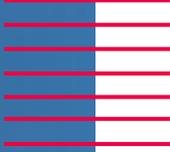




UNIVERSITÉ 2023

De la recherche aux solutions



Bâtiment et efficacité énergétique

≡ Ecole des Mines Paris-PSL

≡ VINCI Construction

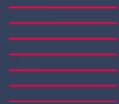
≡ VINCI Energies



L'écoconception des bâtiments

Bilan et perspectives des recherches menées
par l'école des Mines Paris-PSL

Bruno PEUPORTIER & Charlotte ROUX



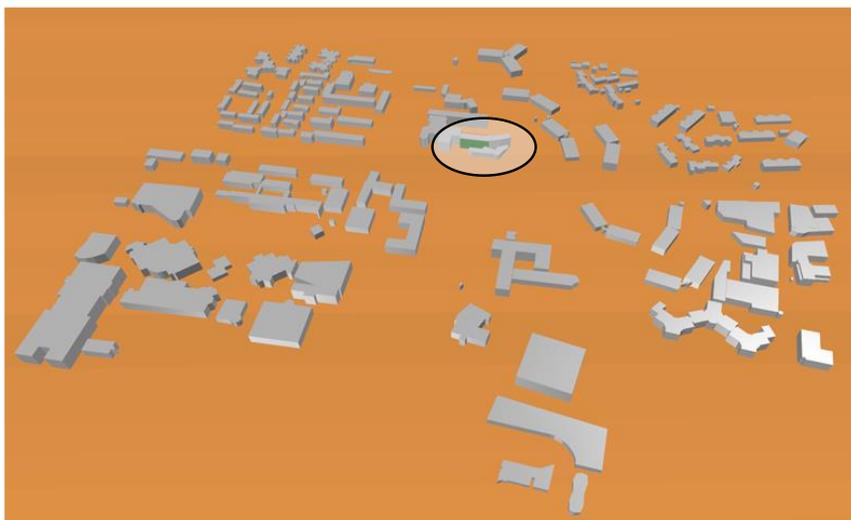
SOMMAIRE

- 1 Bilan sur la période 2018-2023**
3 Masters, 4 thèses, 5 Post-docs, 7 années ingénieur
Programme recherche & solutions
- 2 Perspectives pour 2023-2028**
Intégration des limites planétaires dans l'écoconception
- 3 Conclusion**

Bilan sur 2018-2023

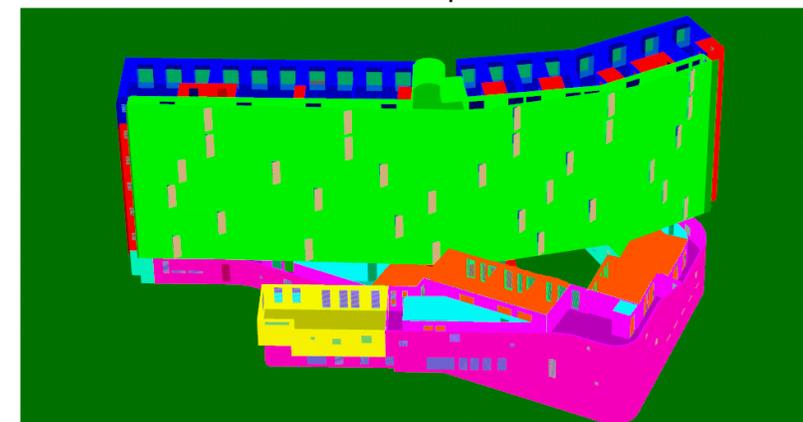
Rafrâichissement par ventilation naturelle

Chaînage entre échelles quartier et bâtiment

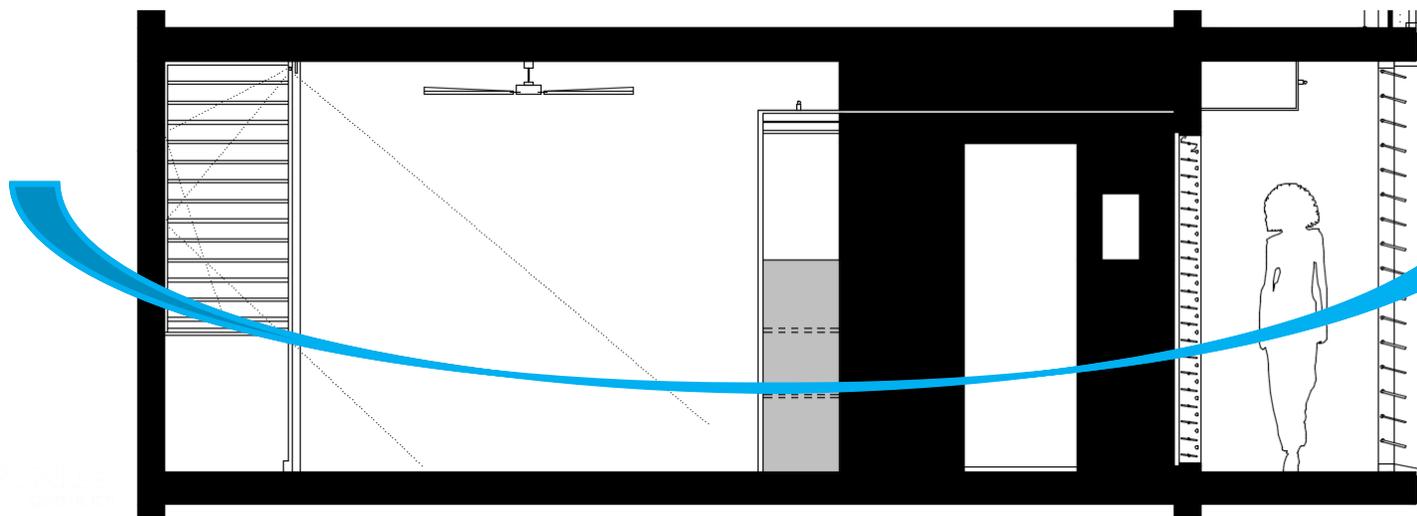


UrbaWind -> pressions sur les façades

Pleiades STD COMFIE -> débits d'air et températures



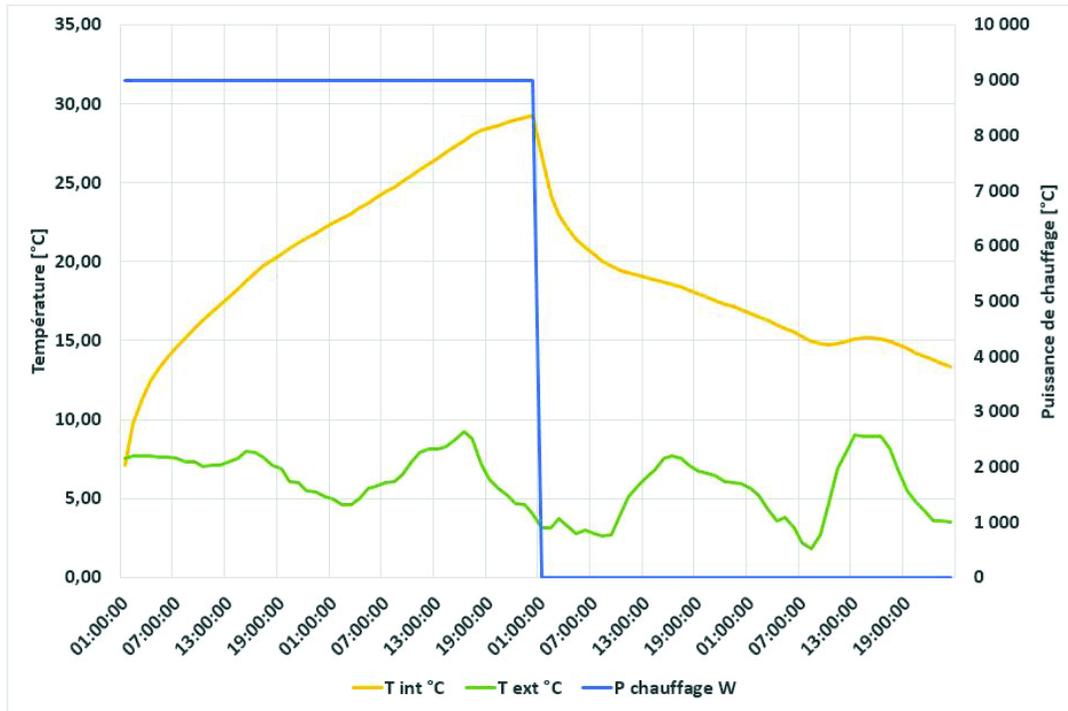
Exemple : résidence universitaire
du CROUS à La Réunion



Aide à la conception pour la
résilience face aux canicules
Baisse des températures des
chambres : 3°C

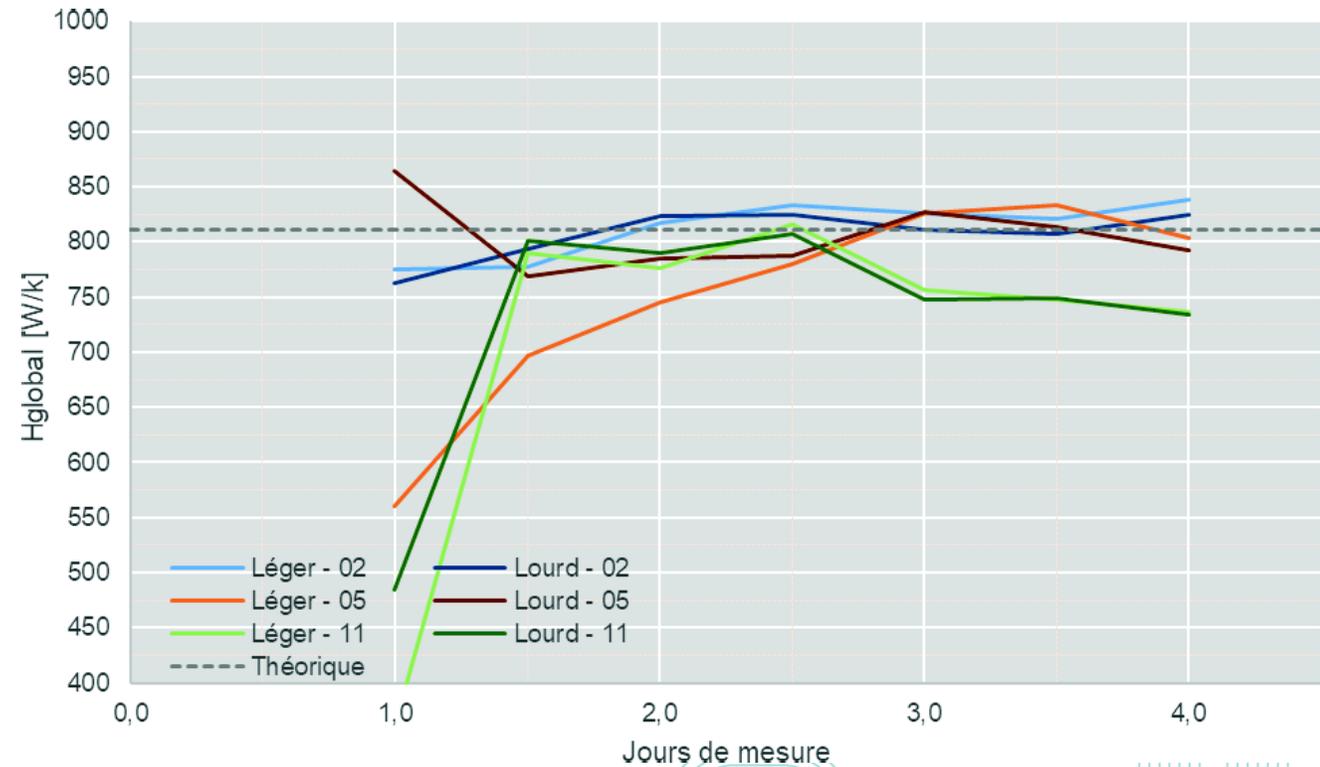
Mesure de performance

Chauffage puis mesure de la décroissance de température



Vérification de la qualité de mise en œuvre d'isolation thermique, ponts thermiques

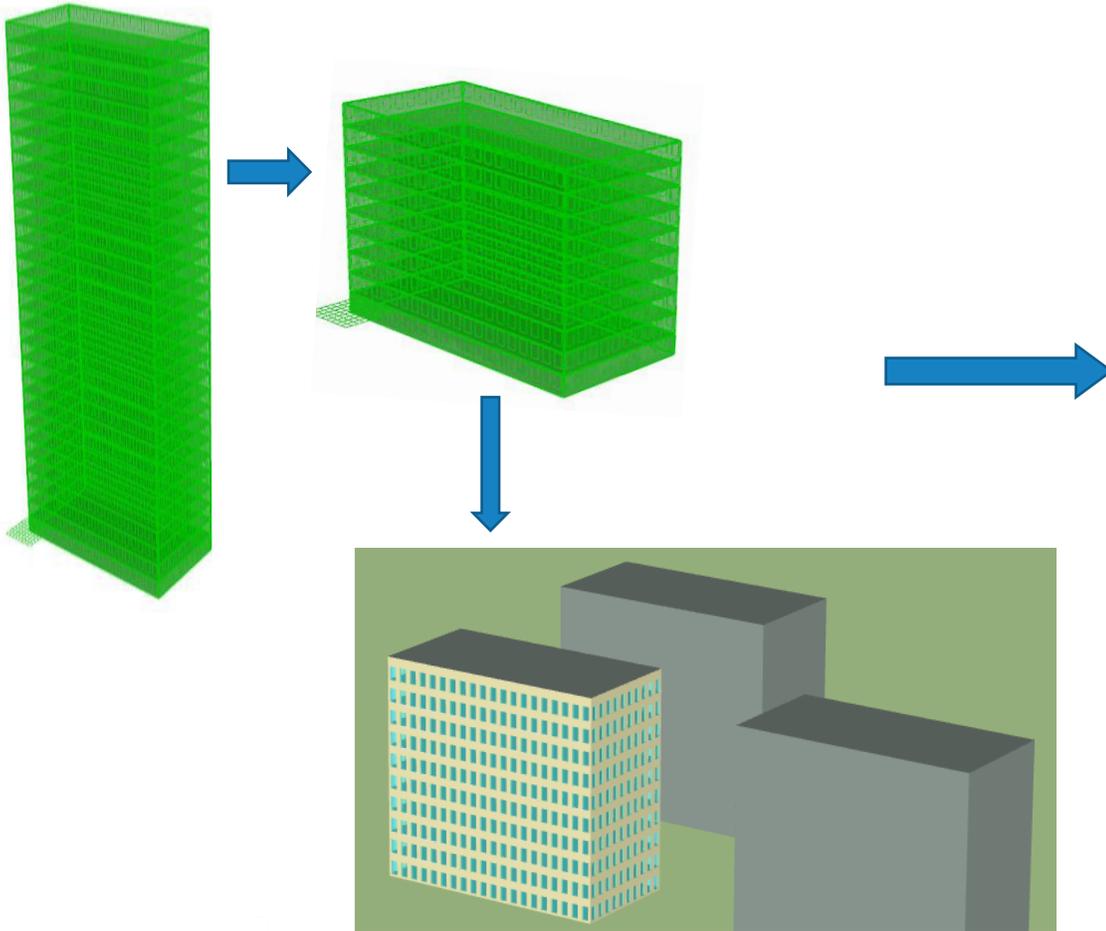
Identification du coefficient de pertes (W/K)



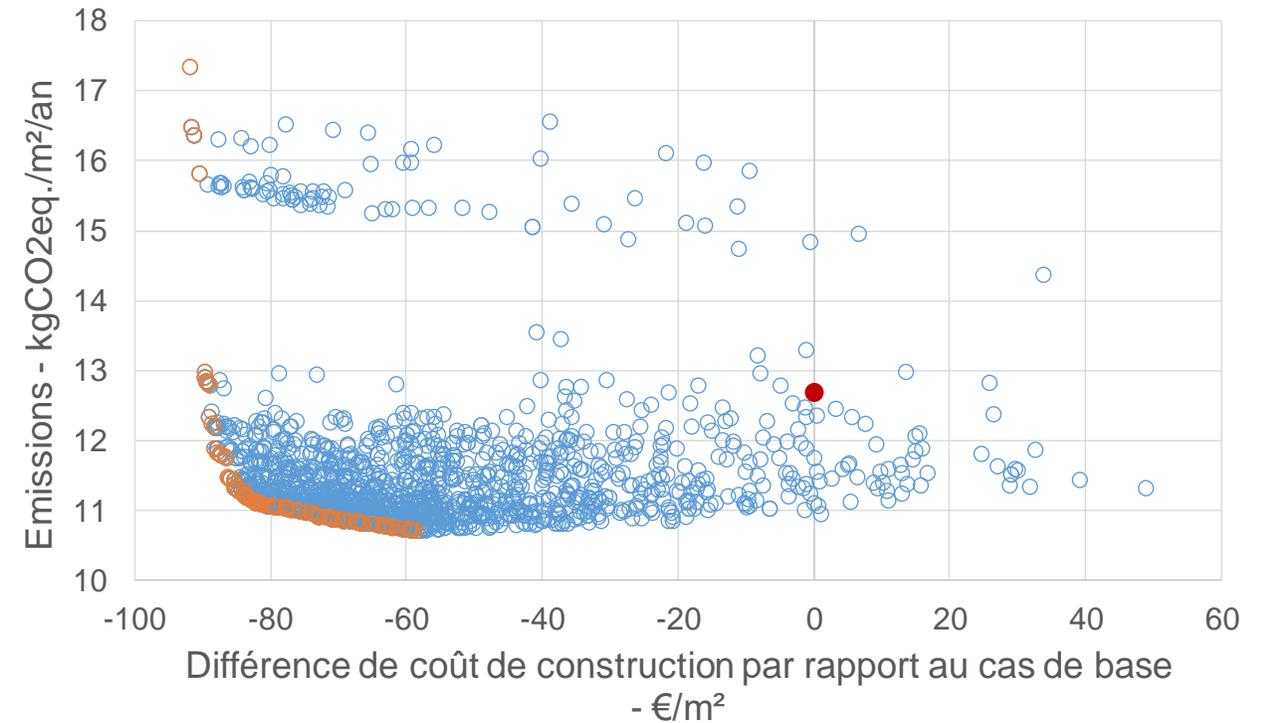
Design paramétrique et optimisation

Couplage Rhino Grasshopper et Pléiades

Exemple, comparaison de morphologies urbaines



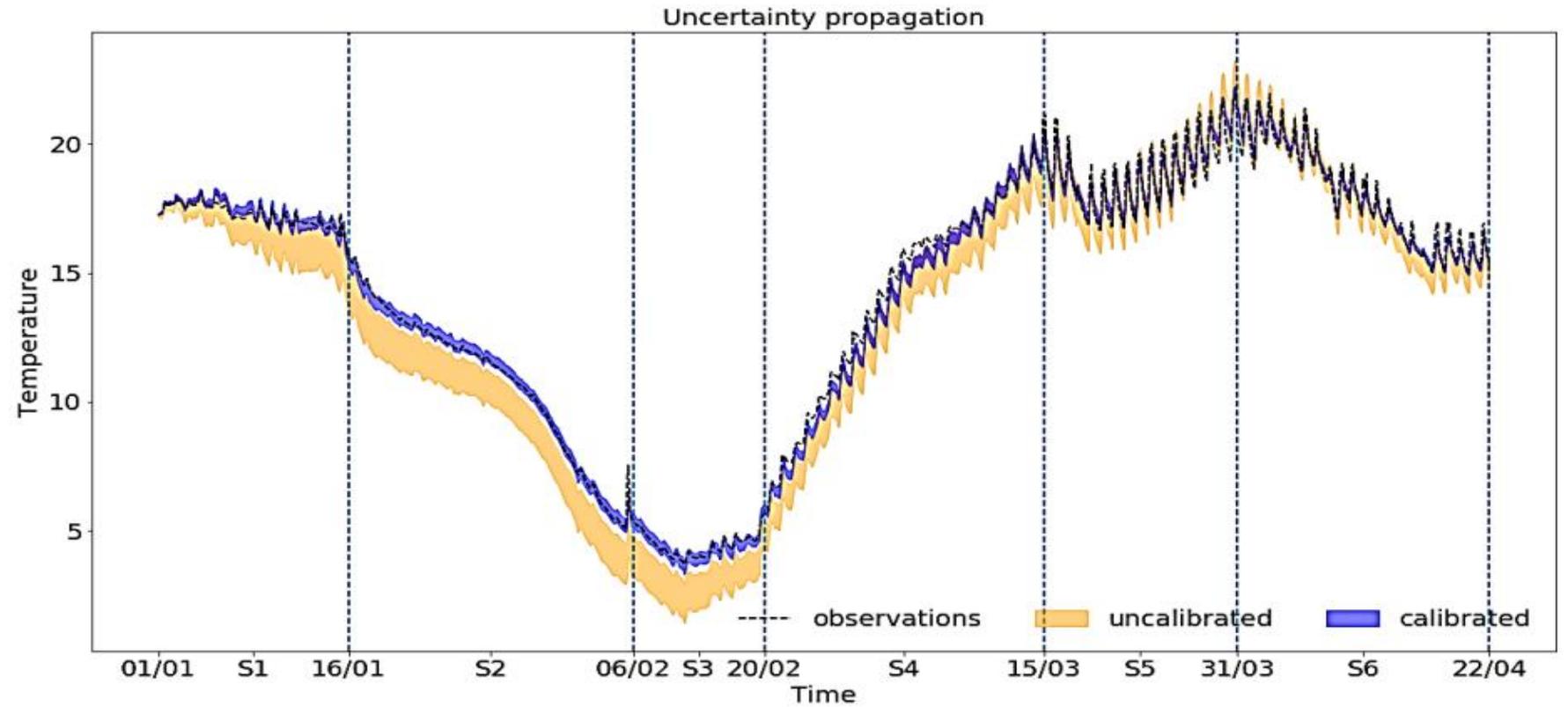
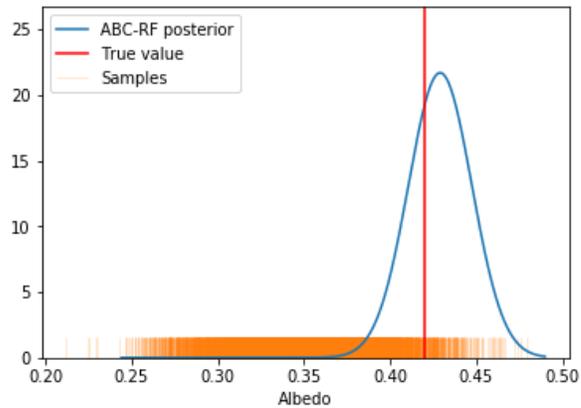
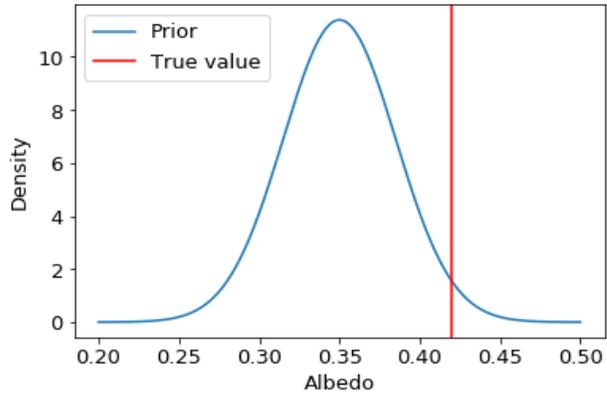
Optimisation par algorithme génétique



○ Solutions dominées ○ Solutions non dominées ● Cas de base

Calibrage de modèle

Améliorer la précision grâce à des mesures -> optimiser la gestion et la rénovation



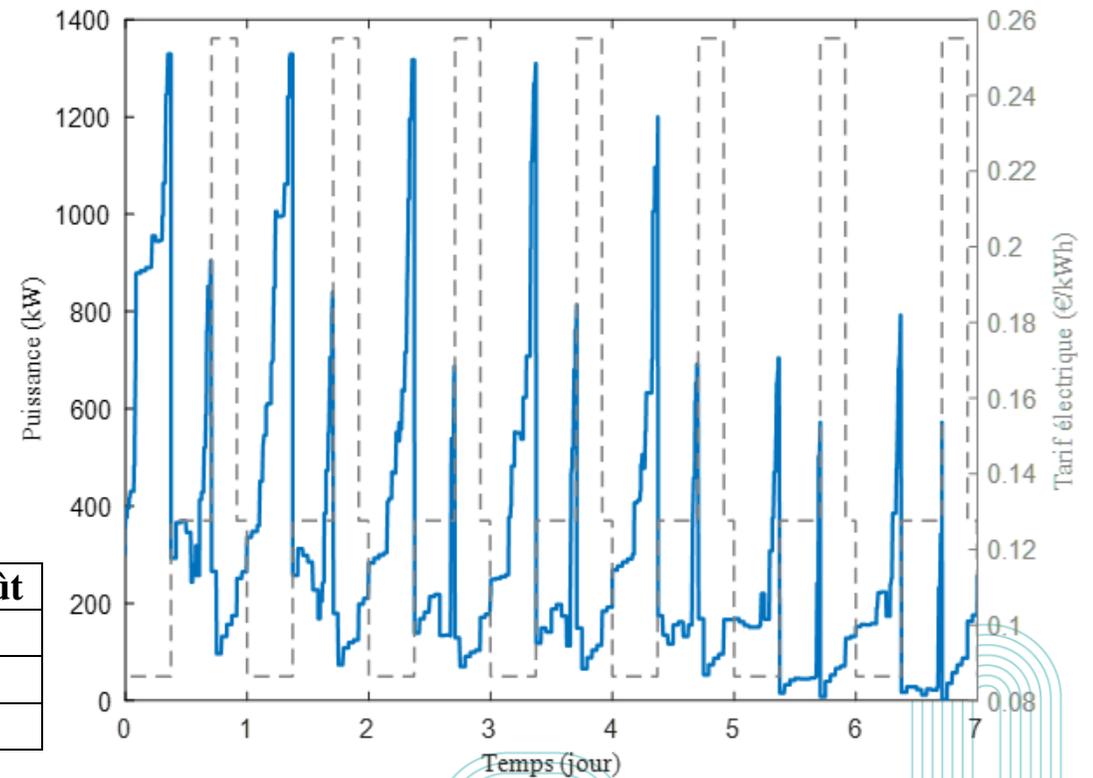
Contrôle - commande

Objectif : Améliorer la performance d'une stratégie de gestion et réduire le temps de calcul

Méthode : associer les principes de Bellman et de Pontriaguine
-> réduit la combinatoire de solutions (2 possibilités
à chaque pas de temps

Autre avantage : plus facile à mettre en œuvre
(paramétrage, convergence)

Exemple : îlot avec 2 immeubles HLM, une résidence
et 2 bâtiments tertiaires
Système photovoltaïque 245 kWc



	Coût global	Variation du coût
Régulation classique avec revente totale	106 402 €	-
Stratégie optimale avec revente totale	92 426 €	-13 %
Stratégie optimale avec autoconsommation totale	95 980 €	-9,8 %

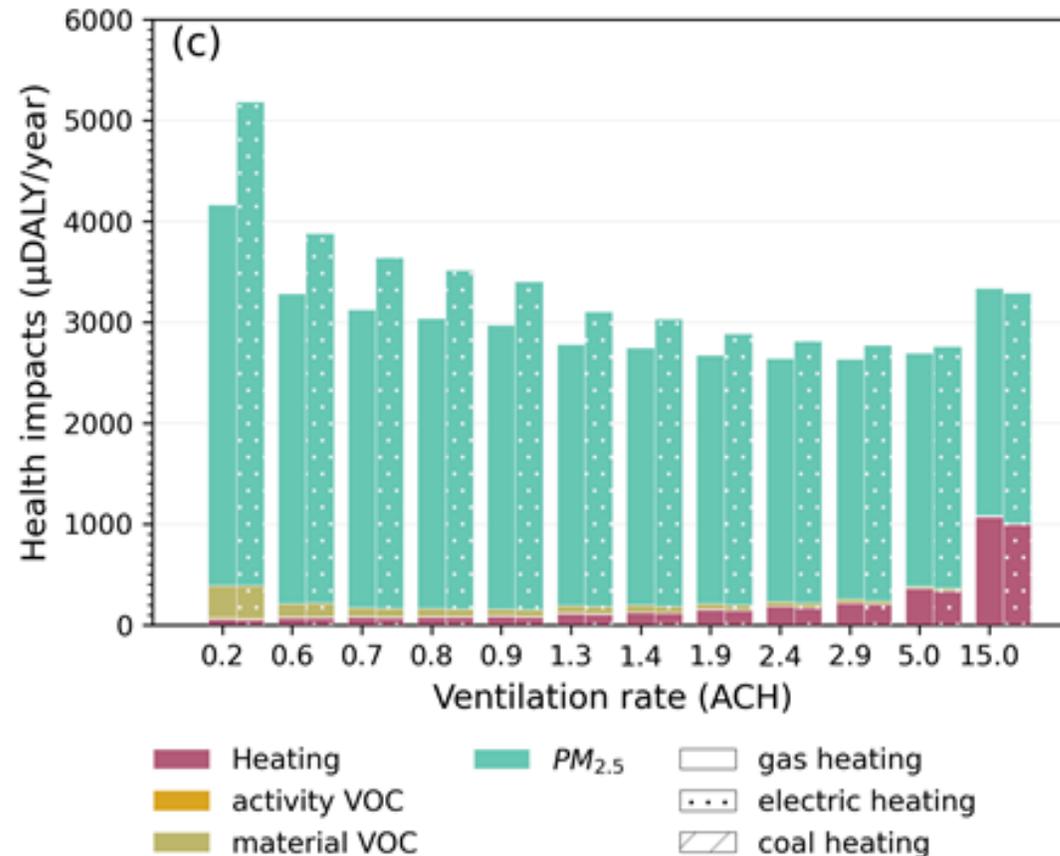
Intégration de la qualité de l'air intérieur dans l'ACV des bâtiments

Objectif : optimiser l'impact global sur la santé (ex. dimensionnement de la ventilation).

Méthode : évaluation des émissions des matériaux et des activités, concentrations en polluants, doses, DALYs;

Taux de renouvellement d'air optimal augmenté : passe de 1 vol/h sans prendre en compte la QAI à entre 3 et 5 vol/h;

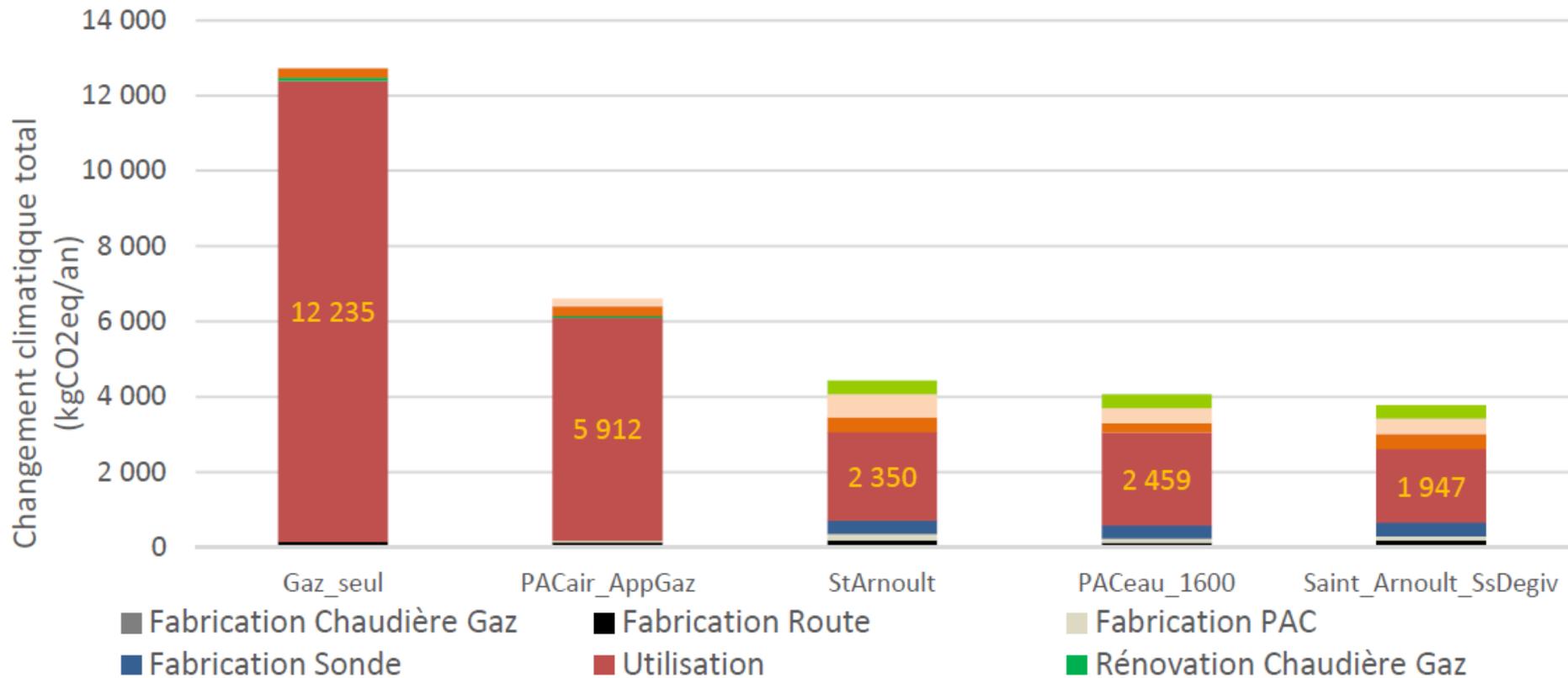
Importance des poussières provenant de l'extérieur (intérêt d'une ventilation double Flux avec filtre);



PRS, Evaluation de la « power road »

Objectif : évaluer l'intérêt énergétique et environnemental de la solution.

Méthode : intégration d'un modèle de route chauffante dans la simulation énergétique et l'ACV.

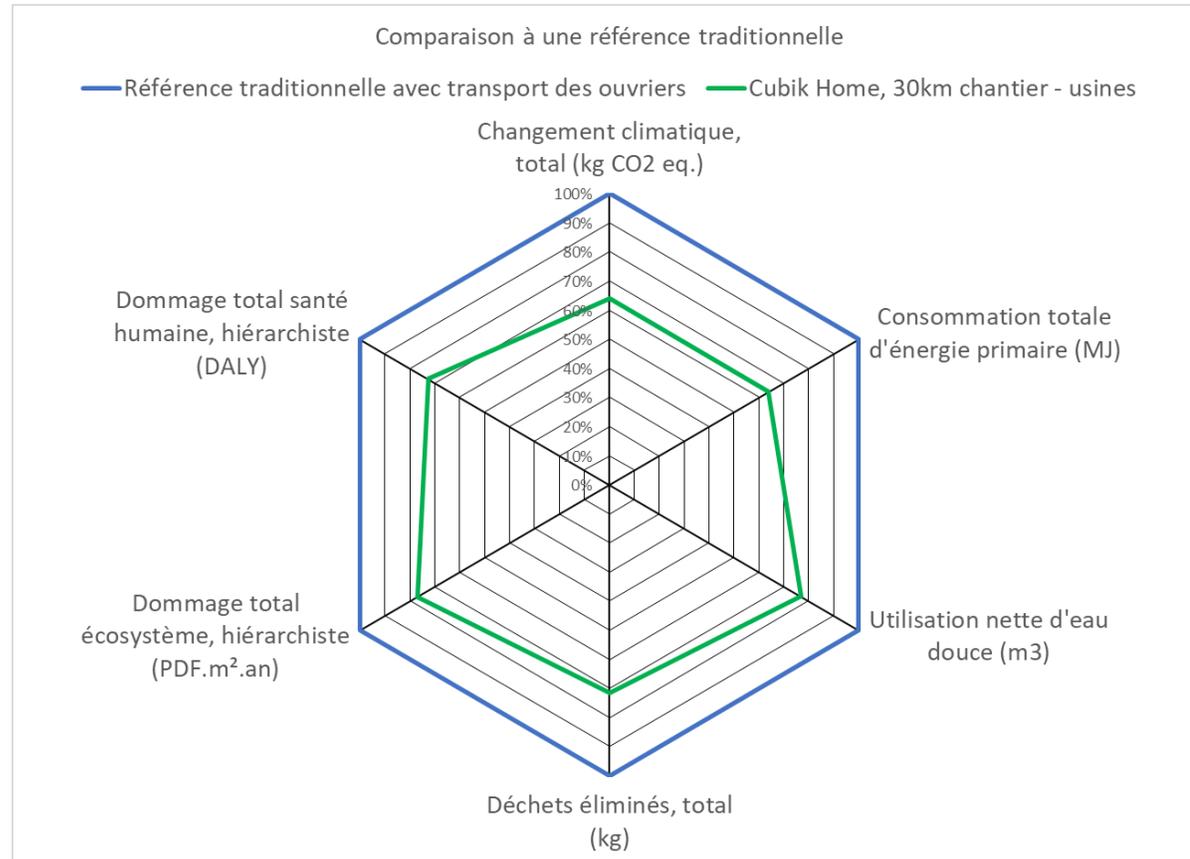


Exemple, démonstrateur de Saint-Arnoult, projet avec EUROVIA

Intérêt d'une construction hors site

Objectif : évaluer et améliorer la performance énergétique et environnementale du concept proposé.

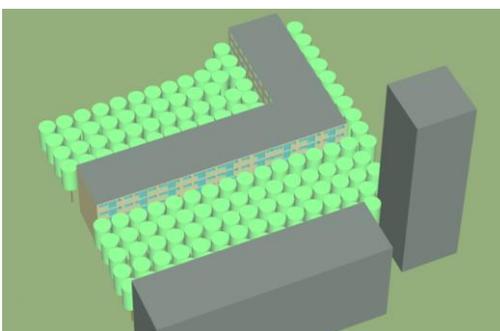
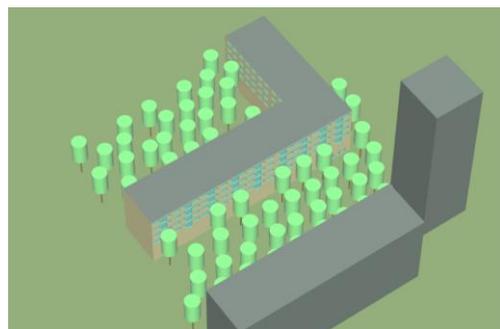
Méthode : simulation énergétique, ACV, comparaison de variantes.



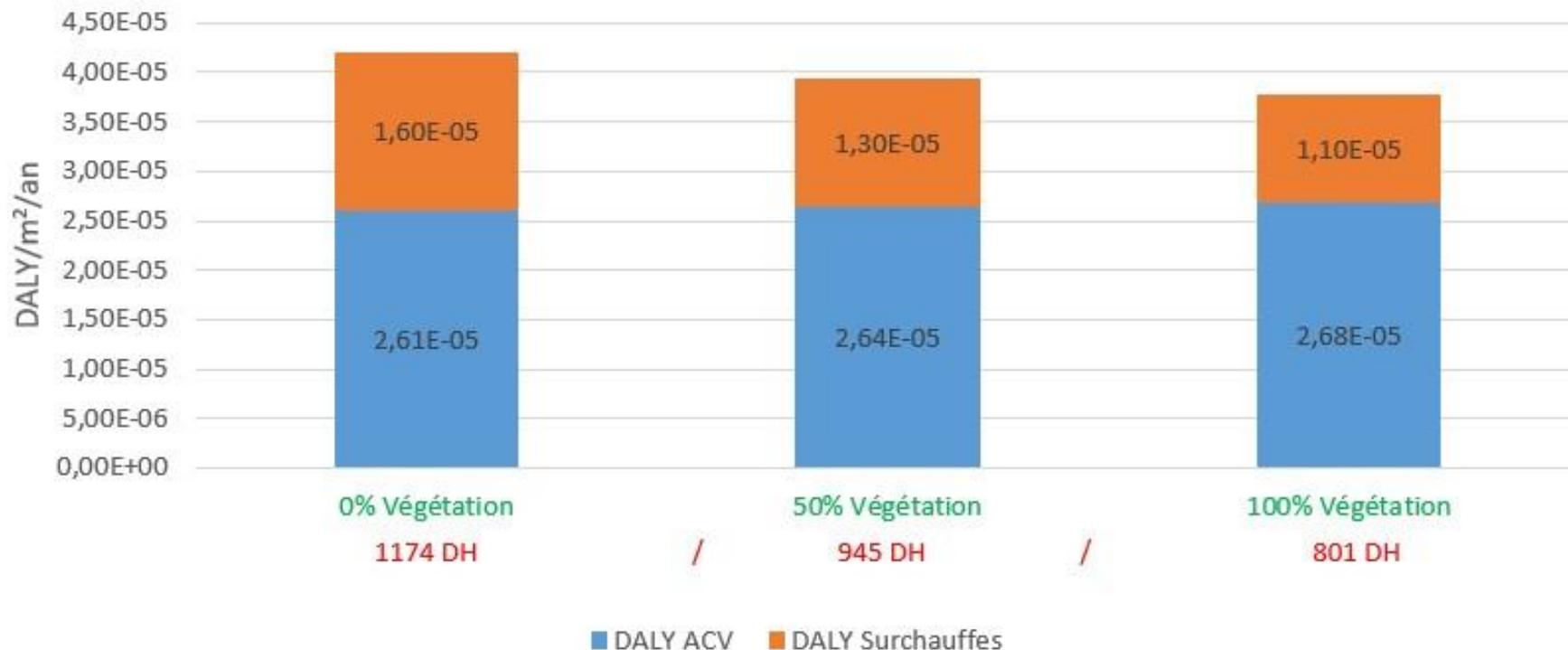
Résilience des bâtiments face aux canicules

Objectif : évaluer et réduire les risques de surchauffe induits par le réchauffement climatique.

Méthode : données climatiques prospectives, modèle microclimat AgroParisTech, simulation thermique, ACV.



Etude de l'impact sur la santé de la végétation à l'échelle du quartier, HLM Paris 2100 Extrême - 10 vol/h



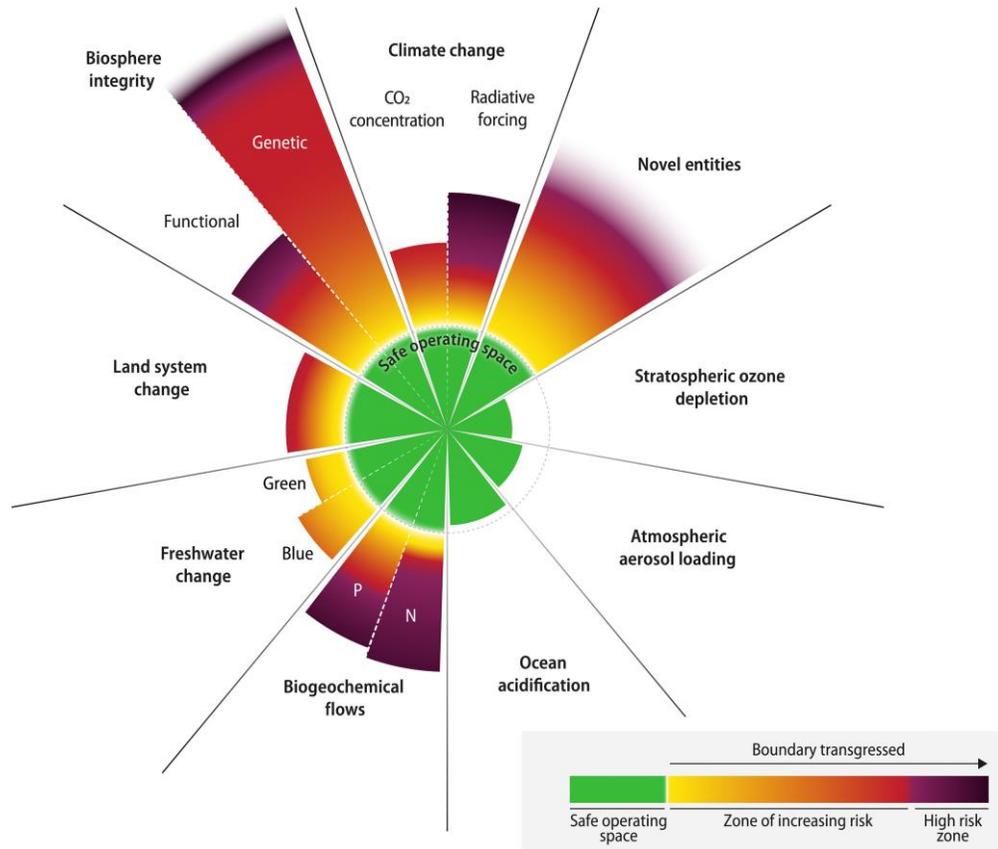
Exemple à Montreuil, impacts eau et chauffage largement compensés par le rafraîchissement

Perspectives sur 2023-2028

Régionalisation et intégration de limites planétaires dans l'ACV

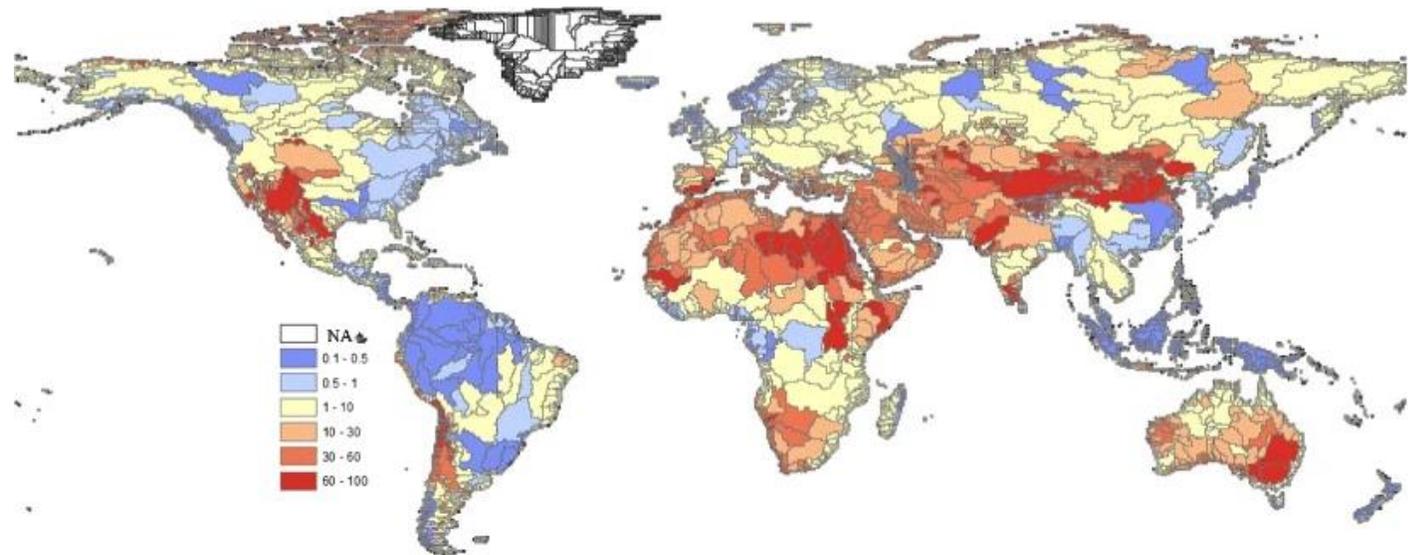
Objectif : savoir si un projet urbain respecte les limites planétaires (ex. climat, eau, usage des sols...).

Méthode : descente d'échelle, régionalisation des inventaires et des méthodes d'évaluation d'impacts.



Richardson et al. 2023

Exemple de régionalisation concernant l'usage de l'eau

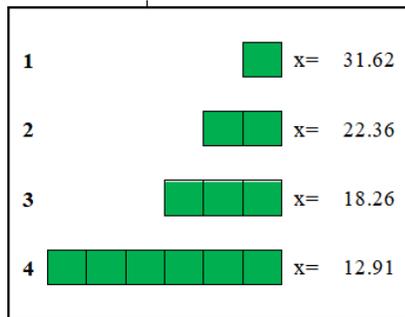


Boulay et al. 2017

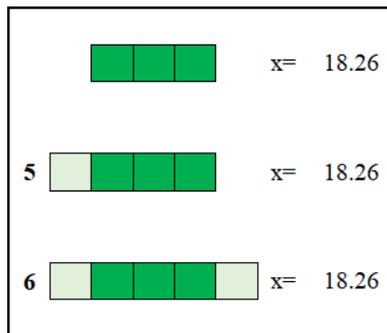
Application de l'I.A. aux projets de rénovation

Objectif : simplifier les études avant la contractualisation

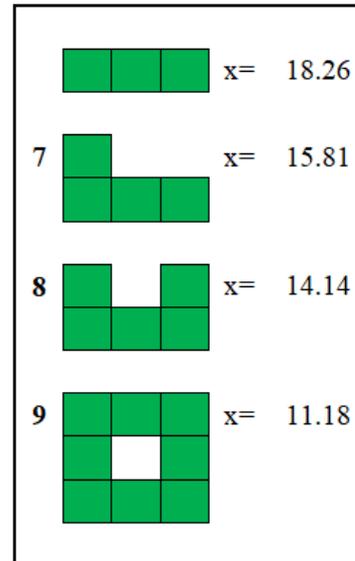
Méthode : créer un échantillon de résultats réels ou de simulation -> apprentissage automatique -> méta-modèle réduisant le nombre de données à collecter et le temps de calcul.



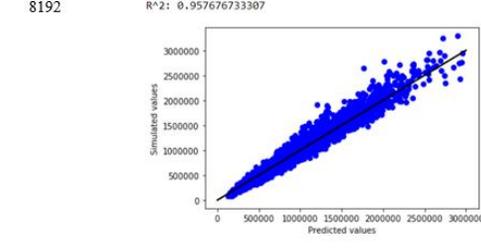
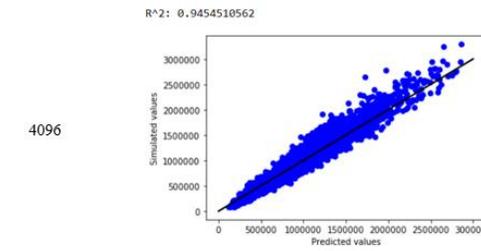
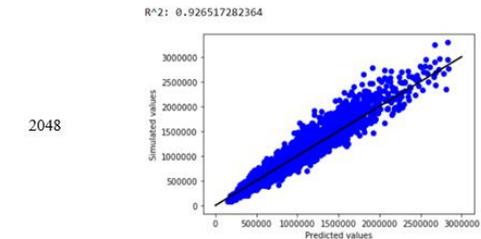
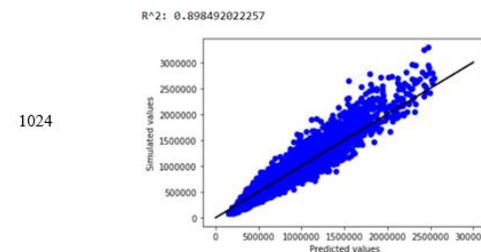
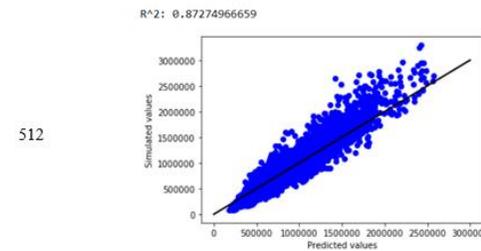
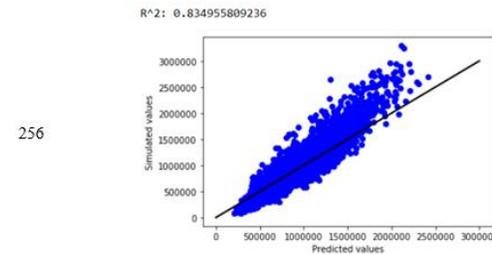
Effet de proportion



Effet de mitoyenneté



Effet de forme

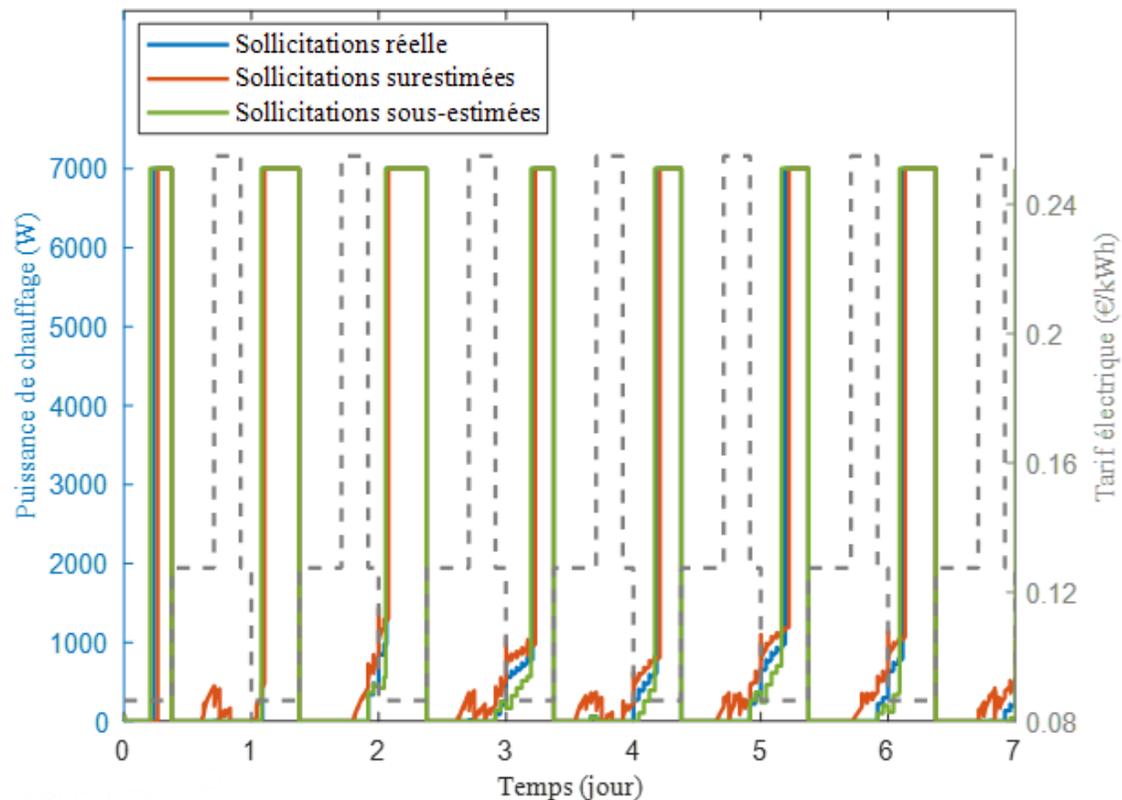


Comparer différents algorithmes, paramétrages, taille d'échantillon de données, paramètres d'entrée...

Aspects stochastiques dans l'optimisation de stratégies de gestion énergétique

Objectif : prendre en compte les incertitudes (météo, occupation) dans la commande prédictive

Méthode : collecter des données de mesure sur un bâtiment existant -> apprentissage automatique -> méta-modèle permettant l'analyse de la robustesse de l'optimisation pour la commande prédictive.

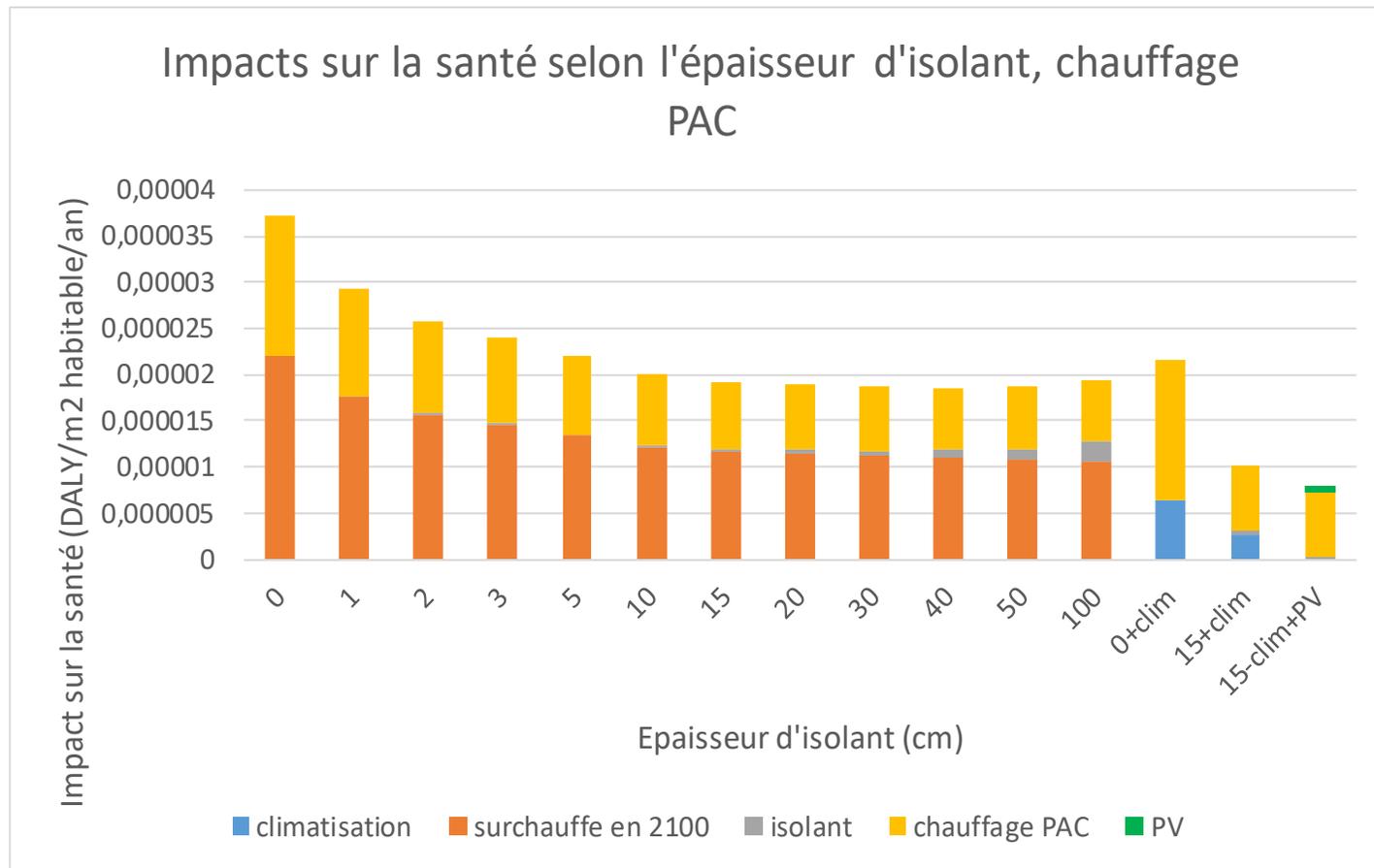


Erreur de prévision -> nécessité de corriger la commande lors du retour d'état -> réduction de la performance de la stratégie de gestion (coût plus élevé)
-> intérêt de minimiser l'erreur.

Intégration de la qualité de l'air intérieur et des surchauffes dans l'ACV des bâtiments

Objectif : évaluer les impacts sur la santé en intégrant la QAI, les surchauffes et l'ensemble du cycle de vie.

Méthode : associer la modélisation des transferts de polluants, la simulation thermique et l'ACV.



Ajouter la QAI, comparer différents matériaux, différents taux de renouvellement d'air etc. de manière à associer atténuation et adaptation.

Collaboration avec l'école des Ponts (transports) et Agro (végétation) -> concentrations en polluants à l'extérieur.

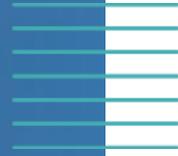
Autres activités

- ≡ Contribution au projet collectif sur les matériaux biosourcés (ACV, applications bâtiment).
- ≡ Liens avec les sciences humaines (sobriété).
- ≡ Liens avec les chercheurs en IA (amélioration des algorithmes et de leur paramétrage).
- ≡ Suite des séminaires (international, architectes-urbanistes).
- ≡ Nouveaux projets dans le cadre du Programme Recherche et Solutions.

Conclusions

- ≡ Nécessité d'une transition énergétique et écologique.
- ≡ Division par 2 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030.
- ≡ Atteindre un niveau zéro émissions nettes d'ici 2050.
- ≡ Ne pas se focaliser uniquement sur le climat
-> besoin de nouvelles connaissances et de nouveaux outils.
- ≡ Contribution du lab, besoin de renforcer les applications et la mise en pratique des résultats.

Merci de votre attention



≡ **Bruno Peuportier**
bruno.peuportier@minesparis.psl.eu

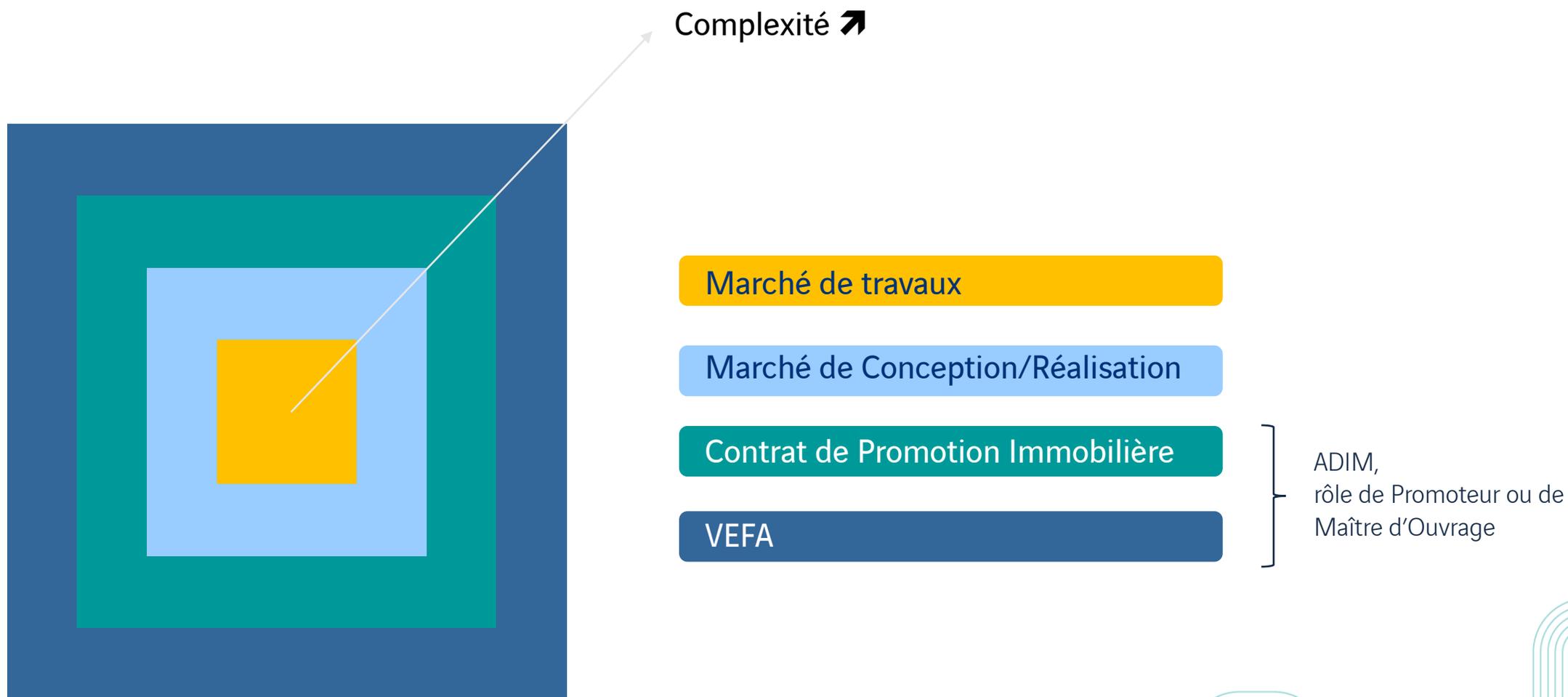
≡ **Charlotte Roux**
charlotte.roux@minesparis.psl.eu



ACV et efficacité énergétique des bâtiments

Laurent Putzu
Directeur ADIM, VINCI Construction

ADIM : Le Développement Immobilier, c'est quoi ?



ADIM : Le Développement Immobilier, de quelle manière ?

≡ **Un modèle décentralisé qui permet toutes les bonnes initiatives**

≡ **Un modèle intégré puissant**

– Constructeur / DRTO / ADIM

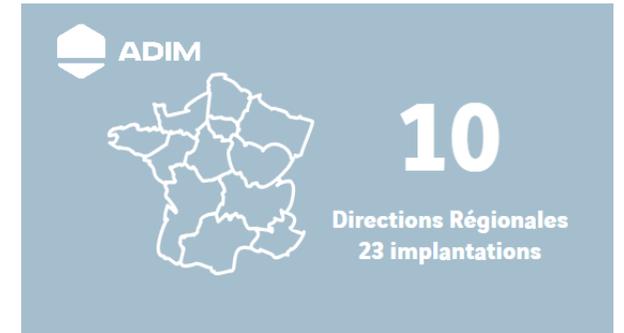
≡ **Un accompagnement VINCI**

– Pôle Performance Durable de VINCI Construction

– La Fabrique de la Cité

– Leonard

– Lab Recherche Environnement



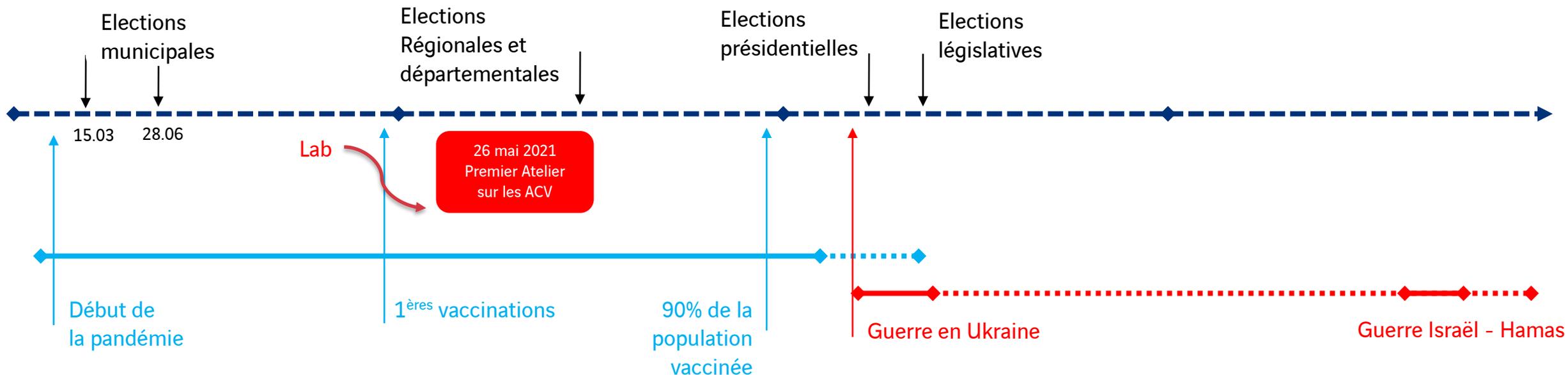
Une succession d'évènements ou de crises

2020

2021

2022

2023



Relance de la production

- Pb RH
- Pb Approvisionnements
- Pb Inflation (1,5 à 6,8%)
- Coût de l'Énergie

Choc des taux (10 augmentations successives)

Amplification des problèmes

Éléments de contexte

☰ Une période incertaine

- Inflation, nos coûts construction
- “Choc” des taux bancaires
- Acceptabilité de nos projets
- Des élus moins enclins à construire
- Une prise de conscience environnementale

☰ Sujet stratégique pour VINCI

Résolution 11 de l'Assemblée Générale mixte VINCI du 8 avril 2021

- Plan de Transition Environnementale
 - Climat
 - Optimiser les ressources
 - Préserver les milieux naturels

☰ Nouvelle donne environnementale pleine d'opportunités

- Plan de Transition Environnemental
 - Climat
 - Optimiser les ressources
 - Préserver les milieux naturels

Une nécessaire remise en cause

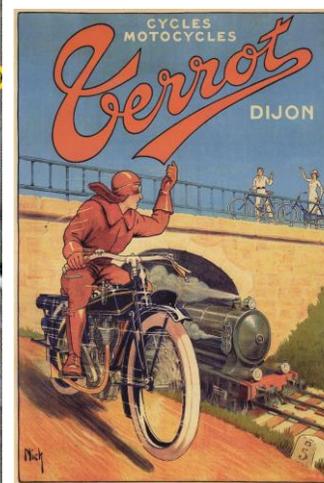
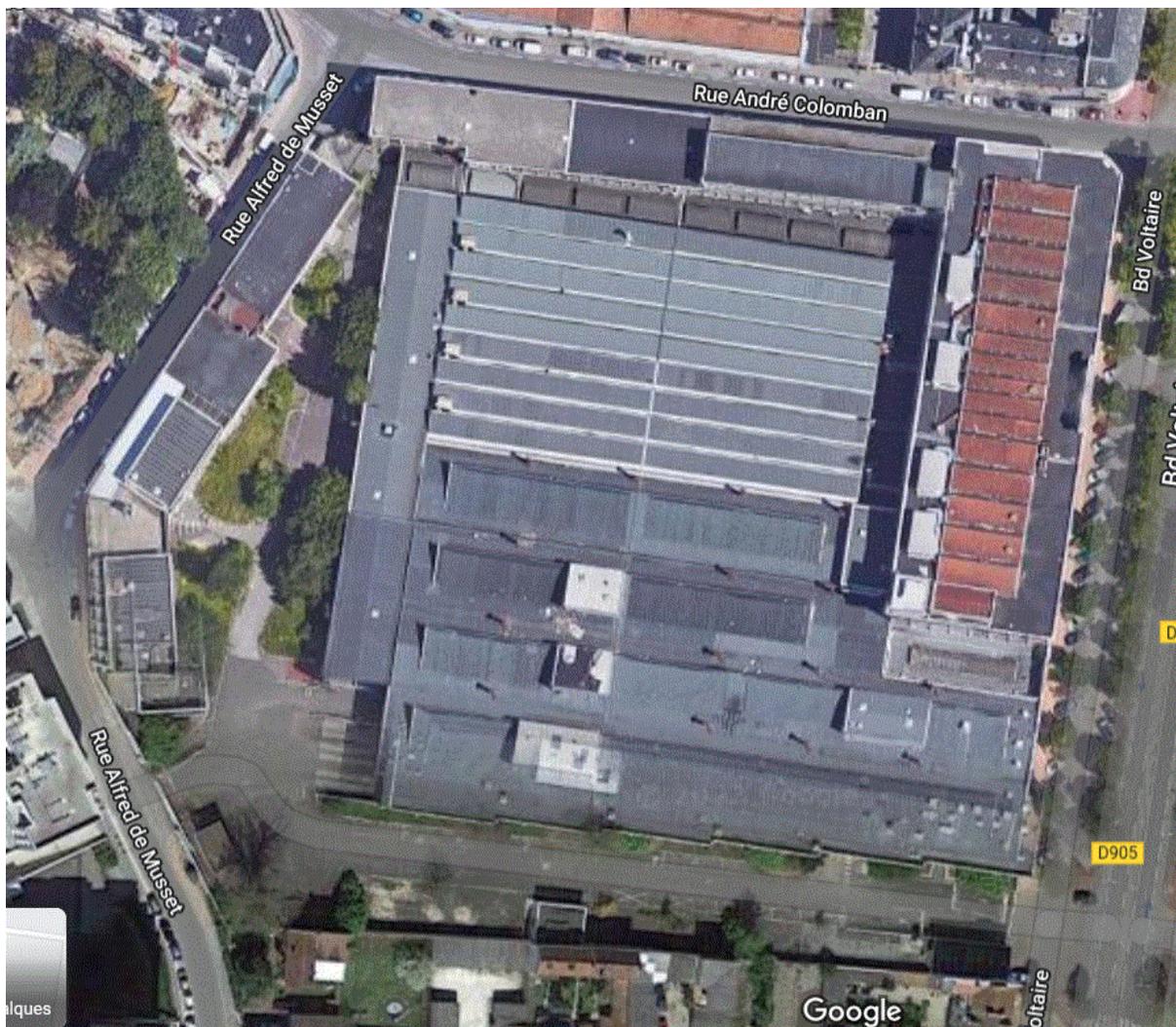
- ≡ Comprendre les enjeux Ressources – Santé – Biodiversité
- ≡ Arbitrer très en amont les scénarii de projets immobiliers possibles
- ≡ Rendre acceptables nos projets en leur donnant du sens
- ≡ Maîtriser nos coûts et prioriser nos choix techniques
- ≡ Aider les Utilisateurs à un meilleur usage
- ≡ Former nos esprits à trouver des chemins innovants

→ Quel outil ACV simple permettrait un accompagnement des structures ADIM ?

Outil ACV – Collaboration Mines Paris-PSL

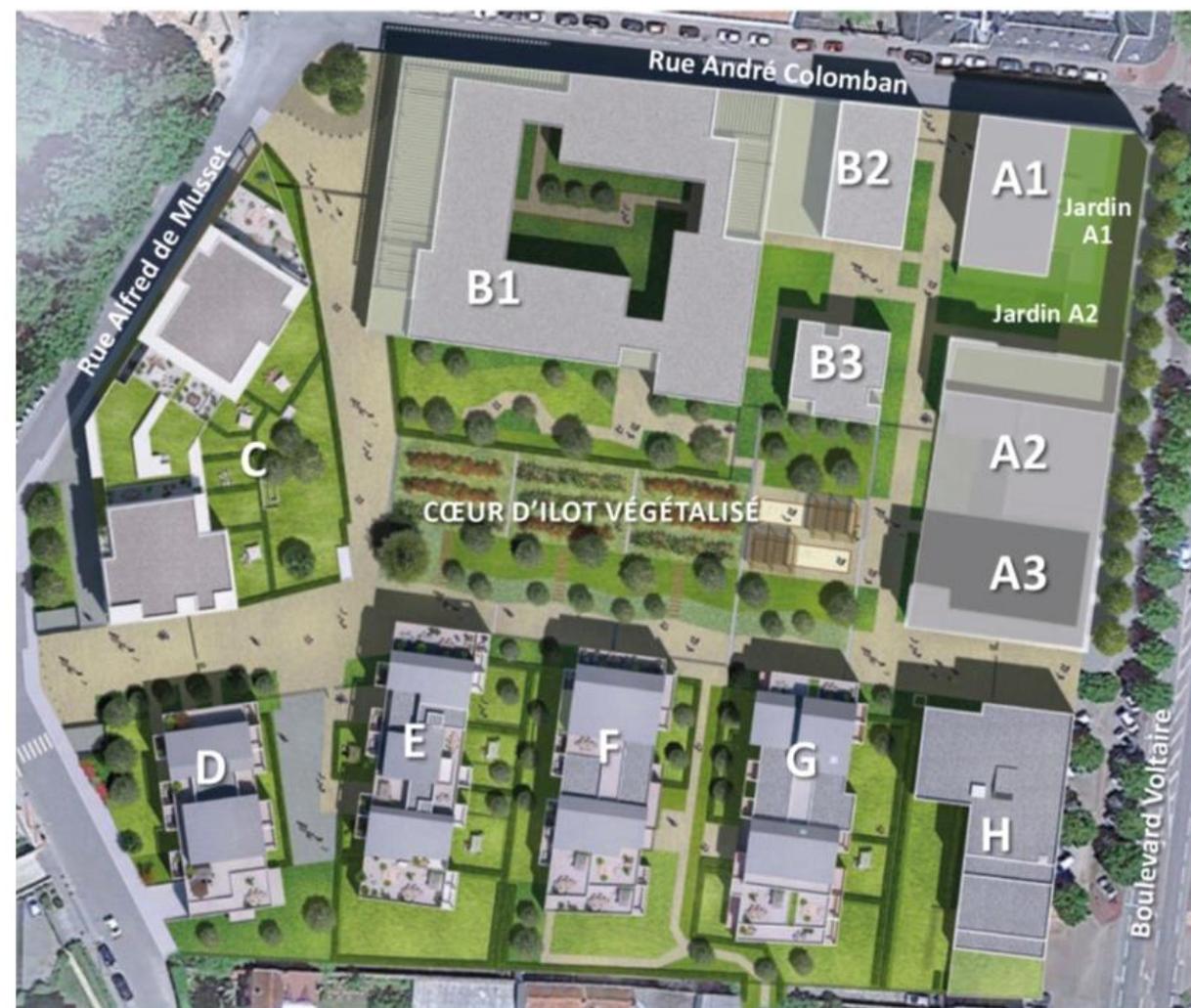
- ≡ Initiation de la démarche par le Lab recherche environnement
- ≡ Supervision et tutorat par Bruno PEUPORTIER – Charlotte ROUX
- ≡ Embauche de 2 Ingénieurs stagiaires en P.F.E : Paul FAYEL et Yann SOUK
- ≡ Identification de 2 projets référents développés par ADIM Lyon (démarche Ex-post)
- ≡ Expérimentation du Logiciel EQUER (suite logiciel PLEIADES)
- ≡ Durée de 6 mois

Application au cas de l'Usine TERRROT à Dijon (21)



- 2,1 hectares
- Imperméabilisé à 98%

Application au cas de l'Usine TERROT à Dijon (21)



Scénario 2015

Scénario retenu en 2019

Application au cas de l'Usine TERROT à Dijon (21)

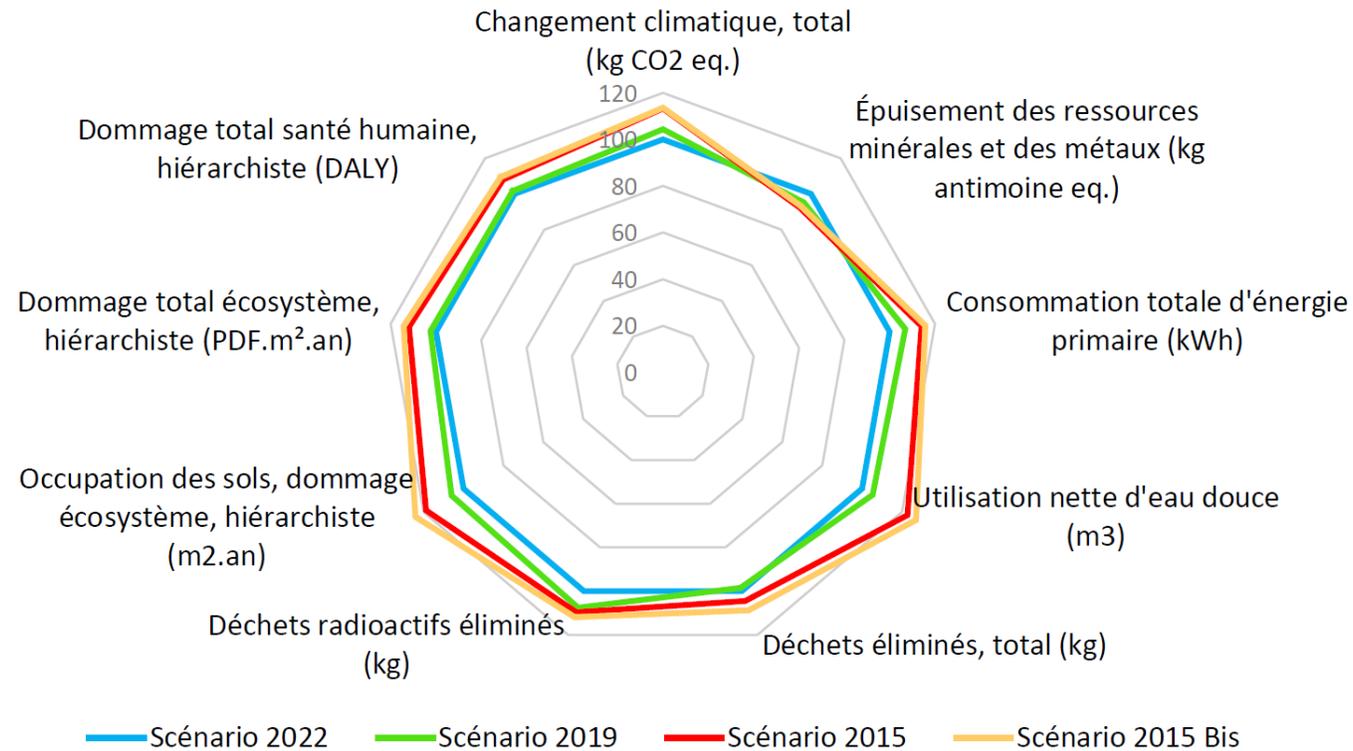


Figure 39 : Comparaison ACV des 4 scénarios principaux

Application au cas de l'ancienne Clinique Trarieux à Lyon (69)



Etat initial

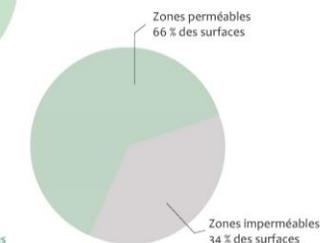
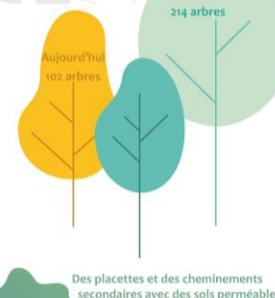
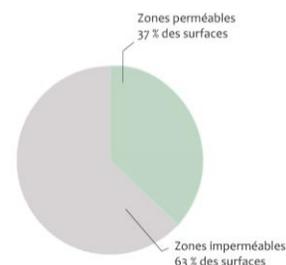


Etat projeté

Application au cas de l'ancienne Clinique Trarieux à Lyon (69)



Faire place belle
à la Nature



Application au cas de l'ancienne Clinique Trarieux à Lyon (69)

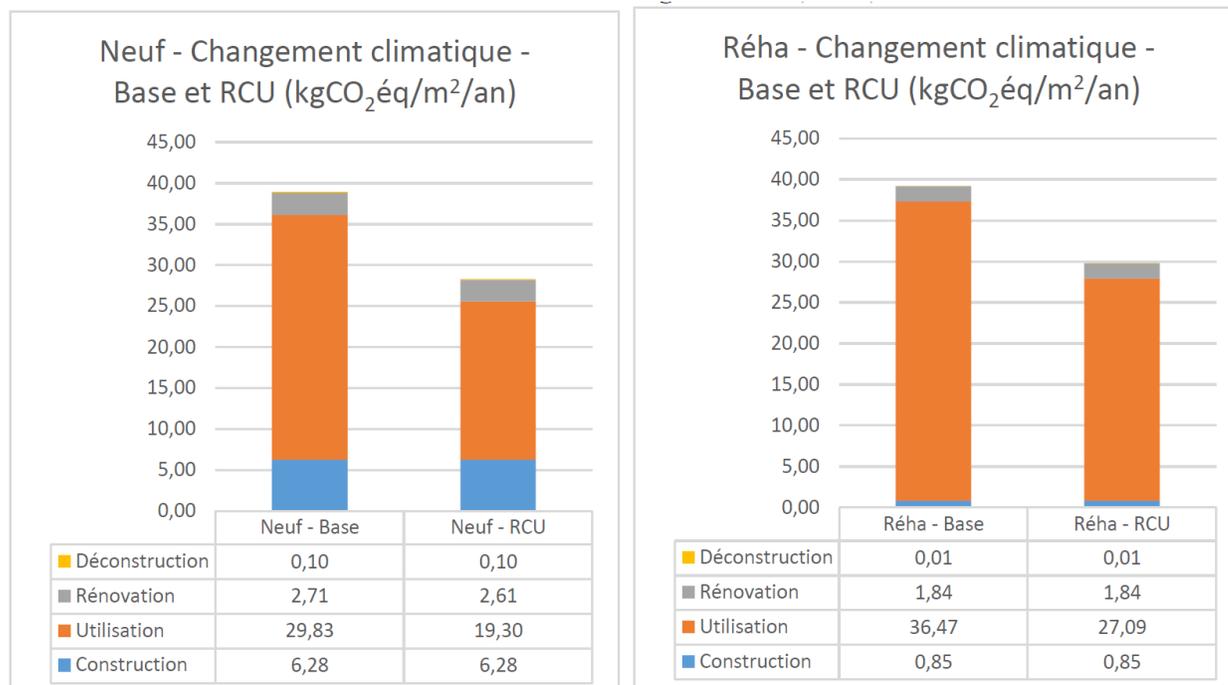


Figure 38 : Neuf et Réhabilitation - Impact changement climatique multiétapes, scénarios de base et recours au chauffage urbain (kgCO₂éq./m²/an)

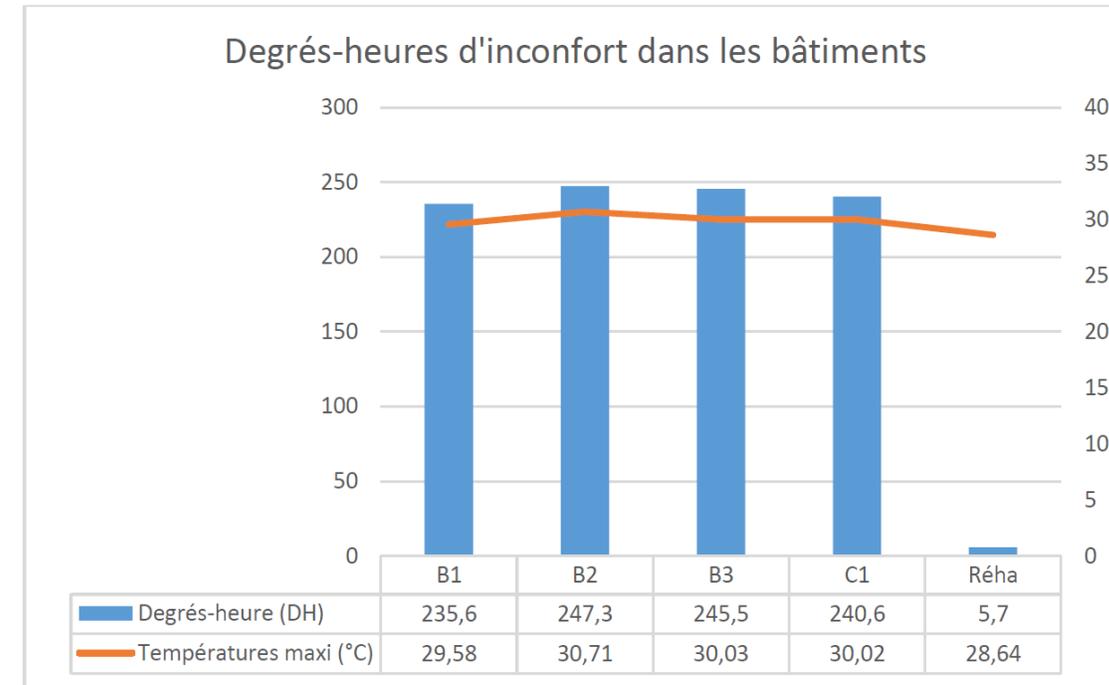


Figure 14 : Degrés-heures d'inconfort dans les bâtiments

Bénéfices et limites de l'outil ACV et de la démarche engagée

BENEFICES

- ☐ Compréhension et illustration des enjeux
- ☐ Démonstration des arbitrages par une méthode scientifique
- ☐ Prise de conscience et progression des équipes

LIMITES

- ☐ Pertinence de l'outil en phase Esquisse (ex-post) ?
Maturité du projet nécessaire pour renseigner l'outil (quantités, matériaux, isolants...)
- ☐ Disposer d'une Maquette B.I.M.
- ☐ Interprétation pas toujours aisée des restitutions de l'outil

Et depuis ?



- Les bénéfices du travail avec le Lab ont eu un impact direct sur l'ensemble des opérations en cours d'étude
- Notre approche : répondre à un besoin d'aujourd'hui tout en anticipant les périodes futures
- Résidence de Tourisme Serre-Chevalier (05) avec La Française et mmv



Projet de recherche Qivy & Mines Paris-PSL

Aurélie Foucher
Responsable études de prix, Qivy Habitat
VINCI Energies

Présentation et contexte

Entreprise Qivy Habitat – VINCI Facilities Nord-Ouest Ile de France

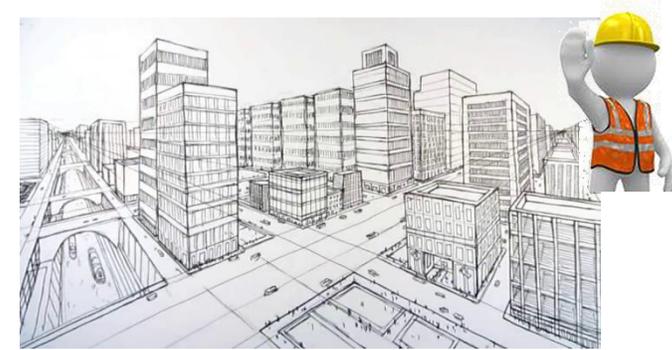


Références projet



Contexte, Interrogation et objectif

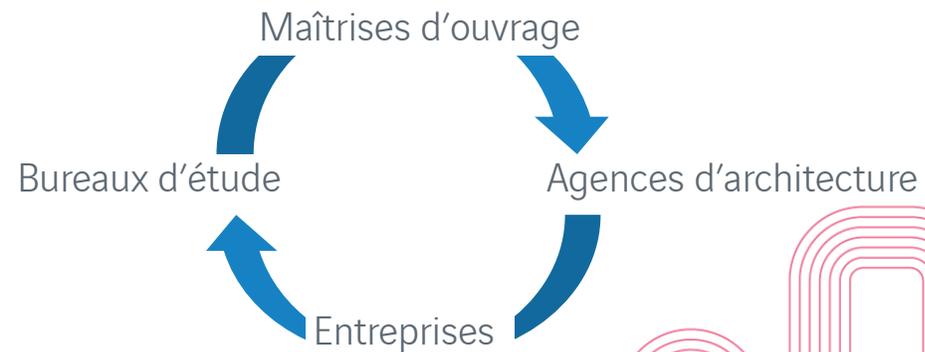
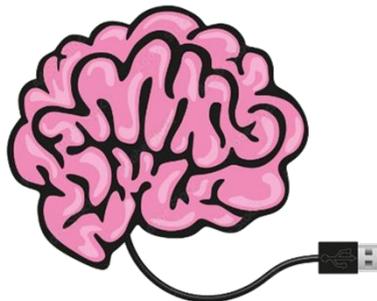
Contexte



Interrogation

Dans quelle mesure l'intelligence artificielle pourrait favoriser la conception des projets de rénovation énergétique et l'exploitation des bâtiments et ainsi nous permettre d'accompagner nos clients et leurs besoins dans un contexte de conception / réalisation / exploitation / Maintenance ?

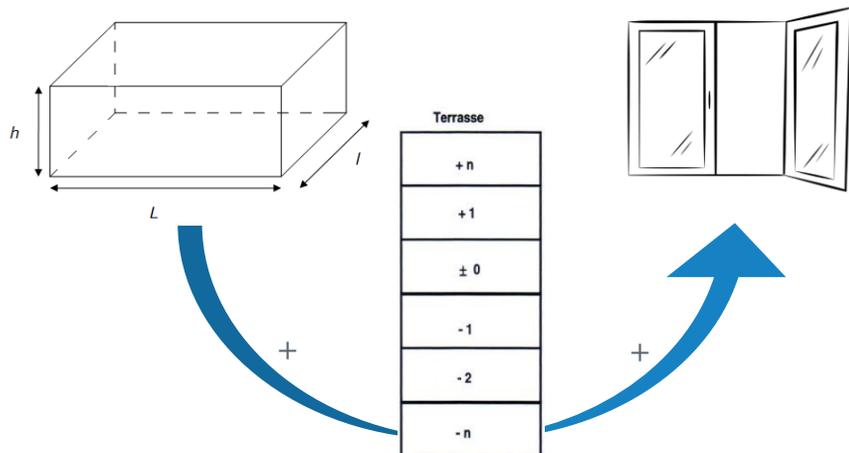
Objectif



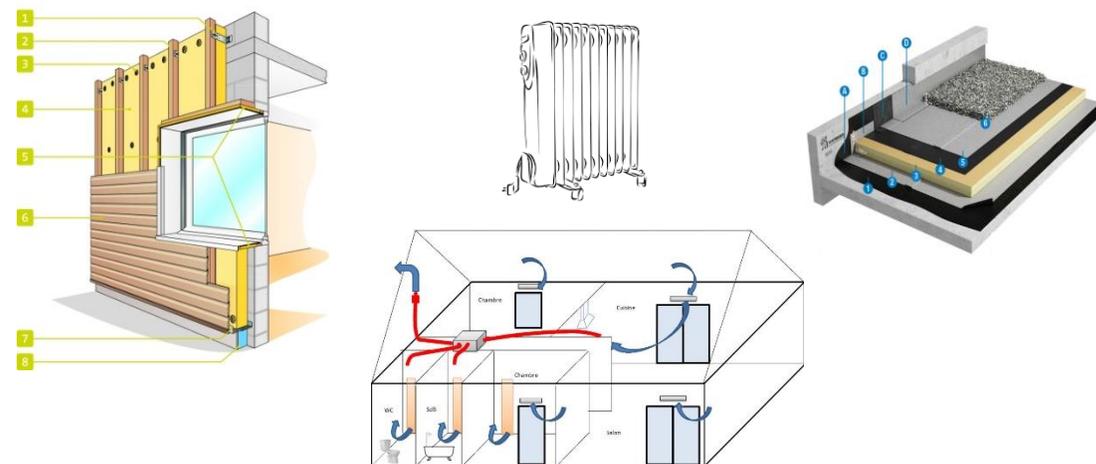
Démarches et perspectives

Démarches

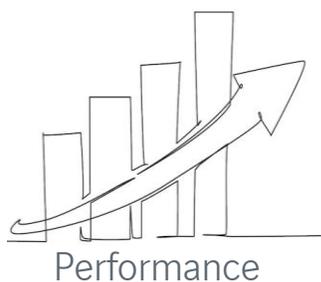
Données d'entrée



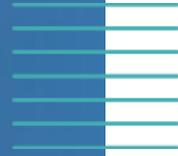
Mesures de rénovation



Conclusion



Merci de
votre attention

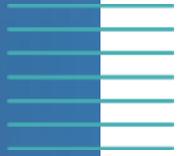


Des questions ?



UNIVERSITÉ 2023

De la recherche aux solutions



Nature en ville

 AgroParisTech

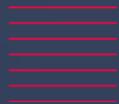
 VINCI Construction



La nature en ville

Bilan et perspectives des recherches menées
par AgroParisTech

Jean ROGER-ESTRADE
Erwan PERSONNE
Patrick STELLA



SOMMAIRE

- 1 La place d'AgroParisTech au sein du Lab
- 2 Bilan des travaux menés lors de la troisième séquence (2018-2023)
- 3 Perspectives pour la quatrième séquence (2023-2028)

La place d'AgroParisTech au sein du Lab

La place d'AgroParisTech dans le Lab

Etudier le rôle du vivant dans l'écoconception de la ville et des infrastructures

- Ecologie Urbaine
- Agriculture Urbaine
- Compensation écologique
- Services rendus par la végétalisation des villes

Un éventail large de compétences

- Ecologie, Biodiversité
- Agronomie, Science des sols
- Physique de l'Environnement et des Echanges biosphère/atmosphère



Travaux menés lors de la 3^{ème} séquence (2018-2023)

Production scientifique

≡ Bilan sur la période 2018-2023

4 masters, 3 thèses, 7 années ingénieur.

37 publications scientifiques.

20 communications à des conférences internationales.

19 communications professionnelles (articles, conférences...)

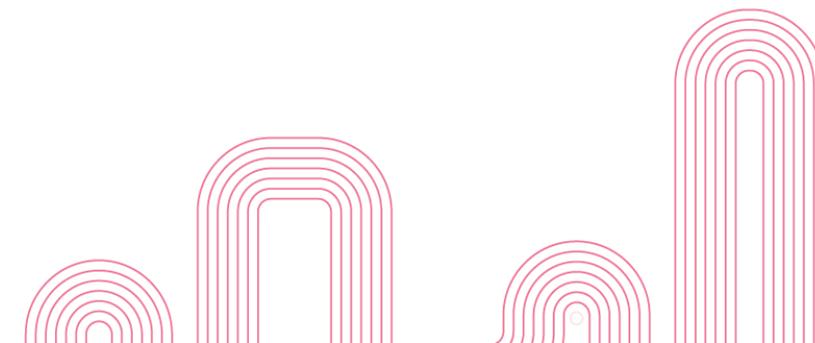
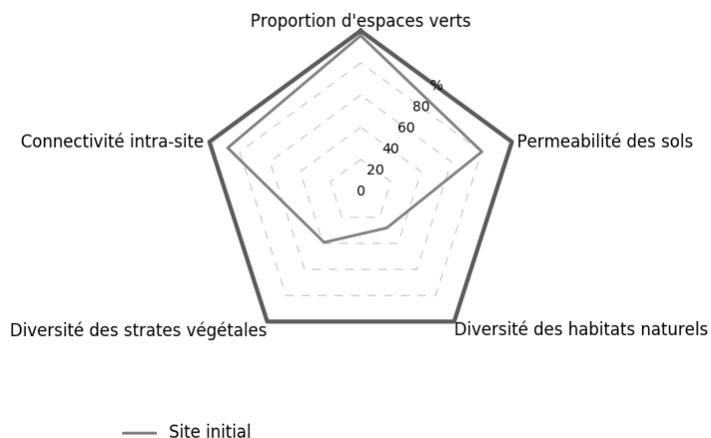
L'écologie Urbaine

L'outil Biodi(V)strict ®

Outil d'aide à l'aménagement compréhensible par les non-spécialistes, rapide et peu coûteux à utiliser, pour évaluer le fonctionnement écologique potentiel d'un site, pour tester des scénarios d'aménagement...

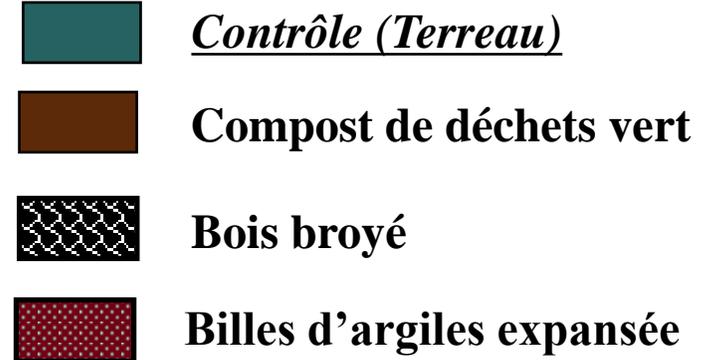
Basé sur une approche scientifique de l'évaluation de la biodiversité

Potentiel biodiversité



L'agriculture Urbaine

Travaux expérimentaux sur les substrats (technosols)



Substrat
n° 1
**Compost
+Bois**

Substrat
n° 2
**(Contrôle -
Terreau)**

Production alimentaire :

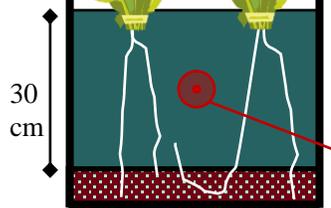
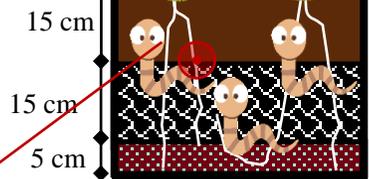
Laitue : $2,8 \pm 1,9 \text{ kg.m}^{-2}$

Tomates : $2,8 \pm 0,4 \text{ kg.m}^{-2}$

Production alimentaire :

Laitue : $1,2 \pm 1 \text{ kg.m}^{-2}$

Tomates : $2,9 \pm 2,1 \text{ kg.m}^{-2}$



Carbone organique :

⇔ $33 \text{ kgOC.m}^{-2}.2\text{y}^{-1}$

Carbone organique :

⇔ $53 \text{ kgOC.m}^{-2}.2\text{y}^{-1}$

Eau :

- Quantité d'eau retenue ⇔ $81 \pm 8 \%$

- Qualité de l'eau de percolation ⇔

$[\text{NO}_3^-] : 7 \pm 2 \text{ mg.l}^{-1}$ et $[\text{TOC}] : 431 \pm 55 \text{ mg.l}^{-1}$

Eau :

- Quantité d'eau retenue ⇔ $84 \pm 16 \%$

- Qualité de l'eau de percolation ⇔

$[\text{NO}_3^-] : 183 \pm 89 \text{ mg.l}^{-1}$ et $[\text{TOC}] : 210 \pm 47 \text{ mg.l}^{-1}$

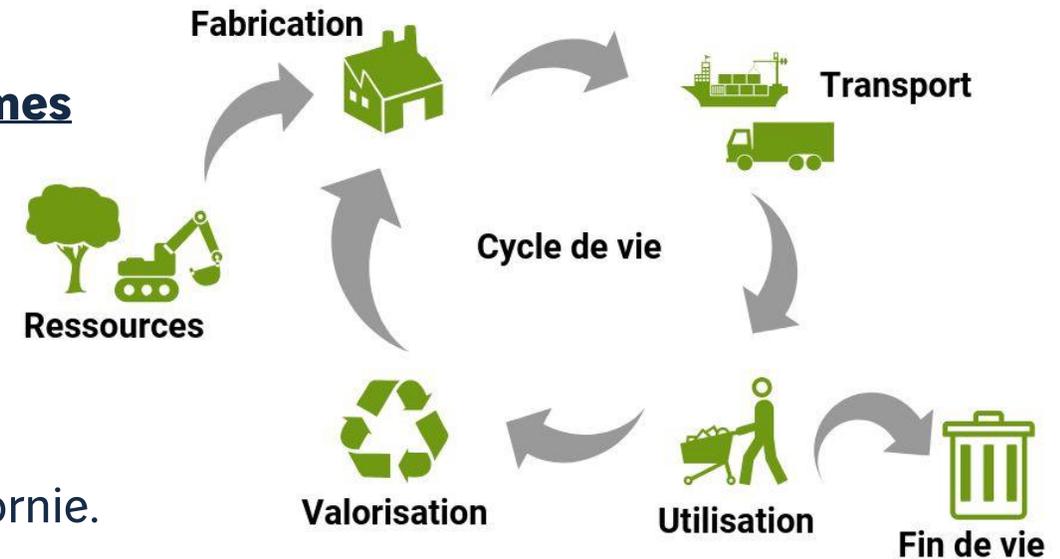
L'agriculture Urbaine

Thèse d'Erica DORR : Analyse du Cycle de Vie (ACV) des systèmes d'agriculture urbaine

Adaptation des méthodes d'ACV aux spécificités des **systèmes d'Agriculture Urbaine (AU)** : limites du système, modèles utilisés pour évaluer les impacts, prise en compte de la multifonctionnalité de l'AU...

Test sur des systèmes d'AU en région parisienne et en Californie.

72 évaluations environnementales effectuées ;
proposition d'un **cadre méthodologique** pour l'ACV
appliquée à l'Agriculture Urbaine



La compensation écologique

≡ Thèse de Julie Lombart-Latune

Objectif : comprendre **l'organisation des acteurs de la compensation**

≡ Deux études de cas :

Analyse de la mise en œuvre des mesures compensatoires de la **LGV Tours – Bordeaux**

Analyse du **système des réserves d'actifs naturels** grâce à une étude approfondie de certaines des six opérations existant en France.

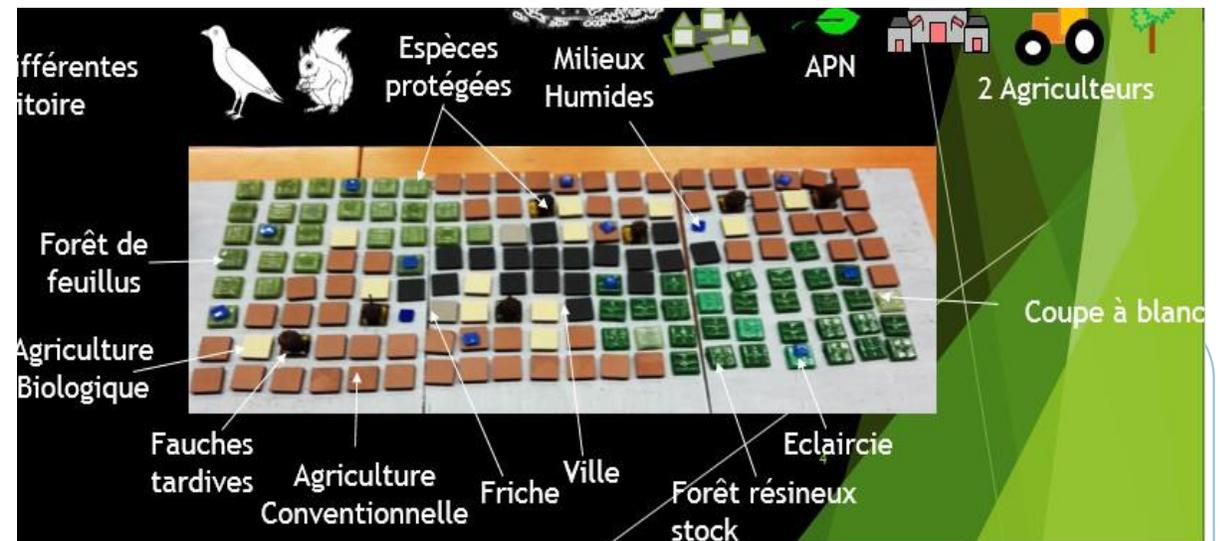
La compensation écologique

Développement d'un « Serious Game » sur la compensation Écologique

Objectifs : maintenir l'état écologique d'un territoire

Acteurs du jeu : agriculteurs, forestiers, maires, associations, promoteurs.

Plusieurs acteurs proposent des aménagements et, en fonction de l'atteinte à la biodiversité, suggèrent des mesures de compensation.

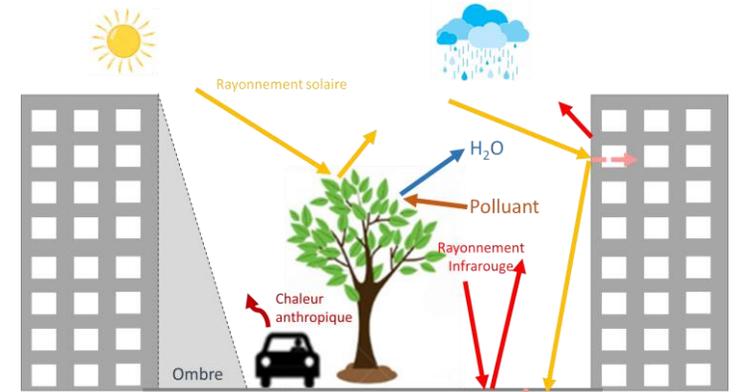


Services rendus par la végétalisation urbaine

Thèse de Sonia Le Mentec :

contribution de la **végétalisation urbaine à l'atténuation de l'îlot de Chaleur Urbain (ICU).**

Objectif : **Conception et Validation d'un modèle pour l'évaluation des effets de la végétalisation du milieu urbain sur la régulation du microclimat et sa contribution à l'amélioration de la qualité de l'air.**

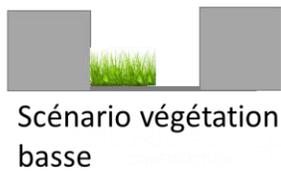


Cas d'étude: Jardin du palais universitaire de Strasbourg sur l'année 2016



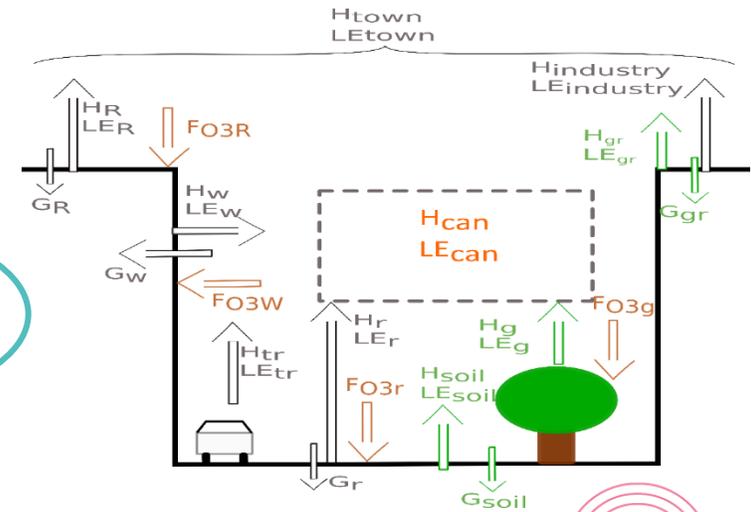
Effet de rafraîchissement = $T_{ref} - T_{veg}$

Comparaison



Pour les 3 cas : 60% de surface végétale

Conception du modèle



Scénarisation

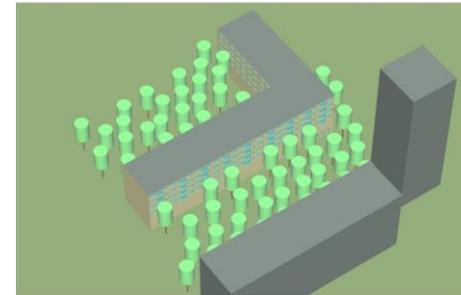
Services rendus par la végétalisation urbaine

≡ **Projet inter-écoles (Mines + APT) : étude de l'intérêt de la végétalisation pour la résilience face aux canicules**

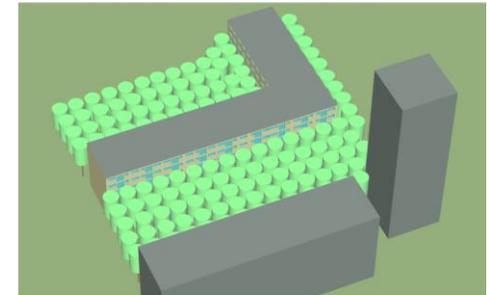
Deux équipes du lab associent leurs compétences :

- ☐ AgroParisTech : **végétalisation et microclimats** ;
- ☐ Mines Parist-PSL : **performance énergétique, confort et santé.**

50% Végétalisation



100% Végétalisation



– Résultats :

- la végétalisation permet de réduire de 0.1 à 2°C la température extérieure
- réduction de 0,7°C à l'intérieur des bâtiments ;
- **établissement d'une corrélation entre les températures et les DALY** (années de vie ajustées sur l'incapacité) pour améliorer l'ACV des bâtiments.
- **estimation Besoin en Eau** des espaces végétalisés.

Conclusion sur le bilan 2018 - 2023

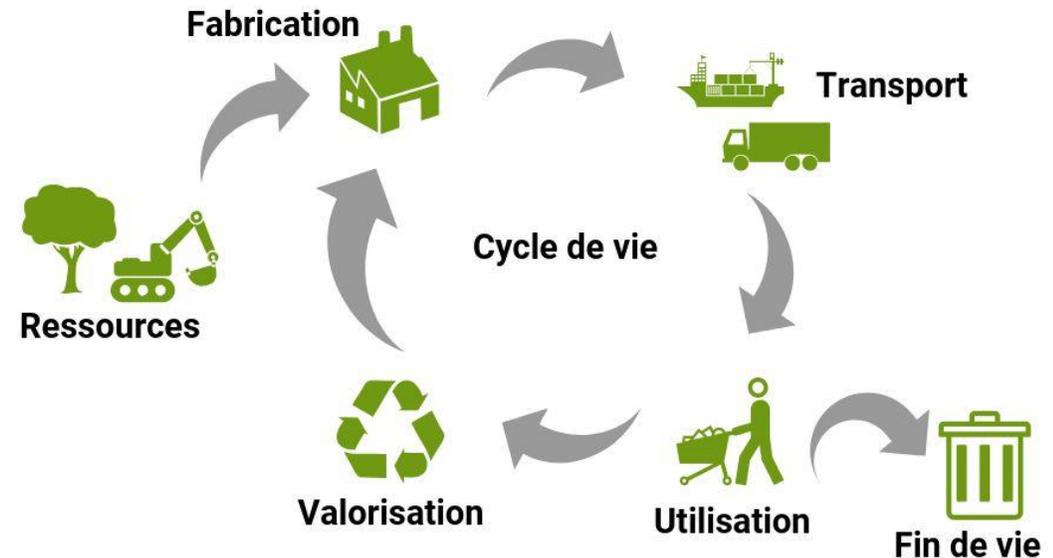
- ≡ La consolidation de thèmes démarrés lors de la 2^{ème} séquence et le déploiement au sein de l'entreprise (technosols, biodi(V)strict®,...).
- ≡ Le renforcement d'un axe de recherche sur l'urbain à AgroParisTech.
- ≡ Un regret : l'arrêt des travaux sur Biodi(V)strict®.
- ≡ La montée en puissance d'une nouvelle équipe pour le management du Lab.

Perspectives pour la 4^{ème} séquence (2023-2028)

Thèse sur l'ACV des systèmes alimentaires dans les quartiers

Comparaison de différents **scénarios d'approvisionnement alimentaire** d'un quartier, en fonction :

- **du type d'occupation** (habitat, travail, etc...)
- **de l'origine des aliments** (différentes modalités de « sourcing »)
- **du régime alimentaire** des occupants (des données existent sur les modes d'alimentation et leur évolution prévisible).



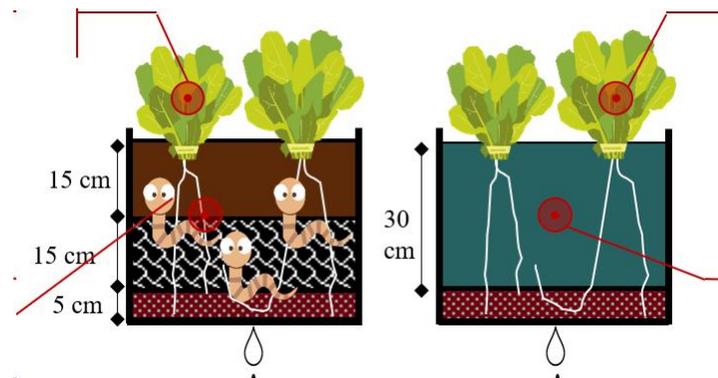
Thèse sur la conception de technosols

Construction ou reconstruction de sols fertiles (Technosols), avec des apports de matériaux exogènes, minéraux et organiques, en imitant un sol naturel.

Si les Technosols ne remplaceront jamais un sol naturel, ils sont essentiels pour l'aménagement des espaces de nature en ville, que ces derniers soient récréatifs, ornementaux ou productifs.

La thèse poursuivrait trois objectifs :

- la mise au point de **règles de conception de technosols**
- l'étude de **l'évolution de la composante biologique de ces sols**
- l'évaluation de leur **contribution au stockage du carbone**



Thèse sur l'eau dans la ville

Quelle **estimation des besoins en eau des végétaux** et comment **concevoir des aménagements** de la ville pour **améliorer l'alimentation en eau des végétaux existants** ?



Nombreuses
questions
appliquées

- Les **dispositifs de gestion des eaux pluviales** peuvent-ils **favoriser la recharge du sol et du sous-sol pour limiter le stress** hydrique estival de la végétation ?
- **Quels effets sur le climat urbain attendre du stockage et de l'infiltration de l'eau** dans un quartier ?
- Dans les opérations de rénovation urbaine, comment comparer **l'effet sur l'ICU de différentes solutions de végétalisation et de gestion des eaux pluviales** ?

Thèse sur les jardins domestiques

Deux objectifs :

- Comprendre comment **les interactions entre l'environnement écologique et les activités humaines influencent la diversité des plantes et des pollinisateurs dans les jardins privés**, afin d'identifier les leviers permettant d'accroître la biodiversité dans ces espaces ;
- Déterminer **quelles sont les pratiques qui tendent à accroître le sentiment de connexion à la nature chez les propriétaires de jardins**, un levier potentiel pour augmenter le comportement pro-environnemental des urbains.



Thèse sur la biodiversité dans les sols urbains

Les sols représentent un angle mort des études sur la **biodiversité urbaine**. Ils hébergent pourtant 25 % des espèces terrestres connues et jouent un **rôle majeur dans la fourniture des services écosystémiques en ville** (e.g. régulation de l'eau, cycle des nutriments).

Les travaux sur ce thème auront donc pour objectif de mieux comprendre :

- les déplacements de la biodiversité au sein des sols qui font la matrice urbaine
- le rôle de l'organisation des bâtis sur les capacités d'accueil, de fonctionnement, d'hébergement et de dispersion des organismes vivant dans les sols.



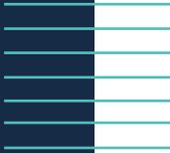
Thèse AgroP/Mines/Ponts : régulation du microclimat et de la qualité de l'air en ville ; Rôles de la végétation, du bâti et de la mobilité

- **AgroParisTech** : Intégration des échanges (émission et dépôt) des polluants (particules) sur les surfaces urbaines dans le modèle développé
✓ *Poursuite pour Ozone, en projet pour NOx et **Particules fines***
- **Ponts** : Effet des mobilités sur les émissions
- **Mines** : Effet sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments



Impact de la combinaison Bâtiments/Végétalisation/Mobilité sur la qualité de l'air intérieure et extérieure

Merci de
votre attention



Jean **ROGER-ESTRADE**

jean.roger-estrade@agroparistech.fr.

Erwan **PERSONNE**

erwan.personne@agroparistech.fr





REVILO®

La ville version nature

Pierre MONLUCQ

Directeur du marketing stratégique

VINCI Construction

La genèse de l'offre REVILO®



Friches Industrielles



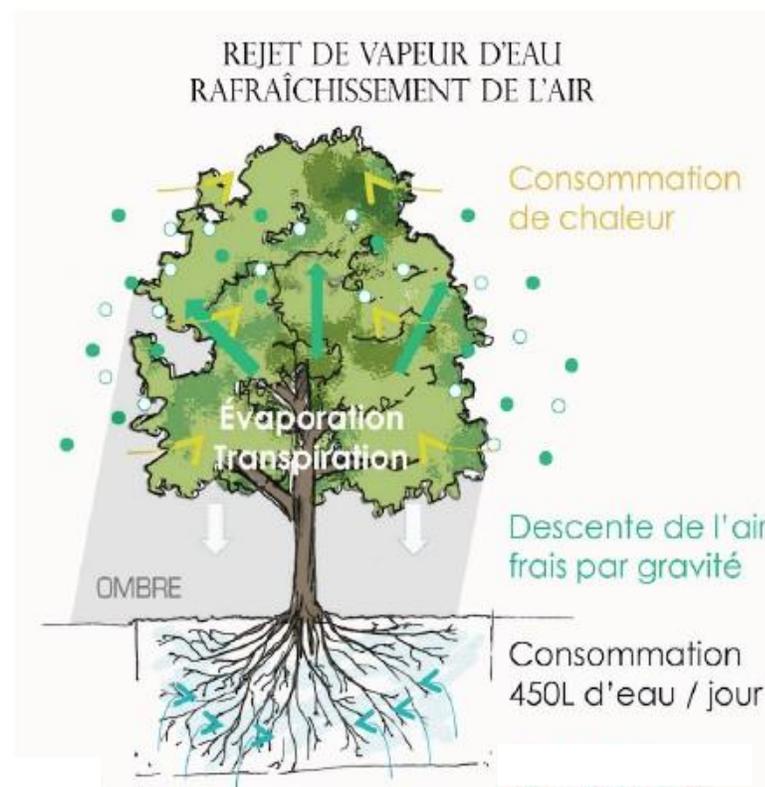
Agriculture Urbaine

Nature en Ville

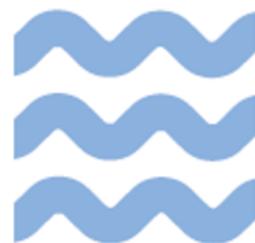


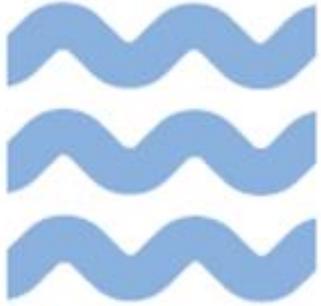
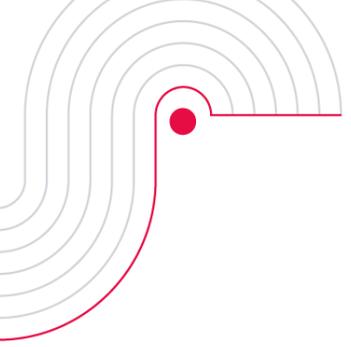
Groupe de Travail sur la
création d'îlots de
fraicheur sur des friches
industrielles

Une réalité



L'arbre, climatiseur naturel de la ville





REVILO

La ville, version nature



Une consolidation de nos réalisations sur le terrain



Paris - Cours OASIS



Bordeaux - Jardins de l'Ars



Toulon - Parc de la Loubière



Echirolles - Ecole



Une offre de création d'îlot de fraîcheur urbain

**UNE OFFRE IFU EN RÉPONSE À DES DEMANDES
MAJEURES DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES
ET DES CITOYENS**

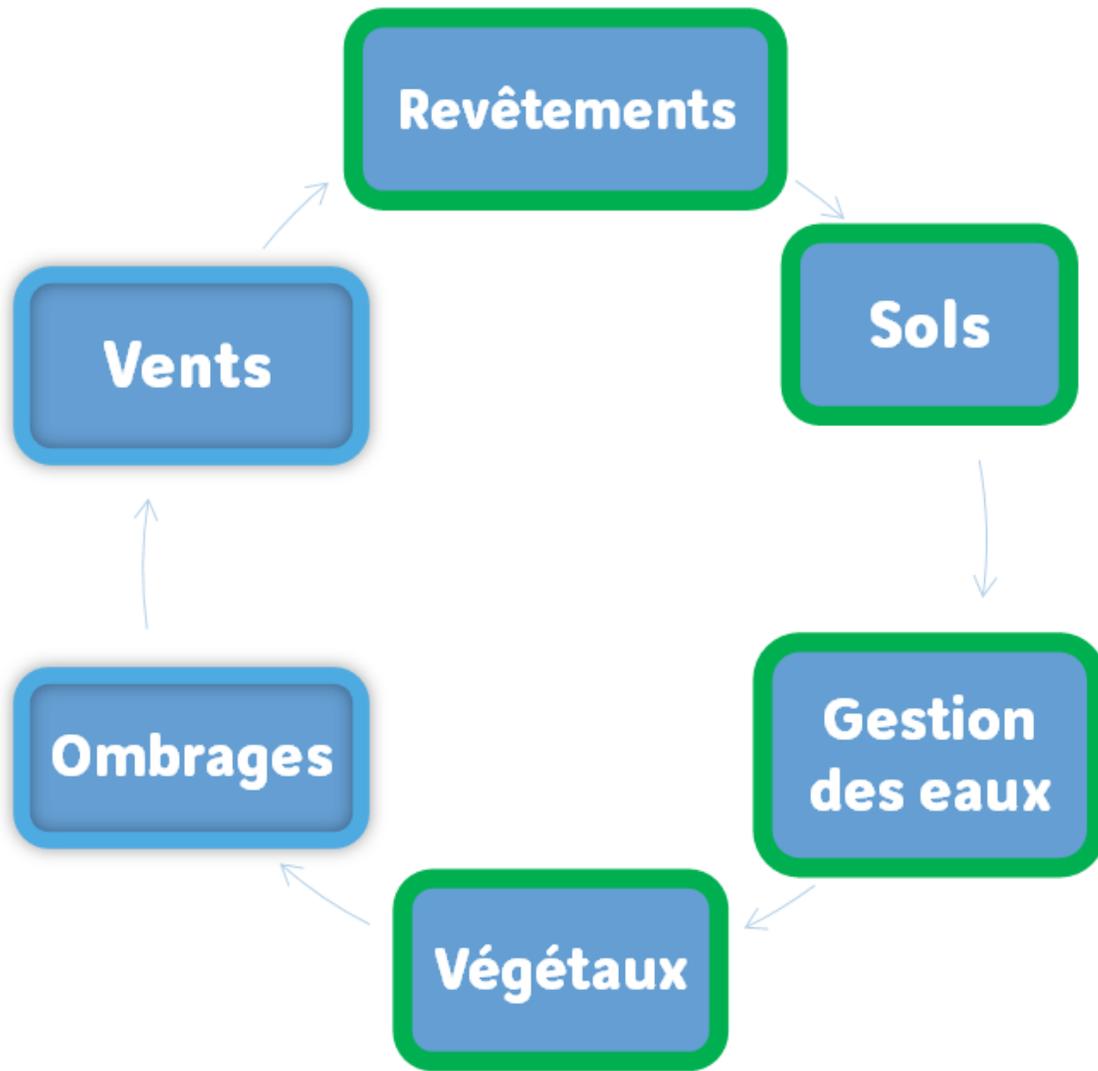
**LE RAFRAICHISSEMENT
URBAIN**

**LA GESTION DES
EAUX PLUVIALES**

**LE BESOIN DE
NATURE EN VILLE**



Les 6 leviers du rafraîchissement

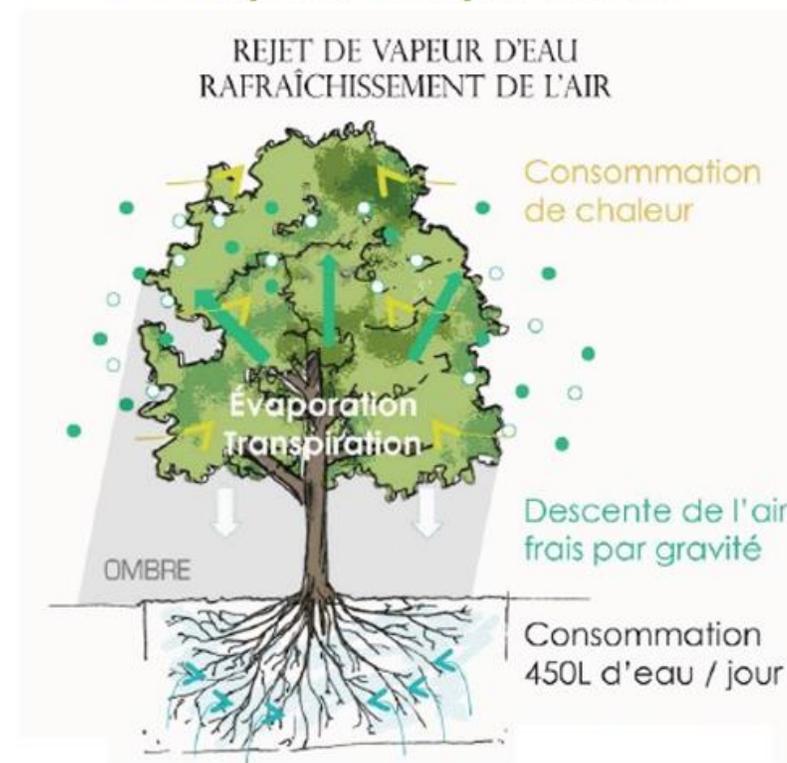


L'arbre, climatiseur naturel de la ville

L'ombrage naturel

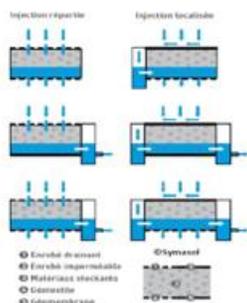


L'évapotranspiration

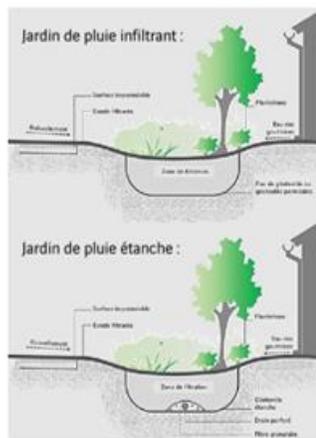


La gestion des eaux pluviales

SCHEMA DE PRINCIPE



Chaussée réservoir

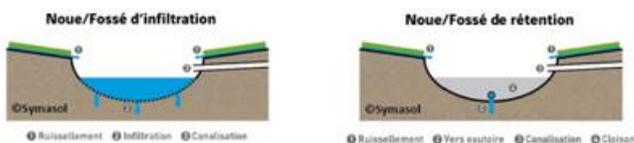


Jardin de pluie



Des topographies adaptées à la gestion de l'eau

SCHEMA DE PRINCIPE



Noue d'infiltration & de rétention

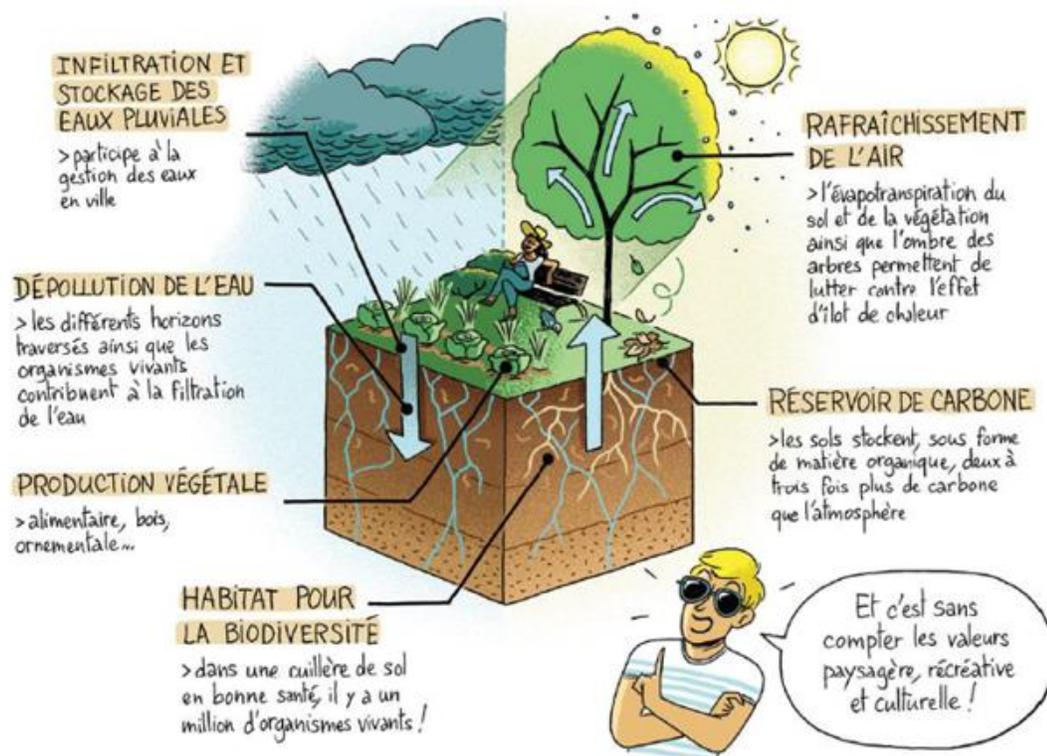


Déconnexion du réseau EP



Le sol, un des piliers de l'offre IFU

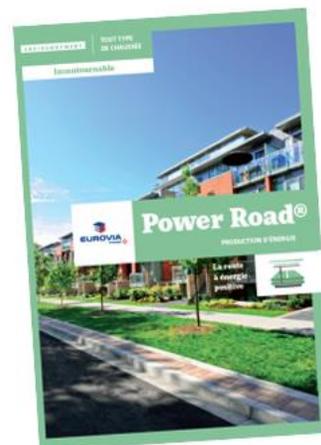
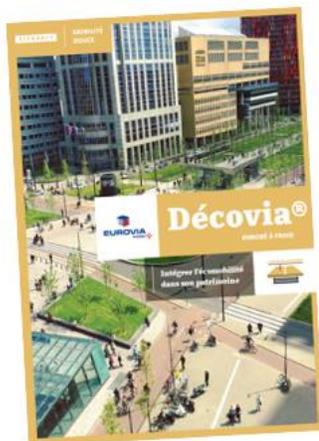
FONCTIONS DU SOL



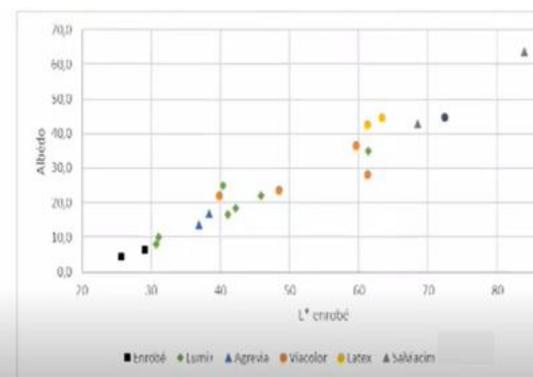
Le sol : un enjeu majeur au service de l'évapotranspiration en période de stress hydrique



Les revêtements, enrobés et albédo

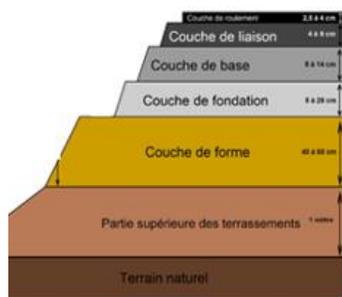


	Albédo	Température de surface	Température ressentie
Enrobé	4 à 7		
Lumi+	8 à 35		
Agrévia	13 à 17	-5,5°C	-1°C
Viacolor	22 à 37		
Decovia	42 à 45		
Salviacim	43 à 68	-17°C	-3,5°C



La construction de sols vivants

Les sols, les matériaux :
notre « terrain de jeux »
historique !



La valorisation des matériaux des
carrières et des déchets issus de nos
activités

Terres excavées

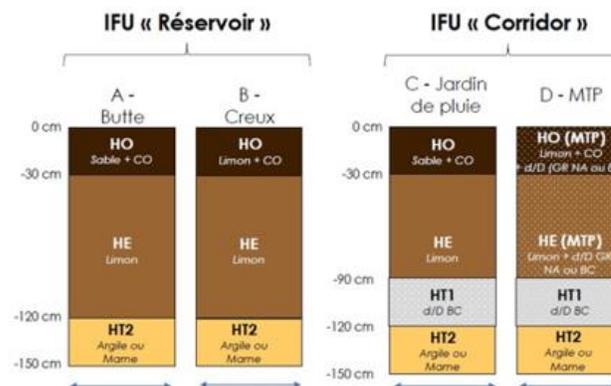


Compost

Des partenaires
scientifiques de cet
écosystème



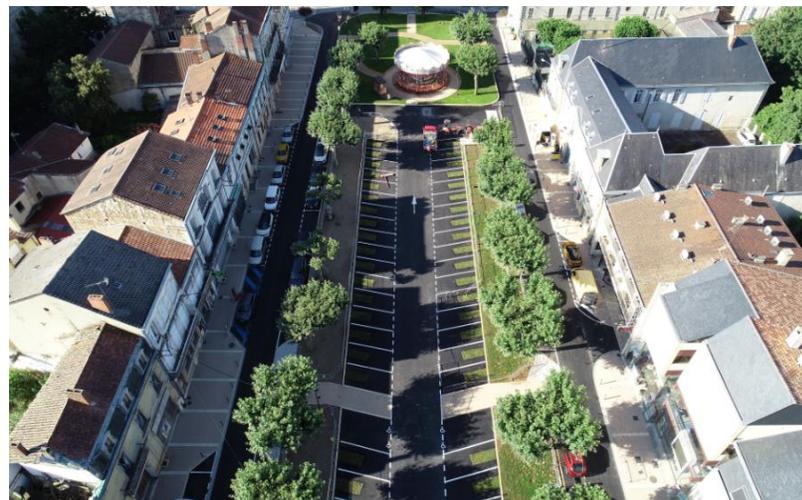
Des prototypes de
sols reconstruits



Un démonstrateur de sols reconstruits



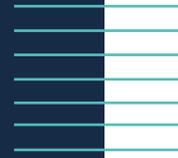
Des références



Un outil de transformation

- De nouvelles activités pour nos BU
- Embauches de nouveaux profils
- Modélisation de structures de sols fertiles
- Modélisation du rafraichissement urbain
- Nouvelles formes de contractualisation
-

Merci de
votre attention



Des questions ?

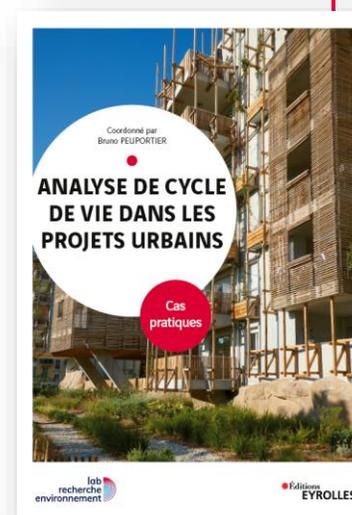


Nous suivre

lab-recherche-environnement.org



lab recherche
environnement
VINCI ParisTech



Disponible aujourd'hui
en exclusivité

–
Sortie en librairie
7 décembre 2023



UNIVERSITÉ 2023

De la recherche aux solutions