recarbonatés

## Carbonatation accélérée



- En lien avec le Projet National FastCarb <https://fastcarb.fr/> et l'université Gustave Eiffel
- Expérimentation sur 5 tonnes de sable
- Captation CO<sub>2</sub> « local » (chaufferie)
- 50 à 100 kg de CO<sub>2</sub> économisés pour une tonne de béton



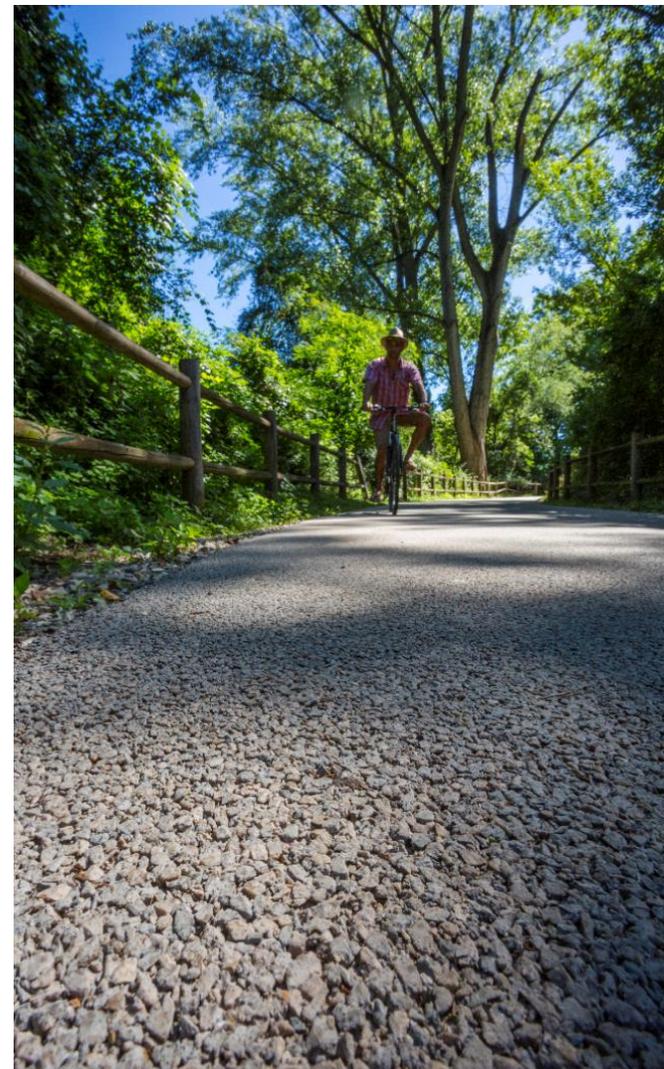
- CO<sub>2</sub> fixé
- Porosité des granulats réduite
- Demande en eau régularisée
- Pas besoin de surdoser en ciment



# L'enrobé recyclé végétal & revêtements clairs végétaux

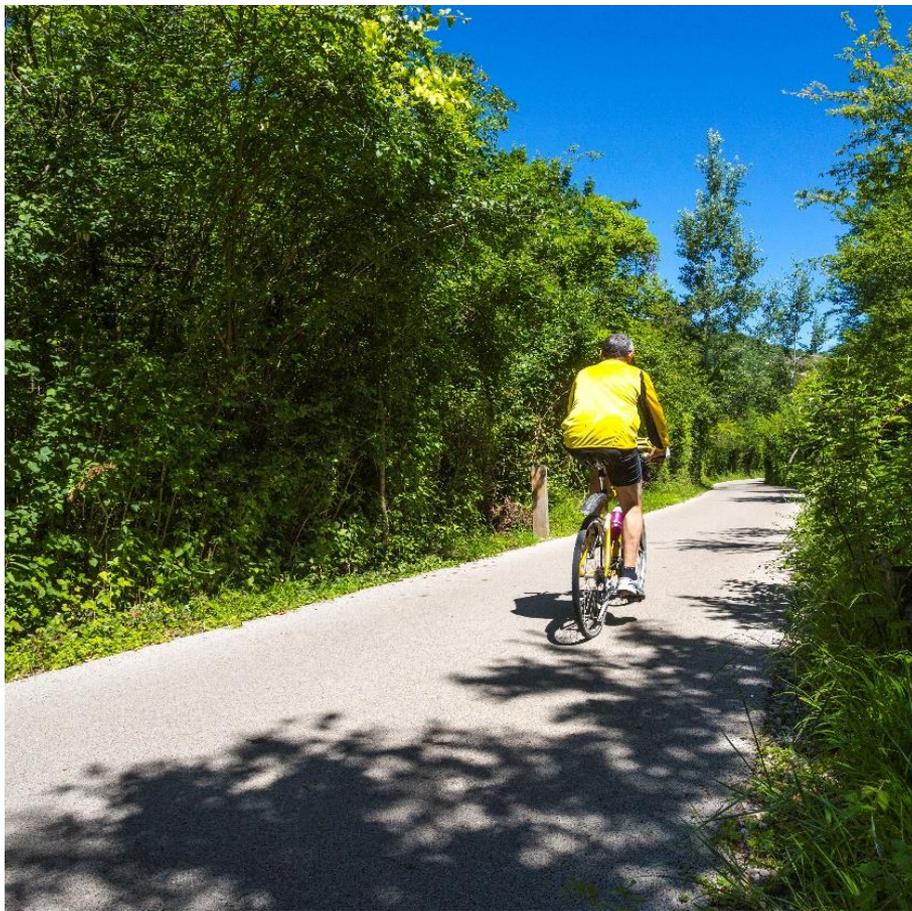
## Enrobé recyclé végétal Biophalt®

- 50 % d'agrégats d'enrobés du site
- 30 % de bétons recyclés de l'École Centrale
- Liant végétal (« *puits de carbone* », 4kg CO<sub>2</sub> fixé/m<sup>2</sup>)



# L'enrobé recyclé végétal & revêtements clairs végétaux

## Revêtements végétaux clairs perméables BioKlair®



# La route dépolluante

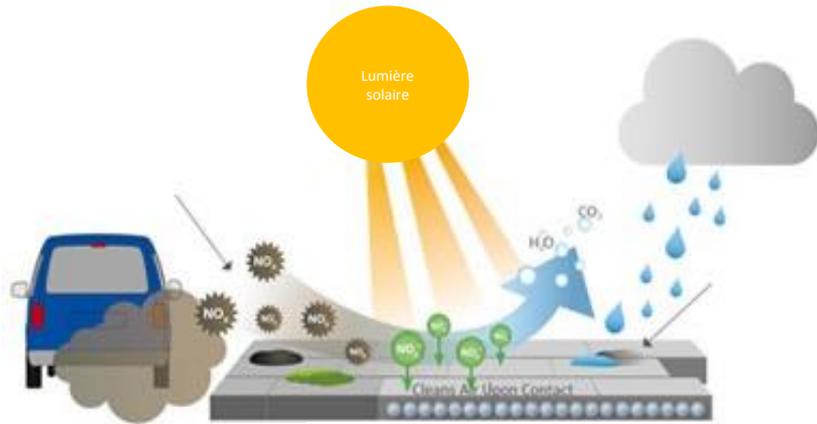


## Du matériau fonctionnalisé...



### Fonctionnalisation des bétons poreux (CUD-SF) par ZnO

### Principe de l'oxydation des NOx par effet photocatalytique



### Synthèse

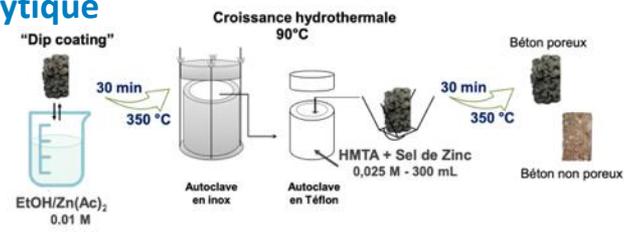


Fig. 1 Schéma de l'étape de fonctionnalisation.

### Photos avant/après

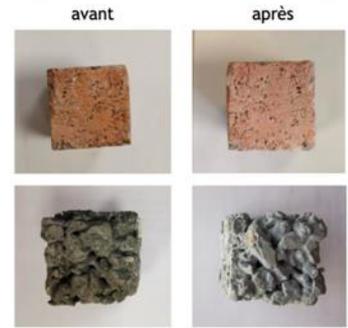


Fig. 2 Photos avant et après fonctionnalisation.



Fig. Chaussées Urbaines Démontables à surfaces fonctionnalisées

# La route dépolluante

... à la voirie augmentée

» Plate-forme de mesure de qualité de l'air reconfigurable à bas coût

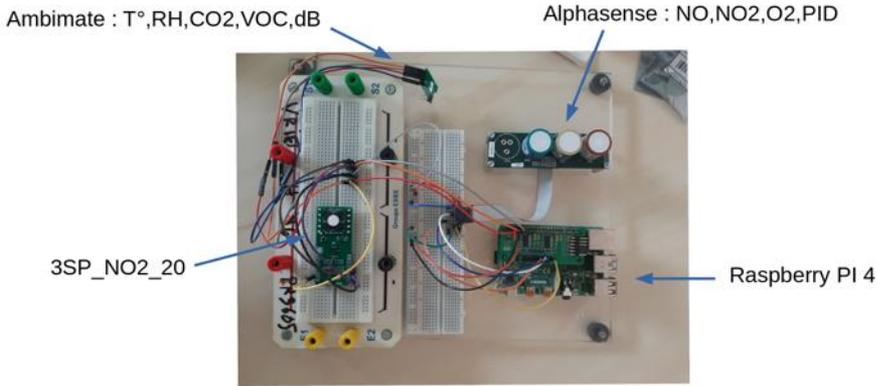


Fig. Prototype de station de mesure de qualité de l'air développée par les élèves de l'ESIEE Paris

**ESIEE**  
PARIS



Optimisation de l'emplacement des matériaux via le BIM

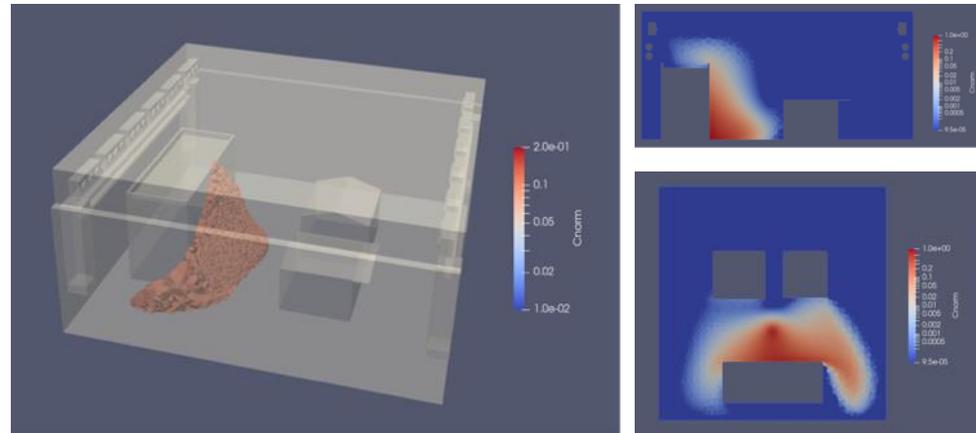


Fig. Simulation numérique d'un écoulement de polluant dans Sense-City



senseCITY



# Ambiances lumineuses et sécurité routière

Revêtements clairs couplés à l'éclairage dynamique : ex. LUCIOLE® ...

- Réduction de la consommation énergétique et de la pollution lumineuse nocturne (-70 %)
- Des maîtres d'ouvrages engagés : Limoges, Rennes, Béziers-Montady, CD92, ...
- Création d'îlots de fraîcheur urbains



# Ambiances lumineuses et sécurité routière



La peinture photoluminescente : l'innovation sécurité sans dépense énergétique. LuminoKrom<sup>®</sup>



Caméra E3S dans l'axe des marquages Luminokrom de Sense-City



# MERCI pour votre attention

*N.Hautière, Université Gustave Eiffel*

*F.Olard, EIFFAGE Route*

**Citoyens, Professionnels, Décideurs :**  
**face aux transitions, quel engagement collectif**  
**pour les infrastructures de mobilité ?**

