



Édition 2026

Recherche



Édition 2026

Recherche

Sommaire

Édito	4
La recherche chez AREP	6
Inventer un futur post-carbone	9
Financements publics	10
Écosystème de la recherche	12
Organisation de la recherche	14
Réseau scientifique et partenaires	16
Diffusion et valorisation de la recherche	18
Événement	19
Colloques	20
Publications	21
Une recherche transdisciplinaire	22
Cartographie des grands thèmes de recherche	23
Doctorats en cours	24
Actualités de la recherche	25

Recherche & développement	27
Études prospectives sur les SERM	28
Éco-conception avancée	29
Patrimoine et biodiversité	30
Structures en pierre et matériaux innovants	31
Confort dans les espaces semi-ouverts (CESO)	33
RÉAP: réemploi	34
BIM Matière & Carbone	36
Mobility: modélisation des déplacements à échelle territoriale	37
Passerelle ferroviaire auto-portante à grande portée	38
Prédire et améliorer la Qualité de l'Air Intérieur dans les gares souterraines (QAI)	40
Patrimoine ferroviaire sériel	41
Analyser et réduire les îlots de chaleur urbaine	42
Prospective urbaine	43
Renaturation urbaine	45
L'intelligence artificielle dans les métiers de la conception	46
Modélisation multicritères des flux de personnes	47
Histoire socio-environnementale de la construction en paille	48
Genre et inclusivité en gare	49
Adaptation au changement climatique	50
Modélisation du potentiel solaire des emprises ferroviaires	51
Macro-analyse du patrimoine ferroviaire	53
Polluants dans le bâtiment	54
Mobil'quai: un quai modulaire et durable pour les gares et haltes ferroviaires de demain	55
Bestiaire	56
Aperçu des publications scientifiques récentes	58

Édito

Chers lecteurs, partenaires, clients, collaborateurs, amis,

Les bouleversements climatiques ne relèvent plus de l'hypothèse. Visibles et mesurables, ils transforment déjà les conditions dans lesquelles nous faisons société et habitons les territoires. L'adaptation devient un impératif concret : intégrer les nouvelles réalités climatiques, concevoir des espaces plus protecteurs et accompagner ces transformations par une attention accrue aux usages, aux perceptions et à l'ergonomie des lieux.

Simultanément, les tensions mondiales sur l'énergie, les matières premières et les chaînes d'approvisionnement imposent de revoir nos cadres d'action. La sobriété comme démarche de projet nous invite à interroger nos besoins, à faire preuve de discernement et de minimalisme, et à ouvrir le chantier de la maintenance, du soin et du ménagement des patrimoines. L'instabilité géopolitique rappelle aussi nos vulnérabilités technologiques et nous conduit à penser la souveraineté, la robustesse et les solutions « technologiquement sobres » comme des conditions nécessaires à notre résilience. Dans ce contexte, AREP poursuit ses investissements dans la recherche, avec une conviction simple : les transformations à venir ne pourront être engagées sans recul méthodologique et critique, ni sans prendre le temps de planter, parfois longtemps à l'avance, les graines de futurs possibles. Ce rapport d'activité constitue ainsi un exercice de capitalisation, de pédagogie et de transparence, visant à partager les enseignements tirés de nos actions avec l'ensemble des acteurs de la ville et des territoires... Il témoigne d'un déplacement nécessaire : de la production neuve vers l'adaptation du déjà-là ; de l'extension vers la transformation ; de l'exploitation extensive vers le ménagement des territoires.

L'année 2025 a confirmé la diversité de nos engagements. Nos travaux ont accompagné les études préliminaires au développement des Services Express Régionaux Métropolitains, poursuivi l'exploration des solutions fondées sur la nature et perfectionné nos outils de compréhension des phénomènes physiques et socio-spatiaux. Ils ont aussi interrogé le potentiel de transition du patrimoine foncier et bâti de la SNCF – gestion, solarisation, renaturation, réemploi – tout en intégrant plus finement les dimensions psycho-sociales des comportements voyageurs en gare.

L'année 2026 ouvre de nouveaux chantiers. AREP mobilise ses chercheurs autour du périurbain, à l'occasion d'un colloque international à Cerisy, pour interroger le devenir de ces territoires centraux dans les débats sur l'adaptation, les mobilités, le métabolisme urbain ou la biodiversité. Nous poursuivons la construction d'outils de prospective systémique pour éclairer les interdépendances entre mobilités, empreinte écologique, usages et formes urbaines. Ces perspectives s'accompagnent d'un ouvrage sur la prospective, à paraître aux éditions Apogée, et de recherches sur la décomplexification constructive, la décarbonation des matériaux, la réduction des émissions polluantes et l'allègement des pressions sur les écosystèmes vivants.

À l'heure où l'intelligence artificielle accélère la désinformation, fragilise les débats publics et où certaines censures menacent la circulation des savoirs, AREP entend poursuivre son devoir d'exemplarité vis-à-vis de la connaissance produite : documenter, vérifier, rendre discutables ses méthodes et ses résultats. Cette exigence suppose aussi une forme d'humilité face à ce que nous ne maîtrisons pas encore, et que la science peut nous aider à comprendre. Légèreté, frugalité, robustesse, résilience, maintenance, soin et post-croissance seront peut-être les maîtres-mots des années à venir : moins une trajectoire figée qu'une invitation à transformer nos manières de voir, de concevoir et d'agir.

Bonne lecture !

Raphaël Ménard, Philippe Bihouix et Nils Le Bot
Juillet 2026



Raphaël Ménard,
président du directoire
du groupe AREP.



Philippe Bihouix,
directeur général
du groupe AREP.



Nils Le Bot,
directeur de recherches
du groupe AREP.

© AREP - photographies
Maxime Huriez

La recherche chez AREP

Chez AREP, nous revendiquons le caractère exploratoire et incertain de nos démarches de projet. Pour inventer un futur post-carbone, nous réinterrogeons nos certitudes, nous renouvelons nos savoirs, nous ouvrons de nouvelles perspectives pratiques et conceptuelles.

La recherche est pour nous une exigence éthique ; un « effort de délicatesse, de raffinement » face aux nécessités du monde. Indépendante et critique, notre recherche participe des débats qui font l'avenir des territoires en transition.

Qu'elle soit fondamentale ou appliquée, elle vise à définir, élaborer, et tester des hypothèses pratiques et théoriques. Son bénéfice n'est pas directement financier, mais sert plutôt l'excellence et les valeurs de notre collectif.

Nous cultivons l'innovation de manière transverse, en croisant les expertises et les créativité d'où qu'elles viennent. Agile et réactif, notre désir d'innovation est l'une des conditions premières de notre résilience et de celle de nos projets.



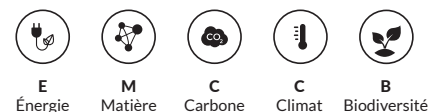
Nous agissons pour bâtir la transition écologique. Pour rendre cette ambition concrète, nous avons imaginé une démarche unique, EMC2B, grâce à laquelle nous concevons et analysons nos projets.

Cette démarche permet tout d'abord de se fixer une série d'objectifs ambitieux autour des 5 piliers Énergie, Matière, Carbone, Climat et Biodiversité.

Elle permet ensuite de mesurer les réponses apportées aux projets, d'évaluer et de comparer la performance des projets à partir d'une quarantaine d'indicateurs éprouvés.

C'est finalement une démarche de pédagogie et de dialogue avec tous les partenaires de projet (maîtres d'ouvrage, exploitants, usagers...) et les parties prenantes (collectivités locales, associations...).

« La démarche EMC2B traduit une volonté en indicateurs, en actions et en outils et requiert d'interroger leur efficacité. »



Énergie

Rechercher en permanence l'équilibre entre la diminution de la demande énergétique et la production d'énergies renouvelables.

Matière

Économiser et améliorer le cycle de la matière par l'emploi de matières renouvelables, biosourcées, ou le réemploi de produits existants avec pour objectifs de réduire les consommations et rejets d'eau et la production de déchets d'activité.

Carbone

La métrique carbone devient un critère d'aide à la décision tout au long du cheminement de la conception pour contribuer à l'objectif de neutralité carbone à l'échelle planétaire.

Climat

Participer à la résilience territoriale en créant des îlots de fraîcheur et des refuges climatiques afin d'améliorer le confort sensoriel et la qualité de l'air.

Biodiversité

Augmenter les services rendus, sensibiliser les usagers, créer de la valeur écologique et maintenir au mieux une place pour toutes les échelles du vivant (végétaux, insectes, animaux, humains) au sein des projets.



Jeu Frugal Pursuit, création AREP, avec Conseil et programmation (Lisa Favaretto) et le Design (Eva Stallone).
© AREP - photographie Yann Audic, 2026

Inventer un futur post-carbone

Recherche et innovation

Afin de poursuivre les efforts et structurer notre approche, nous avons bâti notre programme autour de thèmes fédérateurs qui font écho à la démarche EMC2B, mais aussi à l'importance des usages, à la question de l'obsolescence, aux enjeux typologiques, ou encore à l'ensemble des réflexions relatives au projet et aux nouvelles façons de l'aborder.

Nos efforts combinent recherche et innovation au travers de plusieurs axes faisant émerger les problématiques complexes propres au monde contemporain.

6 axes de recherche

Les axes déclinent les thèmes sur lesquels nous souhaitons porter un effort supplémentaire, être proactifs. Ils affirment le positionnement d'AREP et l'importance de la recherche dans sa pratique et incarnent le « R » d'AREP.

L'ensemble des thèmes structure notre travail collectif pour concrétiser notre mission commune : « inventer un futur post-carbone ».

1. **Ressources et matières**
2. **Mode d'occupation des sols et biodiversité**
3. **Énergie et convivialité**
4. **Conception et adaptation**
5. **Imaginaires et représentations**
6. **Architectures et mobilités**

Financements publics

Crédit impôt recherche

Le crédit d'impôt en faveur de la recherche (CIR) se traduit, en France, par une réduction d'impôt calculée sur la base des dépenses de recherche et développement (R&D) engagées par les entreprises. Il est déductible de l'impôt sur le revenu ou sur les sociétés dû par les entreprises au titre de l'année où les dépenses ont été engagées. Le taux du CIR est de 30 % pour les dépenses de recherche jusqu'à 100 millions d'euros et de 5 % au-delà.

Subventions

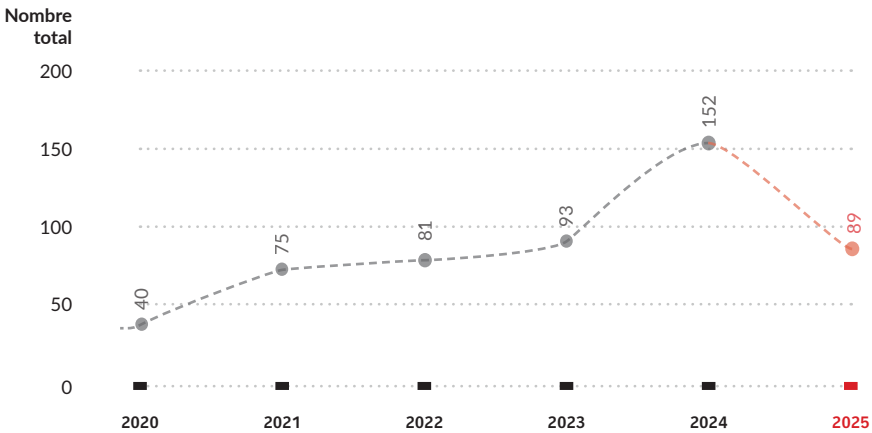
Certains programmes de recherche permettent également de solliciter des subventions de différents organismes publics de soutien à la recherche. Les subventions publiques reçues pour les projets de recherche sont déduites des bases de calcul du crédit d'impôt recherche.

Un investissement continu

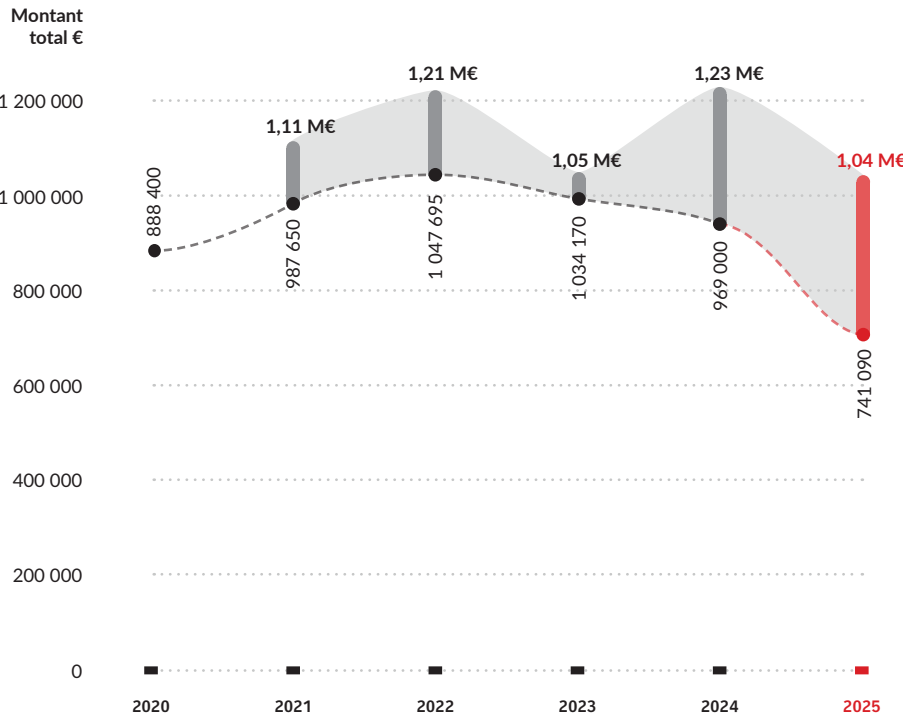
La recherche chez AREP s'inscrit dans notre engagement pour un monde post-carbone. Nous faisons avancer les méthodes, les outils et les solutions en contribuant à explorer les savoirs fondamentaux qui alimentent les projets opérationnels. Grâce à l'implication des chercheur·euse·s, docteur·e·s, doctorant·es et expert·es, de nombreux travaux sont éligibles au CIR.

En 2025, le montant du crédit d'impôt recherche s'élève à 741 000 €. Le recul esquissé par rapport à l'année 2024 tient pour partie aux changements de règles de calcul qui limitent l'assiette de dépenses valorisables. Dans le même temps, nos investissements dans la recherche se traduisent aussi par la participation à de grands programmes pour lesquels d'autres sources de subventions publiques soutiennent nos efforts. Sur les 5 années passées, les montants de financements publics se stabilisent entre 1 et 1,2 M€.

Avec ces soutiens, notre engagement pour la recherche poursuit son objectif d'« inventer un futur post-carbone ».



Nombre d'études éligibles au CIR



Montant du Crédit d'Impôt Recherche et subventions publiques cumulées

Écosystème de la recherche

Organiser et coordonner

La coordination de la recherche vise à structurer l'ensemble des activités liées à la recherche :

- Le comité de pilotage est chargé d'orienter et de valider la dynamique de la recherche et les investissements ;
- Les animateur·rice·s recherche fédèrent des équipes et développent des projets de recherche autour de chaque thématique ;
- Le réseau des référent·e·s CIR mène une veille sur les actions de recherche en cours dans chaque périmètre afin de garantir leur valorisation ;
- Le réseau des doc' rassemble les docteur·e·s et doctorant·e·s pour échanger sur les méthodes et les sujets de recherche et diffuser une éthique scientifique.

L'organisation de la recherche assure la cohérence, le dynamisme, la coopération et la valorisation des recherches et des actions de R&D.

> Consulter la liste des personnes-clé double-page suivante

Chercheur·e·s, docteur·e·s et expert·e·s

L'écosystème de la recherche repose sur plus de 150 personnes chez AREP. Chaque année, en fonction des thématiques abordées, chaque professionnel·le peut jouer un rôle dans une recherche appliquée, un programme de recherche multipartenarial ou une recherche exploratoire dans son domaine d'expertise.

Conception & réalisation

Studios de projet
Patrimoine
RÉAP
Atelier Maquettes

Territoires

Paysage
VRD
Urbanisme
Flux & mobilités

Unité recherche

Coordination de la recherche

Design

Espaces & produits
Graphisme & signalétique
Lab & design service

Réseau des doc'

Docteur·e·s & doctorant·e·s

Animation de la recherche

Animateur·ice·s thématiques

Chercheur·euse·s & expert·e·s

MPAMO

Paris-IDF
Régions
PMO
Environnement, R&I
Conseil & programmation

Ingénierie

Coordination de projets
BIM et méthodes
Environnement
Économie & CO₂
DATA
Structures & façades
Confort énergie fluides
CVC Fluides
L'hypercube
Électricité & ENR
Acoustique & sono

Coordination recherche

Directeur de recherches Nils Le Bot

Adjointe Louise Jammet

Orienter et valider

Fédérer et développer

Capter et valoriser

Échanger et diffuser

Comité de pilotage de la recherche

Membres permanents

Raphaël Ménard
Philippe Bihouix

Membres tournants

Direction métier impliquée
Chercheur·e·s et docteur·e·s

Sponsors

Élise Dageons
Hiba Debouk
Donatien Frobert
Léonard Hamburger
Émilie Hergott
Céline David
Luc Néouze

Animateur·ice·s recherche

Ressources et matières

Cécile Michel

Mode d'occupation des sols
et biodiversité

Maya Rivera

Énergie et convivialité

Maya Rivera

Imaginaires et représentations

Grégoire Robida

Conception et adaptation

Romaric Quentin

Architectures et mobilités

Matthieu Goudeau

Référent·e·s CIR

Conception
& réalisation

Émilie Hergott

Patrimoine

Véronique Veston

Bâtiments indus.

L. Hamburger

Design

Rémi Guers

Territoires

Hiba Debouk

Flux

Matthieu Goudeau

MP AMO

Sabine Thomas

Programmation

Mélanie Barey

Innovation projets

Alistair Lenczner

Environnement

J.-B. Lefeuvre

SIG

Thomas
Lannelongue

Structure

Jean-Luc Martin

Spécialités

Anne Mesureur

L'hypercube

Mateusz Bogdan

BIM

Marie Chaumaz

DATA / Numérique

Félix Pouchain

International

Fabien Clavier

Réseau des doc'

Docteur·e·s

Alexandre Auvray
Mateusz Bogdan
Alejandra Castellanos
Julien Dallot
Arnaud Delamarre
Morgane Delarc
Capucine-Marin Dubroca-Voisin
Antoine Hubert
Louise Jammet
Nils Le Bot
Aya Mansouri
Raphaël Ménard
Alexis Sauvageon
Khaled Serrai
Fatima Zreik

Doctorants

Paul Le Bot
Lukas Madl
Martin Paquot

Réseau scientifique et partenaires

Partenaires professionnels et académiques

Dans le cadre de nos activités de recherche, nous collaborons avec plus de 50 partenaires professionnels et académiques :

- Universités & laboratoires de recherche
- Écoles supérieures & master professionnels
- Institutions de recherche et de financement publiques nationales & internationales
- Associations d'entreprises & professionnels du ferroviaire

- 1 Partenaires de l'accueil de doctorant-e-s
- 2 Co-financeurs, programmes de recherche et doctorats
- 3 Partenariats avec des programmes de master
- 4 Mécénat de compétences par AREP
- 5 Établissements où enseignement des salarié-e-s AREP
- 6 Partenaires de recherches sur des programmes pluriannuels
- 7 Laboratoires de rattachement des docteur-e-s chez AREP
- 8 Échanges préliminaires engagés

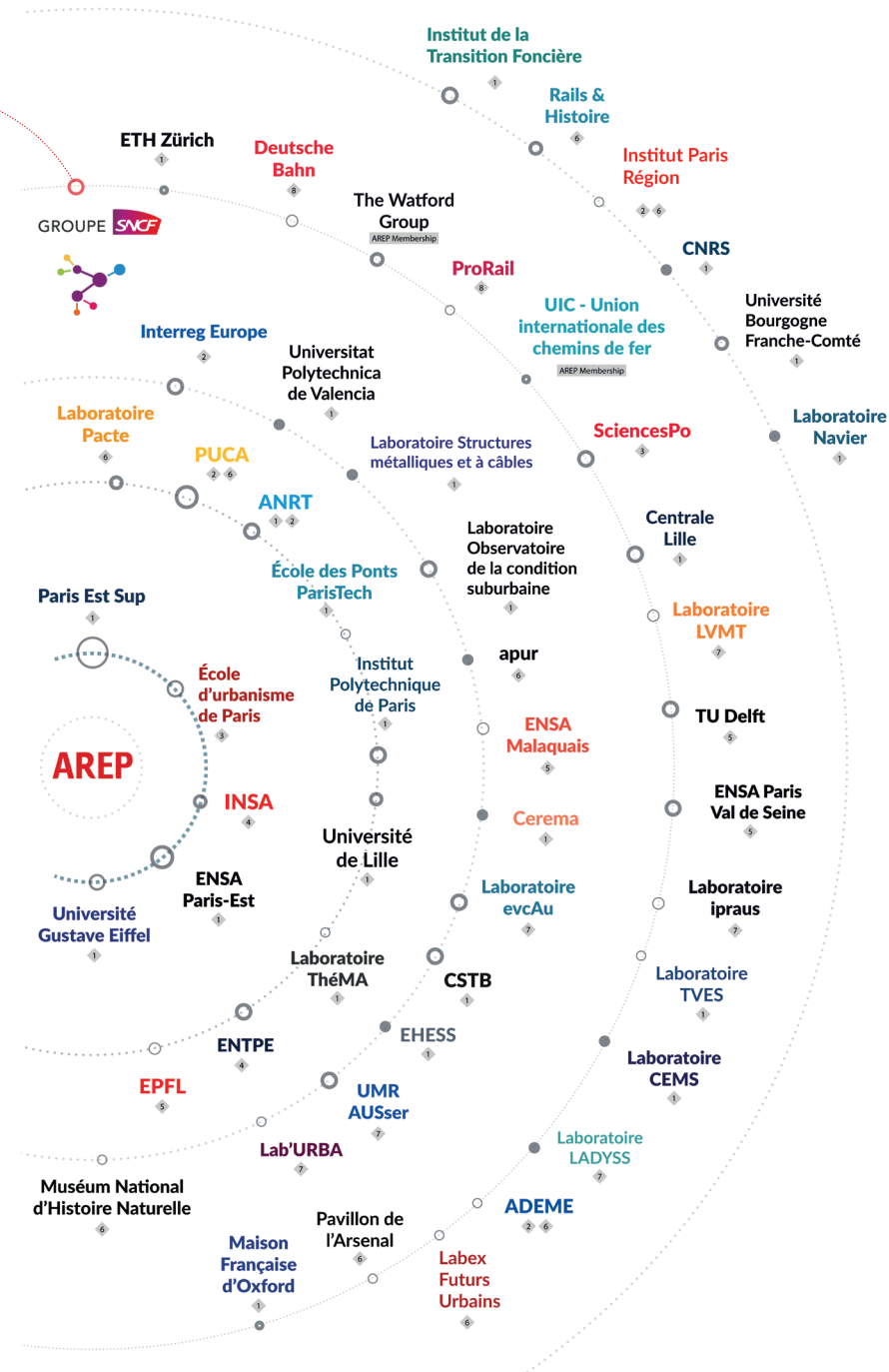
Zoom sur le réseau Synapse



Piloté par la direction Innovation & Recherche du groupe SNCF, le réseau Synapse est constitué d'expert-e-s engagé-e-s pour faire avancer l'innovation et la recherche par des actions collectives et transverses, et assurer la pérennité et le développement d'expertises clés pour l'avenir du Groupe.

En 2026 AREP compte 15 expert·e·s Synapse

- Mateusz Bogdan
- Morgane Delarc
- Capucine-Marin Dubroca-Voisin
- Fabienne Ficamos
- Léonard Hamburger
- Antoine Hubert
- Matthieu Goudeau
- Nils Le Bot
- Alistair Lenczner
- Jean-Luc Martin
- Cédric Rivière
- Maya Rivera
- Alexis Sauvageon
- Sophie Untersinger
- Véronique Veston



Diffusion et valorisation de la recherche

Événement



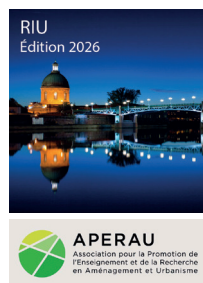
Colloque de Cerisy

Du 9 au 15 septembre 2026, **Hiba Debouk** et **Nils Le Bot** co-organisent avec Karine Hurel (FNAU) et Pauline Sirot (Ministère de la Transition écologique) un colloque sur le thème : « **Demain, le périurbain : Territoires ressources et imaginaires renouvelés ?** ».

Les espaces périurbains illustrent un modèle d'aménagement fortement consommateur de ressources (foncière, énergétique, alimentaire...), qui se traduit par une fragmentation de l'occupation des sols et des inégalités croissantes. Cependant, ces espaces possèdent en corollaire un potentiel de réévaluation considérable. Le périurbain pourrait-il devenir le laboratoire d'un aménagement post-carbone, fondé sur la valorisation de ses propres ressources ?

Posant la question du potentiel des espaces périurbains dans la mise en œuvre des transitions en cours, le colloque convoque sociologues, architectes, urbanistes, professionnels de l'aménagement, artistes et élus pour partager leurs travaux, expériences et visions, et identifier les leviers pouvant être activés pour transformer les zones périurbaines en espaces de vie plus inclusifs, soutenables et porteurs d'avenir.

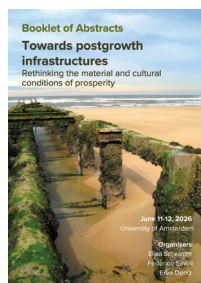
Colloques



Rencontres Internationales d'Urbanisme 2026

Paul Le Bot a présenté ses travaux sur la gestion des eaux pluviales en milieu urbain très contraint lors des Rencontres Internationales d'Urbanisme organisées à Toulouse en juin 2026 autour du thème « *La transition socio-écologique des villes et des territoires face aux usages.* »

> Retrouvez les publications scientifiques récentes en fin de document



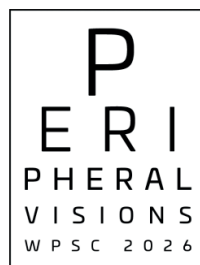
Towards postgrowth infrastructures

Le futur des infrastructures était au cœur du colloque « *Towards postgrowth Infrastructures* » où Nils Le Bot a participé et présenté des recherches en cours sur l'avenir des réseaux ferroviaires : « *Managing railway infrastructures depletion in a post-growth society: how can we prepare for the end of material abundance ?* »



IBPSA France 2026

Mateusz Bogdan est intervenu lors de la conférence de l'*International Building Performance Simulation Association* à Lyon en mai 2026 pour deux présentations sur le confort en espace semi-ouvert et sur la qualité de l'air : « *Comment concevoir des abris avec des performances climatiques similaires aux couverts arborés continus ?* » et « *Modèle thermohydraulique pour la simulation des températures de surface de sol en environnement urbain.* »



World Planning School Congress

Lors du *World Planning School Congress* organisé à Helsinki en juillet 2026 et centré sur la thématique « *Peripheral Visions - Rethinking Planning* », Lukas Madl a présenté ses recherches sur les pratiques de renaturation sous le titre « *Renaturing French Cities: Rethinking Established Practices by Integrating Soil Knowledge.* »

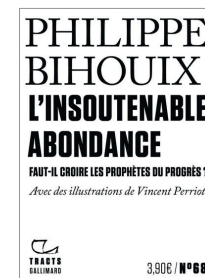
Publications



Vers la légèreté

Comment sortir d'un monde boursouflé par une consommation insoutenable ? Comment rompre avec le cycle infernal extraire/produire/détruire ? Pouvons-nous même encore construire ? Raphaël Ménard esquisse une autre histoire des sociétés humaines, au prisme de leur infrastructure énergétique, pour construire les sociétés légères de demain.

> Ménard Raphaël. 2025. *Vers la légèreté. Petite histoire énergétique des sociétés humaines.* éditions Wildproject, 208 p.



L'insoutenable abondance

En examinant les mythes entourant l'exploitation des ressources terrestres et les dogmes contemporains cherchant à faire face aux limites rencontrées par l'extractivisme, Philippe Bihoux propose plusieurs pistes pour rendre nos modes de vie plus soutenables : sobriété systémique, éloge de la maintenance et techno-discernement pour enfin changer la nature du progrès.

> Bihoux Philippe. 2025. *L'insoutenable abondance. Faut-il croire les prophètes du progrès ?* éditions Gallimard, 64 p.



Prospective pour l'action écologique

La prospective peut-elle servir l'action écologique ? Suite au colloque de Cerisy organisé en 2023 sur ce thème, l'ouvrage à paraître en 2026 entend réunir des réflexions croisées pour explorer comment une démarche prospective peut nous aider à comprendre, explorer et anticiper, avant de décider et d'agir sur l'avenir.

> Debouk Hiba, Marie Jean-Baptiste, Tixier Nicolas. 2026. *Prospective pour l'action écologique. Vers d'autres récits territoriaux.* éditions Apogée, 256 p.



Gares, bâtiments et infrastructures ferroviaires.

France-Italie. 1918-1945
Dans cette livraison de la revue d'histoire des chemins de fer, Veronique Veston et Alexandrina Striffling reviennent sur le besoin d'un nouveau cycle de patrimonialisation (reconnaissance, maintenance et adaptation) et l'histoire de la gare « standard » en France et en Italie dans l'entre-deux-guerres.

> Gares, bâtiments et infrastructures ferroviaires. France-Italie. 1918-1945. Revue d'histoire des chemins de fer. 63. 2026.

Une recherche transdisciplinaire

Les programmes de recherche multipartenariaux, les doctorats en CIFRE, et les travaux de recherche internes conduits chez AREP forment un ensemble très diversifié de sujets et d'approches scientifiques originales.

Les thèmes explorés et les méthodes mises en œuvre couvrent autant des recherches fondamentales qu'appliquées dans les domaines de connaissance allant des sciences humaines et sociales aux sciences formelles.

Recherche fondamentale

La recherche dite « fondamentale » consiste en des travaux de recherche expérimentaux ou théoriques entrepris en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements des phénomènes et des faits observables, sans envisager une application ou une utilisation particulière.

Sciences humaines et sociales

Domaine de savoirs qui vise à la connaissance de l'homme, de la culture et de la société.

Sciences formelles

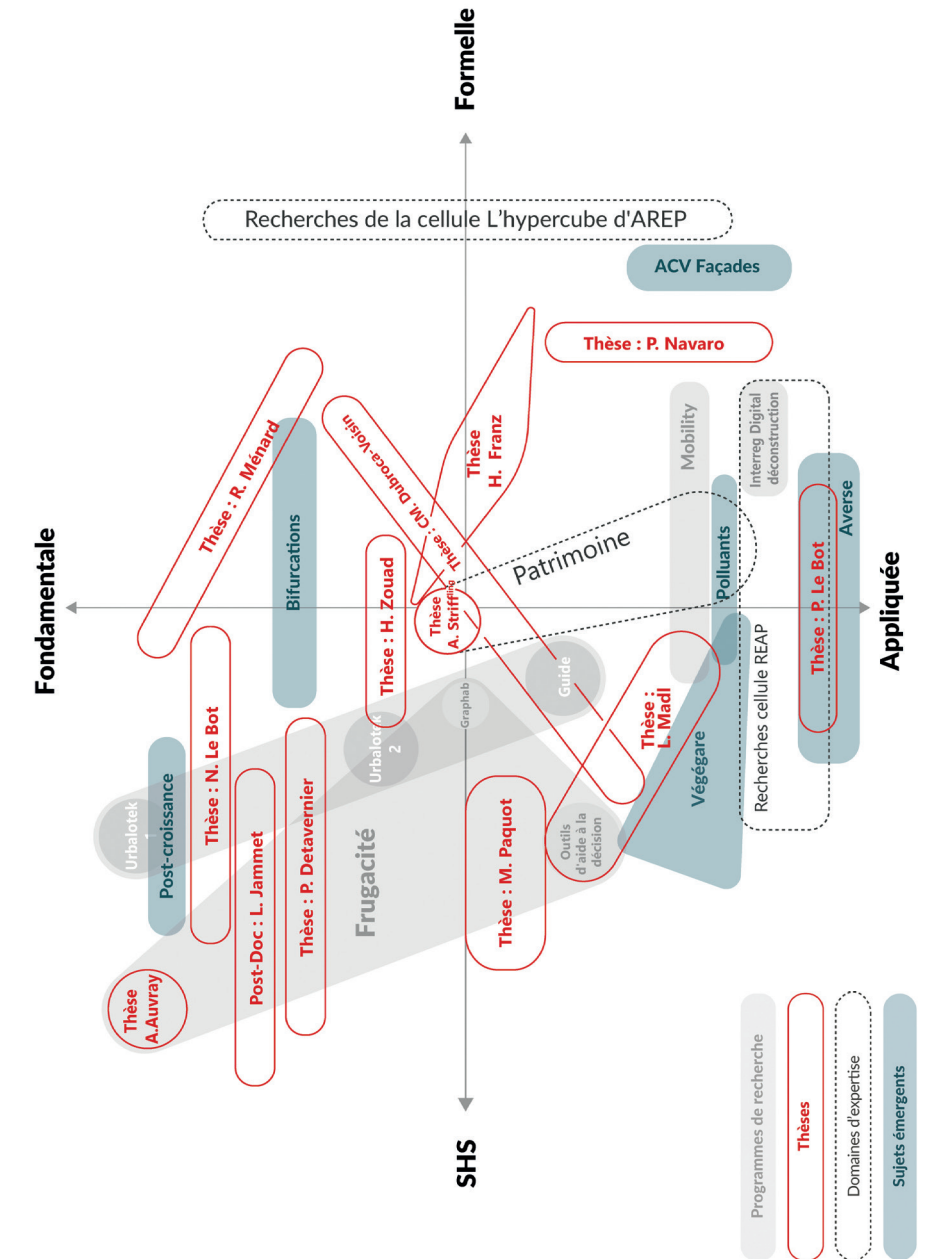
Domaine de connaissance qui s'attache à l'étude et à la compréhension des phénomènes, lois et principes physiques, naturels et techniques.

Recherche appliquée

La recherche appliquée consiste en des travaux de recherche originaux entrepris en vue d'acquérir de nouvelles connaissances et dirigés principalement vers un but ou un objectif pratique déterminé.

Source : OCDE. (2016) *Manuel de Frascati 2015 : Lignes directrices pour le recueil et la communication des données sur la recherche et le développement expérimental, Mesurer les activités scientifiques, technologiques et d'innovation*, OECD publishing, Paris.

Cartographie des grands thèmes de recherche



Doctorats en cours

Renaturation



Lukas Madl
Intégration des connaissances écologiques dans la pratique de la renaturation.
Université Gustave Eiffel, sous la direction de Youssef Diab (depuis janvier 2024).

Disciplines : Sciences de l'environnement, écologie urbaine, aménagement urbain et génie écologique

Paille



Martin Paquot
Histoire socio-environnementale de la construction en paille.
EHESS, sous la direction de Geneviève Pruvost et Guillaume Habert (depuis décembre 2024).

Disciplines : Histoire des techniques, histoire environnementale, sociologie du travail, anthropologie de l'habitat, architecture

Averse



Paul Le Bot
Gestion des eaux pluviales intégrées en milieu contraint : concilier contraintes techniques, exigences environnementales et attentes sociales.
Université de Lille, sous la direction d'Olivier Blanpain, en partenariat avec le CEREMA (équipe TEAM) (depuis septembre 2025).

Disciplines : Génie urbain, sciences de l'environnement et sciences de l'ingénieur

Actualités de la recherche

Thèmes de recherche émergents

Infrastructures et post-croissance

Analyse de l'impact de la raréfaction des ressources matérielles pour les infrastructures ferroviaires dans un contexte de post-croissance, en intégrant les enjeux énergétiques, économiques et environnementaux. Penser des stratégies d'adaptation sobres et résilientes et anticiper le pic infrastructurel.

Végégare : introduire la végétalisation en gare

Conception d'un outil d'aide à la décision destiné à accompagner la définition des plans de gestion et d'aménagement de la végétation en milieu ferroviaire, et plus particulièrement en gare.

Analyses multicritères du cycle de vie des façades

Analyse de la conception des façades, des matériaux aux ossatures, en vue de limiter leur impact en considérant l'ensemble de la chaîne de production. Conceptualisation et modélisation multicritère : réglementations (incendie, thermique, éclairage naturel...), poids matière et carbone, confort et esthétique.

Bifurcations : une prospective systémique des mobilités

Modéliser les trajectoires possibles du système de mobilité français et construire des scénarios prospectifs et des stratégies d'action en combinant modélisation systémique, sciences géographiques, sociales et politiques pour identifier des leviers de bifurcation vers des mobilités durables.

Plastiques et PFAS : les polluants dans le bâtiment

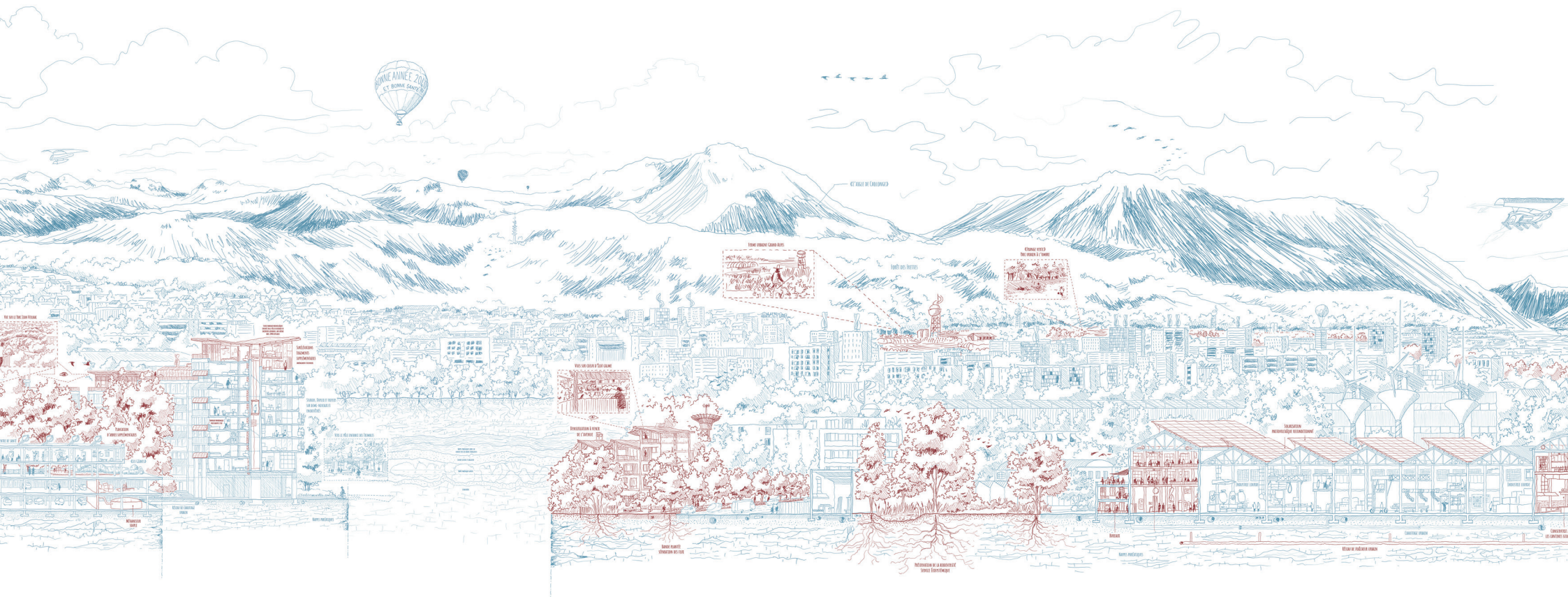
Améliorer les connaissances sur l'impact du bâtiment dans la dissémination des polluants et améliorer la prescription pour réduire cet impact. Étude menée sur les COV, les plastiques et les PFAS.

Averse : aménagement VÉGétalisé pour gérer le Ruissellement avec un Sous-sol (urbain) Encombré

Études et prototypes d'aménagements végétalisés pensés comme solution de gestion des eaux pluviales en contexte urbain très contraint. La gare Montparnasse constitue un site d'expérimentation autour de la thèse de Paul Le Bot.

Recherche & développement

Thématiques de recherche
et programmes menés en 2025



Grenoble 2040 - La fresque (extrait).

© AREP - illustration Gaëtan Amossé

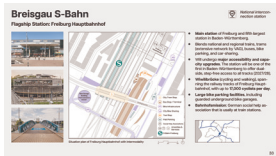
Mai 2025

Études prospectives sur les SERM

La recherche menée vise à guider les décisions d'investissement sur les gares dans le cadre du déploiement des services express régionaux métropolitains (SERM). L'enjeu est d'objectiver les priorités d'intervention, en tenant compte à la fois du niveau d'équipement actuel des gares, des contraintes d'accessibilité, et des capacités d'accueil des gares.

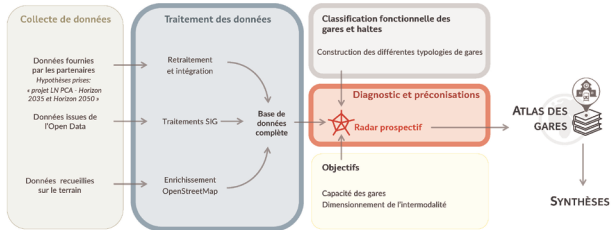
L'objectif de ces travaux est ainsi de développer un référentiel d'analyse spatiale robuste, permettant de qualifier chaque gare selon un ensemble de critères techniques, territoriaux et fonctionnels, puis de modéliser les effets attendus des transformations sur la base de plusieurs scénarios d'exploitation. L'outil RADAR développé est perfectionné par des études complémentaires en régions Hauts-de-France, PACA et AURA sur les enjeux capacitaires et d'intermodalité.

En 2025, les recherches visent à affiner la méthode de priorisation et de synthétisation des résultats. Une méthode de chiffrage des investissements à partir des résultats des études RADAR est également mise en place. Les savoirs acquis sur le territoire métropolitain sont complétés par une étude de plusieurs SERM dans l'espace européen au moyen d'un partenariat avec l'École urbaine de SciencesPo Paris (master GETIEC).



Étude de plusieurs réseaux SERM européens, l'exemple du S-Bahn de Breitgau en Allemagne.
© École urbaine de Sciences Po / AREP, 2025

Méthodologie de la démarche RADAR. © AREP, 2025



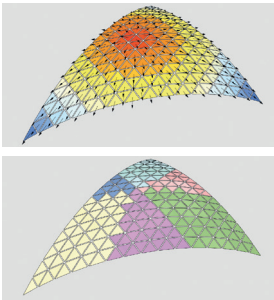
Contacts

Dir. Territoires / Flux & mobilités : Guillaume Chauvet, Mina Roncière
Dir. International : Fabien Clavier
Recherches en cours depuis 2023

Éco-conception avancée

L'écoconception vise à repenser les processus de conception des bâtiments et infrastructures pour réduire leur empreinte environnementale tout en garantissant performance technique, résilience et acceptabilité sociale. Deux projets menés par AREP illustrent les défis et innovations liés à l'intégration systémique des enjeux climatiques, énergétiques et constructifs dans la conception architecturale.

- Le premier projet porte sur la conception des façades, dont les systèmes actuels peinent à répondre aux exigences croissantes de performance. L'objectif est de développer une méthode intégrée de conception des enveloppes capable d'optimiser les performances thermiques et énergétiques tout en conciliant exigences architecturales, structurelles, réglementaires et esthétiques. Cette approche s'appuie sur une cartographie fine des thématiques critiques (ponts thermiques, décarbonation des matériaux, durabilité, interfaces structurelles) et formalise des typologies de façades. En introduisant une logique systémique et le cadre EMC2B, ces travaux visent à dépasser les approches séquentielles classiques pour offrir un référentiel opérationnel et partagé.
- Pour le projet de canopée de la future gare de Nice Aéroport les recherches portent sur la structure de grande portée à géométrie complexe en double courbure devant intégrer des tuiles photovoltaïques et résister aux sollicitations climatiques et sismiques. Le défi scientifique réside dans l'équilibre entre performance structurelle, robustesse face aux aléas extrêmes, faisabilité architecturale et soutenabilité environnementale.



Recherches d'optimisation du calepinage des tuiles PV sur la canopée, Nice Aéroport.
© AREP, 2025

Contacts

Dir. Ingénierie / Structures et façades : Lorenzo Ponzo, Laura Poinloup, Andrea Zanon
Dir. Ingénierie / Atelier environnement : Clément Reys

Patrimoine et biodiversité

La recherche vise à développer une approche intégrée de préservation du patrimoine, associant patrimoine bâti (architectural, industriel et paysager) et patrimoine vivant (faune et flore). Elle propose une vision du patrimoine comme un système vivant, où les dimensions culturelles et écologiques interagissent dans des dynamiques de transmission, d'adaptation et de régénération.

En 2025, les travaux explorent les liens entre inventaires patrimoniaux et continuités écologiques afin d'orienter les projets de réhabilitation. Ils interrogent les critères d'arbitrage entre conservation, transformation et accueil du vivant, ainsi que le rôle des sites industriels comme supports de biodiversité et de services écosystémiques. Elle a conduit à l'élaboration d'une méthodologie de projet systémique et interdisciplinaire, articulant diagnostics patrimoniaux et écologiques, scénarios d'évolution, interventions adaptatives et suivi dans le temps long. Cette démarche ouvre la voie à un projet régénératif, où le patrimoine contribue à la transition écologique, à la restauration des milieux et à la résilience des territoires.



Le pont Séjourné et le train jaune. Le chemin de fer de Cerdagne a été inscrit sur les listes indicatives de l'UNESCO.
© AREP - photographie Perrine Dubreux, 2022

Contact

Dir. Conception & réalisation / Studio Patrimoine et élévatique : Véronique Veston

Structures en pierre et matériaux innovants

Dans le cadre de la construction du nouvel Infrapôle de Versailles Chantiers, AREP a développé une solution de mur double en brique non porteuse sur structure bois. Ces travaux s'inscrivent dans l'ambition de réduire l'impact environnemental des nouveaux bâtiments conçus tout en respectant les exigences de la Ville de Versailles sur l'emploi de matériaux particuliers en façade.

La problématique étudiée est la combinaison d'une structure bas carbone en mur ossature bois (MOB) avec des matériaux massifs et géosourcés (pierre et brique). Les recherches ont conduit à développer une solution permettant de découpler le support de la masse des briques du MOB au moyen de plusieurs innovations en conception validées dans le cadre d'un ATEX de type « b » par le CSTB.

L'ensemble de la démarche et des résultats obtenus a ainsi permis de mettre au point une solution bas carbone qui satisfait entièrement aux exigences de la ville de Versailles quant aux matériaux de façades.



Façade en brique de l'Infrapôle de Versailles-Chantiers.
© AREP - photographie Giacomo Bongiorno, 2026



Structure en bois de l'Infrapôle de Versailles-Chantiers.
© AREP - photographie 16Prod, 2026

Contacts

Dir. Conception & réalisation / DS4 : Giacomo Bongiorno, Mustapha Lathoute

Confort dans les espaces semi-ouverts (CESO)

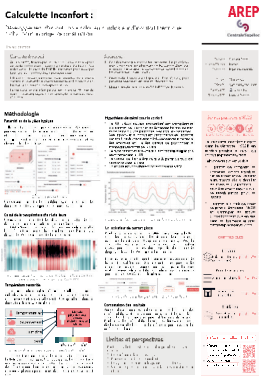
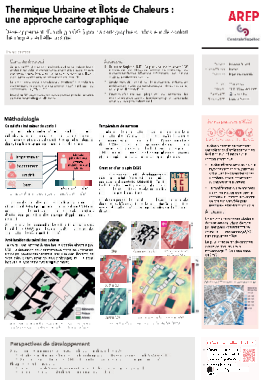
AREP étudie la perception du confort dans les espaces semi-ouverts. La recherche développe des chaînes de simulations, des modèles d'analyse et des approches de représentation des phénomènes physiques au sein des gares et espaces semi-ouverts, en prenant en compte l'ensemble des paramètres concourant à la sensation d'inconfort. La recherche affine l'hypothèse classique d'une température homogène des pièces par le développement de modèles avec une information spatialisée.

Les travaux récents visent à fiabiliser et outiller l'analyse du confort climatique extérieur pour concevoir des aménagements protecteurs à l'échelle urbaine :

- Sécuriser la chaîne de données météo-climat : développement de l'outil interne Visu Météo et du module Weather Fetch pour accéder et unifier des bases hétérogènes (CORDEX, observations), modèle d'IA pour la descente d'échelle spatiale et temporelle, maintien d'une librairie open source de calculs radiatifs.
- Assurer la qualité des simulations de mécanique des fluides : recherches sur le maillage 3D adapté aux critères CFD pour mieux représenter bâtiments et couches limites. Ces avancées méthodologiques sont appliquées à des cas concrets, notamment des études rapides de confort thermique extérieur pour comparer des scénarios d'aménagement paysager autour d'écoles à La Réunion, avec pour objectif de fournir des outils opérationnels d'écoconception des espaces publics.

Contacts

Dir. Ingénierie / L'hypercube : Mateusz Bogdan, Alexis Sauvageon
Recherches en cours depuis 2015



Posters de recherche des travaux réalisés au sein de L'hypercube.
De haut en bas : Maxence Richard, Suzanne Cantat.
Ci-contre : Yu Zhou.
© AREP, 2025

Simulation d'appoints de confort thermique

Framework OpenFOAM pour la simulation CFD d'appoints de confort thermique

AREP



Contexte & objectif

Les apports de confort thermique, qui consistent à ajuster localement les conditions thermiques par rapport aux besoins spécifiques des occupants, impliquent une approche prometteuse pour améliorer le confort tout en optimisant la consommation d'énergie.

Ce stage constitue la première phase d'une approche globale sur la micro-confort thermique dans l'hypercube. L'objectif est de rendre possible la simulation d'appoints de confort thermique avec une approche CFD innovante, en utilisant le logiciel open source OpenFOAM.

L'objectif principal est de modéliser avec précision les effets d'air et de chaleur de chaleur à l'échelle d'un bureau, d'un espace de travail.

Approche

Dans le cadre de ce projet, différentes solutions d'appoints de confort thermique ont été implémentées dans OpenFOAM, sous forme de fichiers de configuration modifiables et réutilisables.

Une attention particulière a été portée à la validation d'implémentation de phénomènes, afin de garantir une combinaison cohérente des différents modèles.

Tous les types de transferts thermiques ont été pris en compte : conduction, convection et rayonnement - afin d'être en mesure de simuler dynamiquement les échanges de chaleur.

Sur la base d'une approche méthodologique de développement de logiciels, les outils ont été réalisés en utilisant les bonnes pratiques de développement.

Outils développés

Appoints de micro-confort dans la simulation CFD

Les outils développés dans le cadre de ce stage permettent désormais la simulation dynamique des dispositifs classiques de ventilation et de chauffage : ventilateur, brasseur d'air, radiateur, entrée d'air chaud ou froid et chaise chauffante/rafraîchissante.

Pour ces quatre premiers dispositifs, le solveur buoyantSimpleFoam est utilisé, simulé uniquement à partir d'écoulements et de transferts thermiques, la compressibilité et la stabilité de l'air.

Pour la chaise chauffante/rafraîchissante, le solveur chtMultiRegionFoam est utilisé, permettant en plus du précédent la simulation couplée d'écoulement et de transfert de chaleur.

Ces deux solveurs sont des solveurs transitoires, capables de traiter les écoulements turbulents.

Pour l'ensemble des solutions ci-dessous, les positions, propriétés matérielles et consignes sont définies dans des fichiers de configurations.

Ventilateur/Brasseur d'air

Le bloc ventilateur permet de simuler l'effet d'un ventilateur sur l'écoulement d'air sans nécessiter de maille plus détaillée de l'appareil.

Il fonctionne en ajoutant une source de quantité de mouvement dans le domaine fluide, créant ainsi une différence de pression qui génère l'écoulement.

- Paramétrage :
 - Direction de pression
 - Direction de la vitesse d'écoulement

Radiateur

Le bloc radiateur simule l'effet thermique d'un radiateur sans modéliser sa structure interne. La simulation s'effectue en imposant une température fixe à la surface du radiateur et prend en compte les propriétés radiatives.

- Paramétrage :
 - Température de la surface
 - Propriétés radiatives

Entrée d'air

Le bloc entrée d'air reproduit les effets d'une entrée d'air conditionnée dans l'espace simulé.

Il s'implémente sous forme d'un domaine de calcul, en nécessitant de modéliser également une sortie d'air.

- Paramétrage :
 - Vitesse d'écoulement
 - Température de l'air

Chaise chauffante/rafraîchissante

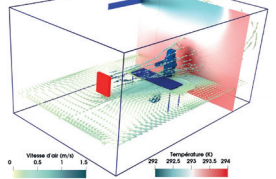
Ce bloc permet de simuler une surface en contact avec une température fixe, en contact avec un individu (chaise, table).

Pour contrôler le coût de calcul, la simulation ne modélise pas l'intégralité de la structure de la chaise, mais se concentre uniquement sur les interfaces en contact avec l'occupant.

- Paramétrage :
 - Température de la surface
 - Propriétés matérielles

Résultat pour une situation estivale

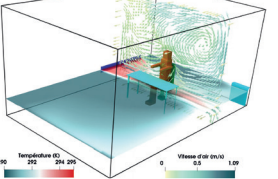
30 sec. de temps réel



- Données thermiques :
 - Vitesse d'écoulement à 75°C
 - Vitesse d'écoulement

Résultat pour une situation hivernale

60 sec. de temps réel



- Données thermiques :
 - Vitesse d'écoulement à 75°C
 - Vitesse d'écoulement

Limites et Perspectives

- Limites :
 - Le temps de calcul est déjà élevé pour les simulations actuelles, en cette contrainte sera donc à relever pour des scénarios plus complexes, comme la modélisation de plusieurs pièces ou l'analyse de l'écoulement sur une journée entière, ce qui pourrait poser des problèmes de fiabilité.
 - Les simulations n'ont pas encore été validées par des expérimentations réelles pour vérifier la fiabilité.

- Perspectives :
 - Intégrer la modélisation de l'humidité en couplant avec des outils plus avancés et variés.
 - Les analyses de confort thermique basées sur ces simulations seront développées ultérieurement dans les phases suivantes du projet, notamment via l'implémentation du modèle de confort de Fiala pour une meilleure modélisation du corps humain.

Bonnes pratiques EMC2B



Les outils développés permettent d'évaluer avec précision l'impact des apports de micro-confort sur l'évolution des champs de température et de vent autour de l'occupant, préparant ainsi le terrain pour des évaluations plus approfondies du confort thermique à l'avenir. Étant donné que ces dispositifs de micro-confort sont plus économiques en termes de consommation d'énergie, leur utilisation peut finalement contribuer à réduire la consommation énergétique globale tout en maintenant le même niveau de confort de l'occupant.

À retenir :

De nombreuses études, notamment INRELS ont montré qu'il est possible de maintenir des niveaux de confort thermique constant en réduisant les consignes de températures dans les bâtiments, tout en donnant aux occupants SW/pers. en chaud ou en froid aboutissant à de économies d'énergie globale comprises entre 10 et 17% selon les climats.

Références / À lire pour aller plus loin :

Fiala, D., Lomas, K., et al. (1999). A computer model of human thermoregulation for a wide range of environmental conditions. The predictive system. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 87, 1957-1972.

Cammarini, S., Fanger, P., et al. (1999). Annual Energy Savings and Thermal Comfort of Automatically Heated and Cooled Office Chairs. *National Renewable Energy Laboratory* (NREL).

RÉAP : réemploi

Les recherches menées par l'équipe RÉAP répondent à plusieurs motivations convergentes. Sur le plan environnemental, le réemploi permet de réduire l'empreinte carbone et les coûts liés à l'extraction et à la transformation de ressources vierges, tout en valorisant des gisements déjà disponibles comme les traverses ferroviaires déposées ou les lames de parquet issues de chantiers de réhabilitation. Sur le plan scientifique et technique, elle vise à lever des incertitudes liées à l'hétérogénéité de ces matériaux, à leur stabilité dimensionnelle, à leur innocuité chimique et à leur compatibilité avec les normes de sécurité (notamment incendie). Enfin, sur le plan opérationnel, il s'agit de vérifier que ces matériaux peuvent être transformés et assemblés dans un processus reproductible, compatible avec les contraintes de chantier et les exigences architecturales.

Des travaux ont été menés dans le cadre de trois projets de conception qui ont éprouvé l'exploitation d'un gisement de traverses de bois et le réemploi *in situ* :

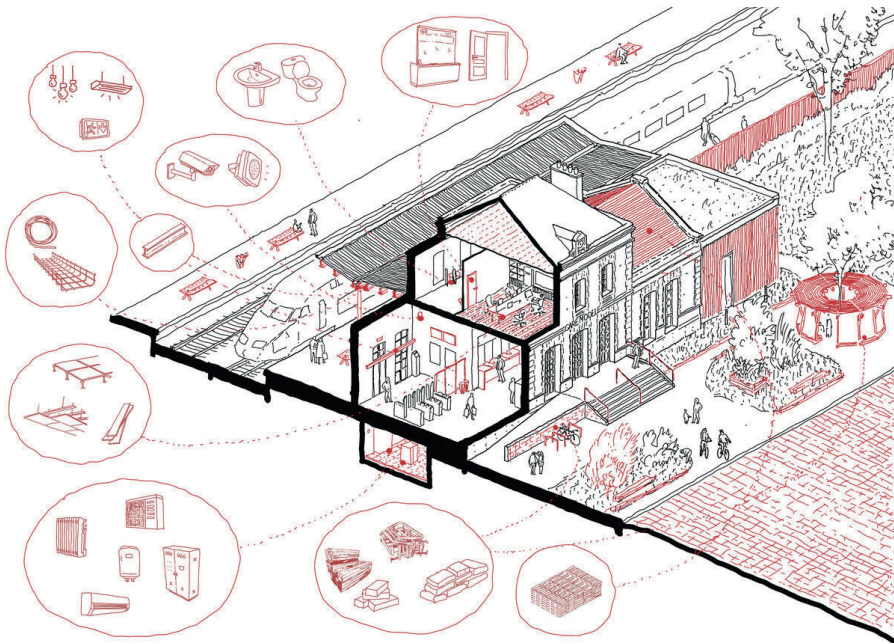
- La réalisation de faux plafonds et de façades sur rue nécessitant une réponse composite pour faire face à l'hétérogénéité du gisement ;
- La réalisation d'un prototype d'assises fraîcheur végétalisées répondant à des fonctions de service, techniques et environnementales complexes ;
- La réalisation d'un showroom SNCF visant au réemploi *in situ* et *ex situ* suivant un planning extrêmement contraint et en présence de nombreuses parties prenantes.

Contact

Dir. Conception & réalisation / RÉAP : Valérie Cousturier
Recherches en cours depuis 2019



Prototype de mise en œuvre du bardage du projet Paris-Lyon côté Seine.
© AREP, 2024



Le réemploi du quotidien dans nos projets - Axonométrie.
© AREP - illustration Gabriel Robinne, 2026

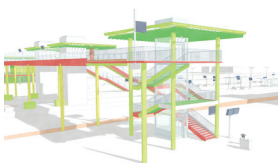


Le réemploi des rebuts de traverses de chemin de fer pour l'abri filant de la gare de Melun.
© AREP, 2025

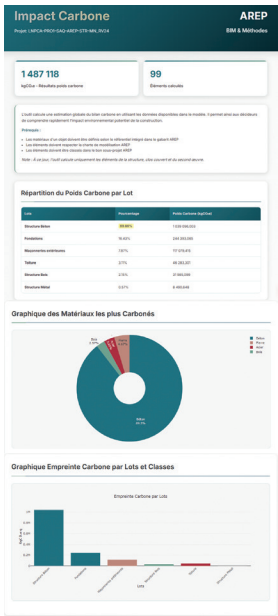
La conception et le développement d'outils BIM sont adossés à une stratégie de recherche croisant BIM et démarche EMC2B.

En 2025, les travaux poursuivent le développement d'un module intégré à REVIT dédié au calcul du poids carbone des bâtiments modélisés dès les phases amont. Les outils développés permettent de réaliser des calculs estimatifs très tôt lors de la conception et de suivre l'évolution des choix opérés sur les indicateurs matière et carbone. Les rapports générés fournissent des indicateurs clés tels que le poids carbone total, le nombre d'éléments analysés et leur répartition par sous-projets et par matériaux sous forme de diagrammes et de modèles 3D colorisés.

Le module BIM&Carbone associé aux développements BIM&Matière s'impose ainsi comme un support opérationnel permettant non seulement d'identifier les sources principales d'émissions, mais aussi de proposer des pistes d'amélioration adaptées tout au long du processus de conception.



Projet Cannes La Bocca - Vue 3D colorée en fonction du poids carbone.
© AREP, 2025



Exemple de rapport HTML généré dans Revit pour l'analyse d'un projet.
© AREP, 2025

Contacts

Dir. Ingénierie / BIM et méthodes : Marie Chaumaz, Joaquin Giner Calzada
Recherches en cours depuis 2019

Mobility: modélisation des déplacements à échelle territoriale

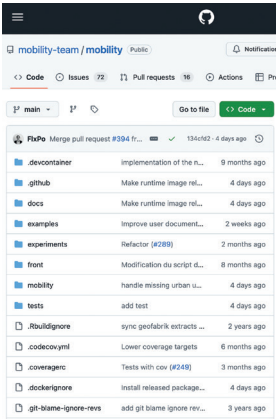
Le développement de la plateforme Mobility se poursuit afin de perfectionner un outil combinant modélisation multi-échelle des déplacements et évaluation de l'empreinte carbone. Cette solution permet d'analyser les pratiques actuelles de mobilité, de tester l'impact de nombreux leviers de décarbonation et d'offrir un cadre prospectif pour accompagner les décisions publiques. Elle constitue ainsi un support opérationnel pour orienter les territoires vers une mobilité plus durable, multimodale et bas carbone.

Suivant les travaux réalisés en 2024, l'année 2025 a visé au développement de la plateforme opérationnelle capable de simuler les pratiques de mobilité et d'évaluer leurs impacts territoriaux et environnementaux. Dans une perspective « d'explicabilité » augmentée, les recherches permettent d'améliorer Mobility en dissociant l'effet immédiat des mesures des effets de modification d'opportunités, de réaliser des analyses de sensibilité et de générer des rapports expliquant les effets rebonds attendus. La poursuite des recherches permettra de démocratiser l'outil et son usage, mais aussi d'aborder des données plus complexes de modélisation (diversification des leviers de décarbonation, des motifs de déplacement, des choix modaux, etc.).

Contacts

Dir. Ingénierie / DATA : Félix Pouchain
Dir. Territoires / Flux & mobilités : Capucine-Marin Dubroca-Voisin
Recherches en cours depuis 2021

Mobility



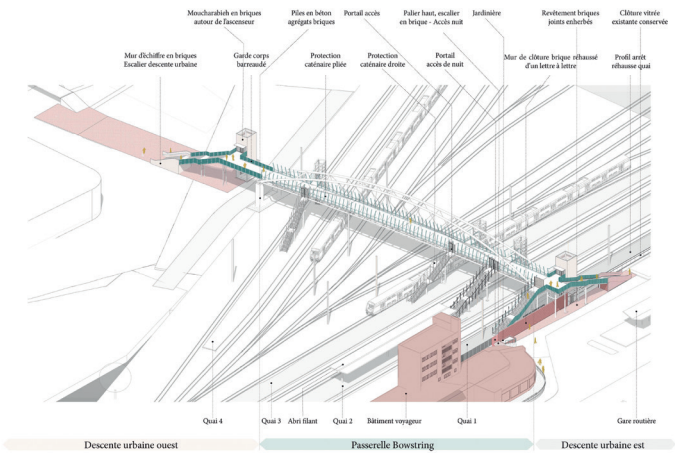
Mobility est une librairie conçue pour étudier la mobilité des personnes à différentes échelles, de l'individu à la population, du bâtiment au territoire. L'outil est principalement développé par AREP et Elioth avec le soutien de l'ADEME.

Passerelle ferroviaire auto-portante à grande portée

Ce projet s'inscrit dans le programme de mise en accessibilité des quais de la gare de Dunkerque et vise à concevoir et réaliser une passerelle de grande portée (85 m) capable d'enjamber l'ensemble du faisceau ferroviaire sans appui intermédiaire avec une structure *bow-string*. Les premiers travaux ont permis d'établir la conception à grande portée comme solution pour atteindre un optimum structurel et environnemental par rapport à une solution plus classique à plusieurs travées.

Les travaux menés en 2025 ont visé à optimiser la structure pour minimiser la flèche tout en adaptant le positionnement des suspentes et du treillis métallique pour permettre le passage des ascenseurs et des escaliers. Les calculs et modélisations ont également considéré l'exploitation asymétrique de la passerelle et ont permis de tester les configurations optimales d'allégement ne compromettant pas la phase de mise en place sur chantier.

Axonométrie provisoire de la passerelle de Dunkerque.
© AREP, 2025



Contact

Dir. Ingénierie / Structures et façades: Lorenzo Ponzio
Recherches en cours depuis 2024

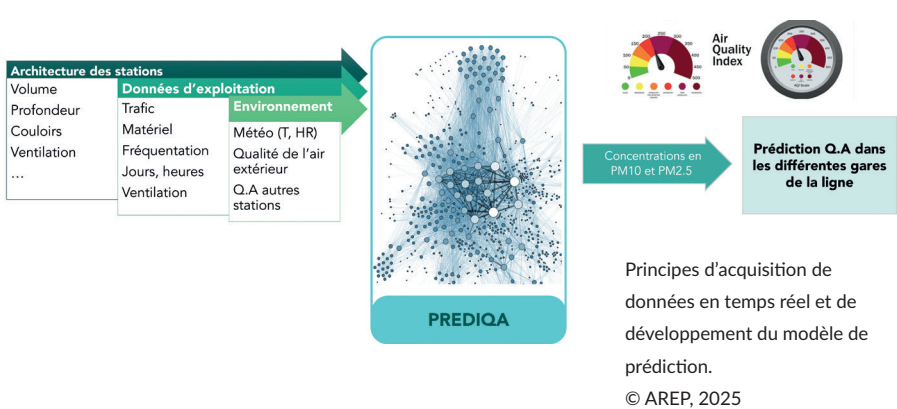


Chantier de la passerelle d'interconnexion SGP / SNCF de la gare de Saint-Cloud.
© AREP - photographie Benoît Quagliozzi, 2026

Prédire et améliorer la Qualité de l'Air Intérieur dans les gares souterraines (QAI)

La recherche développe des outils, des modèles de calcul, de simulation et des expérimentations en lien avec la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines. L'objectif global est de mieux comprendre les phénomènes en jeu et mieux appréhender ses variations.

En 2025, la poursuite des travaux de recherche s'effectue principalement sur la thématique de la prédiction et de l'expérimentation. Le projet PrediQA assure un suivi de la qualité de l'air (QA) dans les enceintes ferroviaires souterraines en vue de réduire les coûts de la surveillance de la QA, de prédire les pics de pollution permettant de déclencher les mesures de prévention (ventilation, traitement d'air...) et ainsi de mieux comprendre les facteurs d'influence. À terme, l'outil permettrait aux usagers de choisir les trajets les moins exposés et plus généralement de pouvoir prévenir et protéger les personnes les plus fragiles. Enfin, le déploiement d'une ventilation intelligente assistée par IA pourrait garantir une QA optimisée tout en réduisant les consommations énergétiques.



Contacts

Dir. Ingénierie / L'hypercube: Mateusz Bogdan, Aya Mansouri
Recherches en cours depuis 2015

Patrimoine ferroviaire sériel

Ce projet de recherche vise à analyser les défis associés à la préservation et à l'évolution des gares bâties en série dans la seconde moitié du XIX^e siècle en France, en Espagne et en Italie. Objet de la thèse menée par Alexandrina Striffling et soutenue en 2025, il interroge l'équilibre entre la conservation de la valeur patrimoniale de ces gares et leur adaptation aux exigences modernes, dans un contexte de transformations économiques, sociales et écologiques. L'analyse de l'évolution des gares sérielles en France a mis en évidence les principes de standardisation et les transformations architecturales subies au fil du temps : la collecte d'archives a révélé les logiques de conception initiales, tandis que les relevés sur site ont permis d'évaluer l'état de conservation et les modifications apportées à ces infrastructures. La synthèse des données a mis en lumière les cycles de transformation successifs ainsi que les enjeux contemporains liés à leur réhabilitation. Ces travaux fournissent une base essentielle pour concilier la préservation du patrimoine ferroviaire avec les nouvelles exigences de mobilité et d'aménagement urbain en posant la question : la typologie modulaire historique, pensée pour anticiper l'évolution des villes, peut-elle être une opportunité d'exploitation de nombreux bâtiments pouvant répondre à la fois à l'évolution des modes de mobilité au XXI^e siècle et à la nécessité de résilience dans la construction ? Plusieurs inventaires, dont celui des abris ferroviaires, mettent en évidence la prédominance de modèles standardisés et alimentent une démarche de reconnaissance, de restauration et d'adaptation de ces constructions, notamment pour en faciliter la maintenance et la conservation.

Contact

Dir. Conception & réalisation / Studio Patrimoine et élatatique : Véronique Veston
Recherches en cours depuis 2020



Couverture du manuscrit de thèse.
© Alexandrina Striffling, 2024



Atelier des « abris 72 » -
maquette échelle 1/1.
© AREP, 2026

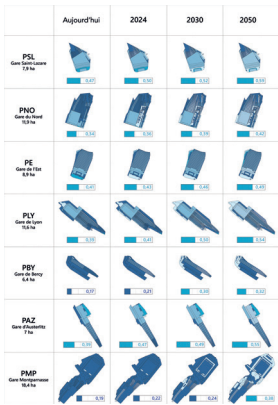
Analyser et réduire les îlots de chaleur urbaine

Les îlots de chaleur urbains (ICU) représentent l'un des défis des villes face au changement climatique. Caractérisés par des températures plus élevées en milieu urbain qu'en périphérie, ils exacerbent les risques sanitaires et dégradent le confort des habitants. Les recherches menées sur le thème des ICU chez AREP visent à répondre à un double enjeu : comprendre de quelle manière la chaleur impacte les modes de vie des habitants ainsi que le fonctionnement des infrastructures, notamment ferroviaires, d'une part, et analyser les divers paramètres physiques et développer des outils pour concevoir des solutions techniques efficaces pour atténuer ces effets d'autre part.

En 2025, les travaux menés développent des méthodes de simulation à haute résolution et optimisées pour le calcul intensif afin d'évaluer l'impact des projets d'aménagement. Un des axes de recherche porte sur l'estimation de la capacité réfléchissante des sols (albédo) à une échelle fine. Une méthode de *down-scaling* a été appliquée aux données satellites *open source* de l'IGN, permettant d'inférer une information précise à partir de données sources à 10 mètres. Un premier prototype a été développé, démontrant la faisabilité de l'approche. L'équilibre entre la précision des éléments simulés et le temps de calcul est atteint par un processus d'optimisation de code.

Contact

Dir. Ingénierie / DATA : Félix Pouchain



Atlas bioclimatique des grandes gares parisiennes - Trajectoire 2024-2030-2050 d'amélioration de l'albédo des grandes gares.
© AREP, 2023

Prospective urbaine

Dans un contexte marqué par l'accélération des transitions écologiques, sociales et économiques, la prospective urbaine s'impose comme un outil stratégique pour renouveler les imaginaires collectifs et orienter l'action territoriale. Les différents travaux menés partagent une ambition commune : faire de la prospective un levier opérationnel de transformation, en associant chercheurs, urbanistes, professionnels, citoyens et acteurs institutionnels dans des démarches rigoureuses et participatives :

- Pour Grenoble 2040, l'approche immersive et collaborative explore des situations urbaines lointaines. À travers une série d'ateliers pluridisciplinaires, les participants ont co-construit des scénarios prospectifs selon des formats narratifs inédits. Une fresque temporelle et des articles thématiques restituent la diversité des futurs urbains envisageables, tout en expérimentant de nouvelles modalités de projection collective (voir pages 26-27) ;
- Des recherches émergentes se penchent sur les potentiels de transition du périurbain, terrain souvent sous-estimé dans les réflexions prospectives. Les résultats seront présentés lors d'un colloque scientifique en septembre 2026.

Les travaux visent à doter les acteurs territoriaux d'outils prospectifs concrets — scénarios, récits, modalités opérationnelles — pour anticiper et accompagner les mutations profondes des villes et des périphéries face à l'urgence écologique.



Atelier de réflexion sur la fresque de Grenoble 2040.
© AREP - photographie Julien Lelièvre, 2025

Contacts

Dir. Territoires : Hiba Debouk
Dir. Générale / Unité recherche : Nils Le Bot



Rues aux écoles - Avenue de Bouvines

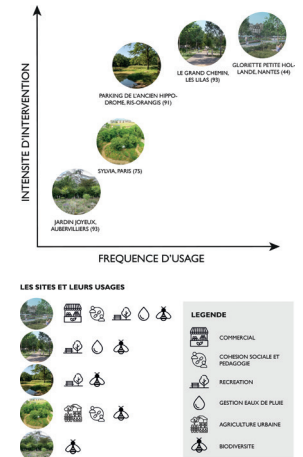
Conception d'un nouveau vocabulaire de l'espace urbain post-carbone pour la ville de Paris.

© AREP - photographie Anne Bauvy, 2026

Renaturation urbaine

Les facteurs de réussite des projets de « renaturation » dépassent les conditions écologiques préalables ou planifiées, les acteurs impliqués, les interactions entre usagers, les connectivités socio-écologiques ou les problématiques de maintenance. Par des recherches pluridisciplinaires, AREP élabore des outils d'évaluation et d'aide à la décision pour favoriser la renaturation en milieu urbain :

- La thèse de Lukas Madl interroge le terme de « renaturation » et analyse les leviers et les contraintes dans la mise en place des approches innovantes de renaturation dans 5 cas d'étude, en combinant des perspectives de l'écologie urbaine, l'écologie de restauration, l'aménagement du territoire, les sciences des sols, et la collaboration étroite afin de concevoir et mettre en œuvre des stratégies de renaturation efficaces ;
- La thèse de Paul Le Bot vise à développer une fosse végétalisée pour la gestion des eaux pluviales adaptée aux milieux urbains et organisationnels ultra-contraints : elle doit garantir le bon développement des végétaux en toute saison, en limitant au maximum le recours à l'arrosage ;
- Une étude menée sur le parc de résidences d'ICF développe un outil d'analyse du foncier et détermine la connectivité écologique et un score de biodiversité pour chaque site afin d'orienter les choix d'aménagement futurs ;
- Une recherche sur le concept de « forêt urbaine » analyse ces objets d'aménagement comme une réponse à des besoins multiples de la part de leurs initiateurs institutionnels et particuliers mêlant objectifs écologiques, sociaux, et économiques.



En haut : projection des études de cas selon les paramètres intensité d'intervention et intensité d'usage.

En bas : les usages sur les sites.

© Lukas Madl 2025



Différents scores calculés pour la caractérisation de la couverture des sols, de la végétation et du potentiel de renaturation du foncier ICF.

© AREP 2025

Contacts

Dir. Générale / Unité recherche : Lukas Madl, Paul Le Bot, Louise Jammet

Dir. Ingénierie / DATA : Félix Pouchain

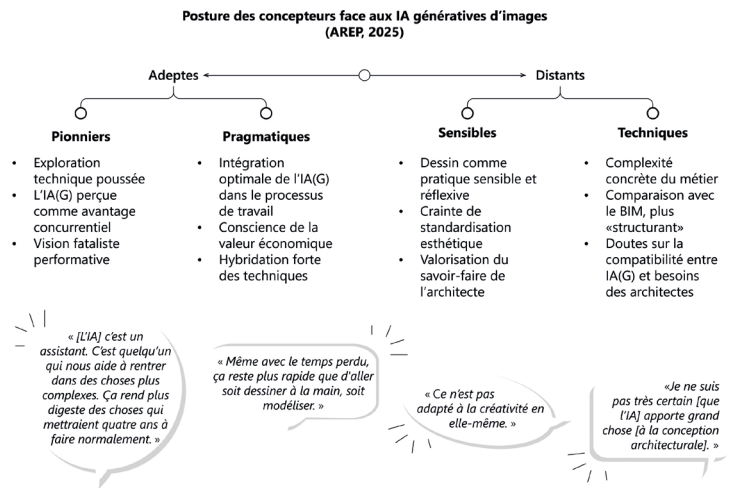
Recherches en cours depuis 2023

L'intelligence artificielle dans les métiers de la conception

AREP engage de nombreux chantiers de réflexion, d'expérimentation et de développement adossés aux nouvelles capacités de calcul et de travail apportées par l'intelligence artificielle générative. Cependant, son irruption dans les agences d'architecture provoque de nombreuses interrogations quant à ses usages mais aussi ses impacts sur les concepteurs et leurs expertises.

Cette recherche a permis d'étudier le rapport des concepteurs chez AREP avec cet outil dans leur quotidien. Au travers de la fabrication des images dans la conception des projets, les concepteurs et conceptrices interrogées ont dévoilé plusieurs attitudes et inquiétudes vis-à-vis des outils déjà accessibles. La recherche a ainsi mis au jour plusieurs profils de professionnel·les qui, chacun à leur manière, révèlent quelque chose de la notion d'expertise en architecture car elle se trouve bousculée par l'IA générative ou reste, au contraire, indissociable du fait humain.

Postures et profils des concepteurs chez AREP en 2025.
© Louise Jammet, 2025



Contact

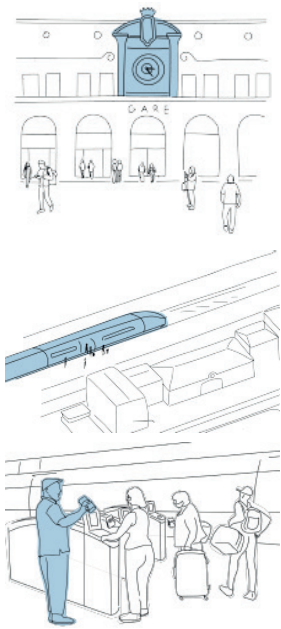
Dir. Générale / Unité recherche : Louise Jammet

Modélisation multicritères des flux de personnes

Dans un contexte de croissance des mobilités multimodales et d'augmentation des flux dans les espaces de transport, comprendre et anticiper les comportements de déplacement des usagers dans et autour des gares représente aujourd'hui un enjeu scientifique majeur. La planification d'une mobilité bas carbone réside cependant dans le compromis entre exigence environnementale et qualité d'usage. Si les dispositifs mis en place (cheminements piétons allongés, temps de correspondance augmentés, accessibilité dégradée) rendent l'expérience voyageur moins confortable, il existe un risque réel de désaffection du train, notamment au profit de la voiture.

Ces constats convergent vers une même problématique : la difficulté d'intégrer simultanément des dimensions comportementales, techniques, environnementales et psychosociales dans des modèles prédictifs robustes, adaptés à la complexité des systèmes ferroviaires intermodaux. Cela appelle à une évolution des méthodes, vers des outils plus intégrés, multicritères, sensibles au contexte local, et capables d'accompagner la transformation durable des mobilités.

La modélisation des flux de personnes vise à fournir un cadre opérationnel combinant collecte de données, modélisation multi-échelle et outils d'aide à la décision pour optimiser conception et exploitation des gares. La méthodologie repose sur l'intégration de données statiques (plans, capacités) et dynamiques (comptages, capteurs, données de validation) pour calibrer modèles de microsimulation et modèles macroscopiques de flux.



Illustrations de la synthèse des études sur la gare Bordeaux Saint-Jean - Une action coordonnée est nécessaire par l'ensemble des acteurs pour améliorer les flux en gare : Gares & connexions, SNCF Réseau et les transporteurs.
© AREP, 2025

Contacts

Dir. Territoires / Flux & mobilités : Matthieu Goudeau, Capucine-Marin Dubroca-Voisin

Histoire socio-environnementale de la construction en paille

La recherche doctorale menée par Martin Paquot vise à retracer et analyser l'histoire socio-environnementale de la construction en paille et interroger son potentiel dans un contexte post-carbone. Les travaux approfondissent comment se sont façonnées les représentations, les normes professionnelles et l'acceptabilité sociale de ce matériau, en documentant à la fois ses performances techniques et les risques perçus. L'enjeu est de positionner la paille comme ressource locale, renouvelable, faiblement énergivore et stockant du carbone, tout en préservant les qualités environnementales et sociales associées à ses filières actuelles.

La démarche adoptée est monographique et transdisciplinaire, mobilisant histoire des techniques, sociologie et anthropologie du bâti, géohistoire environnementale, architecture, ingénierie et études des ressources. Elle s'appuie sur l'analyse d'archives et de périodiques, la construction de chronologies et cartographies, des entretiens qualitatifs avec les acteurs de la filière, des études de cas de bâtiments et chantiers, en France et à l'international. Les recherches permettront de combler le faible nombre de travaux socio-historiques existants sur la paille et répondent à la nécessité de construire un récit intégrant techniques, filières et imaginaires. Les perspectives résident dans la production d'un cadre d'analyse et de récits capables de transformer les représentations, de cartographier les réseaux d'acteurs et de proposer des leviers concrets pour accélérer une diffusion maîtrisée, socialement acceptable et écologiquement robuste de la construction en paille.

Contact

Dir. Générale / Unité recherche : Martin Paquot



Extrait du compte-rendu des visites de terrain aux États-Unis d'Amérique en 2023.

© Martin Paquot, 2025



Un des axes de recherche suivis en 2025 : l'éthno-comptabilité.

© Martin Paquot, 2025

Genre et inclusivité en gare

Ce travail de recherche interroge la gare comme espace public clé des mobilités à partir d'un double cadre : l'urbanisme féministe et la prévention situationnelle de type CPTED. Il vise à établir des outils de conception permettant de garantir un accès à la mobilité par le train en concurrence avec les modes individuels et carbonés. Pour cela, les gares doivent assurer une offre alliant sécurité, confort et bien-être, en particulier pour les personnes sexisées et minorisées.

En articulant données désagrégées par genre, concepts de *care*, de bien-être/mal-être et générations de CPTED, le travail teste des paramètres d'urbanisme féministe transposables à la gare. À partir notamment du cas de Marseille Saint-Charles, il analyse les perceptions de sécurité, les usages selon les horaires et les lieux, les limites d'outils techniques (comme la vision par ordinateur) et les promesses de service en gare. L'enjeu est de proposer des pistes opérationnelles pour intégrer les expériences subjectives des usagers dans les démarches type EMC2B et faire de la gare un espace de transit mais aussi de soin, co-construit avec des personas et des dispositifs participatifs réellement inclusifs.

Notamment objet d'un stage ayant ouvert sur une recherche doctorale engagée à l'ETH Zurich fin 2025, les travaux de recherche sur le thème de l'inclusivité représentent un fort enjeu d'inclusion sociale.



Pôle d'échanges de Marseille Saint-Charles.
© SNCF DAAB-AREP - photographie David Giancatarina, 2008



Pôle d'échanges de Marseille Saint-Charles, Halle Honorat.
© SNCF - AREP - photographie Didier Boy de la Tour, 2008

Contact

Dir. Territoires / Flux & mobilités : Capucine-Marin Dubroca-Voisin

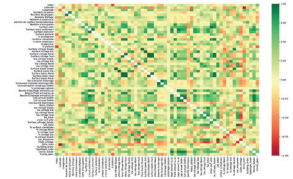


La halle en chantier de la gare d'Angoulême - Panneaux photovoltaïques
© AREP - photographie Guillaume Satre, 2025

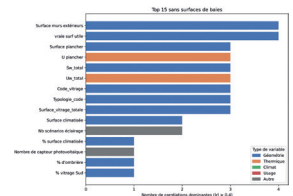
Macro-analyse du patrimoine ferroviaire

Les recherches portent sur l'optimisation de la performance énergétique et environnementale du patrimoine ferroviaire, tout en développant des outils innovants pour guider les décisions stratégiques selon plusieurs volets :

- La poursuite du développement de l'outil interactif ODETTE permet de concevoir des bouquets d'actions dans le cadre de la rénovation énergétique des gares en réduisant les consommations, en intégrant des données hétérogènes et en modélisant les interactions dynamiques entre les mesures ;
- L'élaboration d'un modèle d'analyse de la consommation de gaz permet d'identifier des leviers d'économie malgré la diversité des configurations de gares et des pratiques d'exploitation ;
- L'étude de la surchauffe des locaux techniques d'aiguillage aide au diagnostic des causes des pannes et aboutit à une plateforme interactive pour tester des solutions préventives (Climawin). Des travaux sont en cours pour capitaliser sur les simulations thermiques existantes et entraîner un modèle d'IA prédictive spécifique ;
- Une approche multicritère (TRI, coût d'abattement carbone) apporte un guide des investissements de décarbonation, alignés sur les objectifs SBTi de la SNCF tout en tenant compte de l'âge et de l'état des infrastructures ;
- Une cartographie haute résolution des sols ferroviaires accompagne l'optimisation de la gestion des parcelles ferroviaires pour répondre aux exigences réglementaires et anticiper les évolutions futures.



Matrice de corrélation des variables (projet Climawin).
© AREP, 2025



Classement des paramètres influents (projet Climawin).
© AREP, 2025

Contacts

Dir. Ingénierie / Confort Énergie Fluides : William Teyssier
Dir. Ingénierie / DATA : Matis Nanni, Antoine Hubert

Polluants dans le bâtiment

Les travaux menés visent à caractériser la présence de trois types de polluants dans le secteur du BTP aujourd'hui afin d'établir des préconisations pour réduire l'exposition aux substances chimiques issues des matériaux de construction et les impacts sanitaires et environnementaux associés.

Trois familles de polluants sont étudiées : les composés organiques volatils (COV), les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS, dits « polluants éternels ») et les plastiques. La grande diversité de ces composés, le manque de transparence sur leur présence dans les produits et l'absence de réglementation imposant leur déclaration compliquent l'identification des substances, la quantification de leurs émissions aux différentes phases de vie des matériaux (chantier, exploitation, démolition) et l'évaluation des risques pour les occupants et l'environnement.

Un travail bibliographique a permis de proposer une typologie détaillée des PFAS utilisés dans le bâtiment, en précisant leurs propriétés et leurs usages. En parallèle, un focus sur les plastiques, appuyé par des prélèvements, confirme que le BTP est l'un des principaux consommateurs mondiaux et met en lumière leurs effets potentiels sur la QAI et l'environnement. Sur les COV, l'analyse de dossiers de consultation et d'échantillons de chantier montre un niveau de maturité globalement satisfaisant des prescripteurs d'AREP, tout en révélant des lacunes en données amont. Les résultats obtenus ont conduit à la définition de protocoles d'analyse et de prescription qui structureront le plan d'action 2026 et les recherches à poursuivre.

Contacts

Dir. Conception & réalisation / DS1 : Léonard Hamburger
Dir. Design / Matériauthèque : Cécile Michel



La matériauthèque chez AREP.
© AREP - photographie Yann Audic, 2023

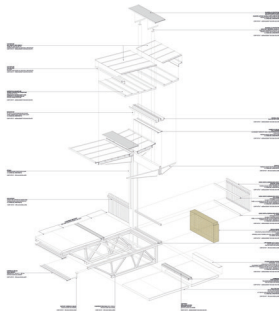
Mobil'quai : un quai modulaire et durable pour les gares et haltes ferroviaires de demain

Le projet Mobil'quai répond au défi majeur de la modernisation des infrastructures ferroviaires. Les recherches visent à mettre au point un système modulaire et démontable pour accompagner notamment le déploiement des SERM à moyen terme et transformer les pratiques du secteur en intégrant par défaut une solution pensée autour des critères d'éco-conception, de réversibilité et de sobriété matérielle à long terme. Un enjeu central réside dans la modularité d'un quai industrialisable, compatible avec les normes strictes du ferroviaire (charges, accessibilité, sécurité incendie, etc.), qui demeure léger, rapide à déployer et adaptable à des contextes variés : quais neufs, prolongements ou rehaussements d'infrastructures existantes ou installations temporaires.

La durabilité environnementale constitue un axe structurant. Le projet s'inscrit dans une démarche EMC2B, conduisant à réduire l'empreinte carbone et matière sur l'intégralité du cycle de vie des quais. Outre les réductions des besoins en terrassement, les recherches portent notamment sur le choix de composants recyclés et facilement réutilisables, la résistance aux aléas climatiques en limitant notamment l'artificialisation des sols, ou encore l'adaptation paramétrique de la solution au contexte : il s'agit d'allier performance technique, impact écologique réduit, et maîtrise des coûts de conception, de mise en œuvre et d'exploitation. Ces travaux ouvrent la voie à une nouvelle génération d'infrastructures ferroviaires, plus agiles, durables et alignées sur les enjeux de la transition écologique dans le but de redéfinir les standards de conception des quais pour les décennies à venir.

Contacts

Dir. Design : Romaric Quentin
Dir. Générale / Innovation : Alistair Lenczner



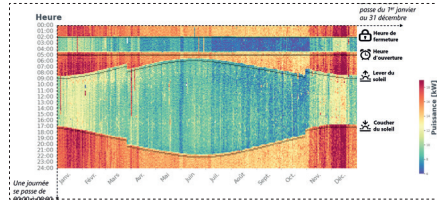
Halte de Pont-de-Claix L'Étoile -
Un quai modulaire pour le SERM de Grenoble.
© AREP, 2024



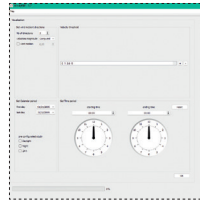
Halte de Pont-de-Claix L'Étoile.
© SNCF G&C - photographie
Yohann Merlevede (Brame Studio), 2025

Bestiaire

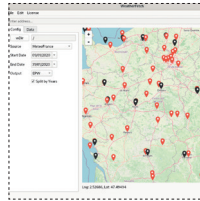
Des outils intelligents au service de la conception



CONSEO : identification des anomalies de gestion de l'énergie en gare pour optimiser les abonnements électriques (TURPE)



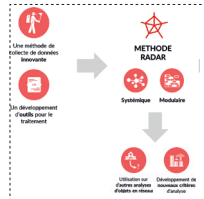
WindyREP : mise en donnée pour le code de calcul CFD OpenFoam à partir d'une géométrie donnée



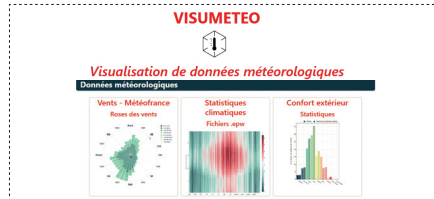
Weather Fetch : récupération de données météorologiques *open data* actuelles et prospectives



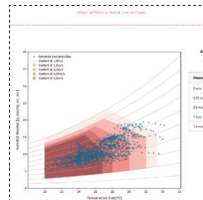
Calcuette énergie : estimation des consommations énergétiques en phase amont



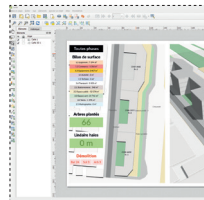
RADAR : analyse du niveau de service d'un réseau de gares (SERM) en situation actuelle et projetée - priorisation en phase amont



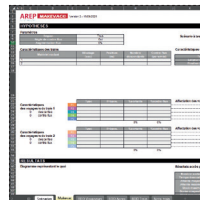
VISUMETEO : données météorologiques et bioclimatiques contextualisées



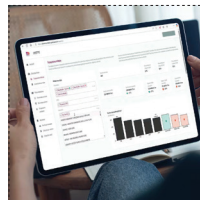
Créateur de diagramme de Givoni : représentation synthétique et visuelle du confort thermique intérieur



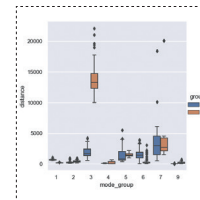
Plan guide Qgis : conception 3D pour les guides d'aménagement dans Qgis



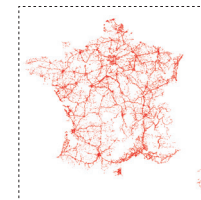
Makevac : modélisation semi-dynamique des flux de voyageurs sur les quais de gare



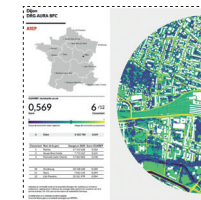
ODETTE : stratégie énergétique et centralisation des données du parc immobilier SNCF



MOBILITY : analyse de la résilience et des impacts environnementaux de la mobilité d'une population locale



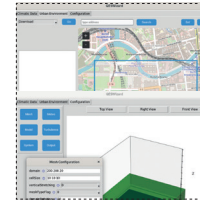
Ophélia : recensement du potentiel d'installation de parcs photovoltaïques linéaires



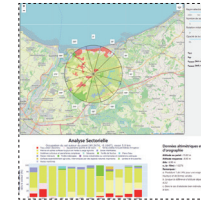
ICU AREP Qgis : caractérisation du risque de surchauffe des sols et cartographie prospective de leur évolution



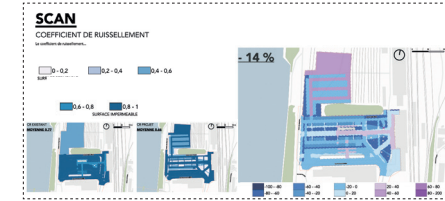
Végétool - arbres : détection, dimensionnement et diagnostic santé automatisé d'arbres



QES - Wizard : récupération et analyse de données OSM et mise en donnée pour un calcul de vent simplifié



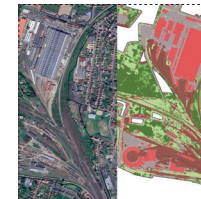
Paramètre EC1-Corine Land Cover : analyse des rugosités de sol ; analyses altimétriques et horographiques



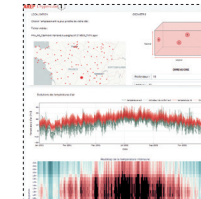
SCAN : analyse automatisée de plan masse pour l'extraction de métriques environnementales



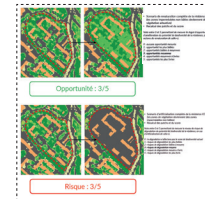
Parcours : modélisation de la répartition des flux piétons dans des environnements complexes



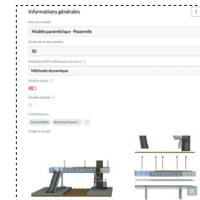
Cadastre vert : caractérisation des sols à grande échelle



Calcuette inconfort : analyse du risque de dépassement de seuils d'inconfort pour un climat donné



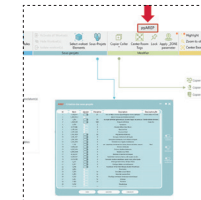
Renaturation ICF Habitat : modèle grande échelle de mesure de l'impact d'une renaturation sur la biodiversité



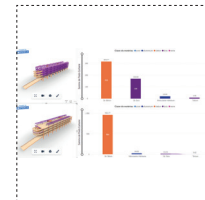
Calcuette carbone : quantifier l'impact sur le changement climatique des projets AREP, tout au long de leur cycle de vie



CheckIt : audit automatisé de la maquette numérique pour sa mise en conformité au regard du cahier des charges



pyAREP : palette d'outils pour l'automatisation de tâches sur la maquette numérique



BIM & carbone : calcul automatisé du bilan carbone d'un projet pendant sa conception BIM

Aperçu des publications scientifiques récentes

Auvray, Alexandre, Fabienne Ficamos, Karine Gremion, Nils Le Bot, Pascal Marty, Elodie Martin-Hackett, Maya Rivera, Yohan Sahraoui, et Sabine Thomas. *Frugacité : Formes urbaines des quartiers de gare ou à fortes contraintes et biodiversité*. La Défense : Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), Ministère de la Transition écologique, 2025.

Baron, Nacima, **Nils Le Bot**, Pauline Detavernier, et Manuela Triggianese (éds.) *The New Nature of Stations*. TU Delft OPEN Publishing, 2025. <https://doi.org/10.59490/mg.137>

Bihouix, Philippe. *L'insoutenable abondance. Faut-il croire les prophètes du progrès ?* Tracts 68. Paris : Gallimard, 2025.

Gresse, Teddy, Damien David, Frédéric Lefevre, Mathieu Galtier, **Mateusz Bogdan**, Marjorie Salles, Marta Picazo Guerrero, Yiqi Sun, Estelle Morlé, et Karine Lapray. « *AbriCoCoDA: A Novel Approach to Urban Heat Mitigation Through Bio-Analogous Climate Shelters* ». Rotterdam, Netherlands, 2025. <https://hal.science/hal-05172092/document>

Jammet, Louise. « Entre la main et l'image générative : la conception architecturale bouleversée par l'essor de l'IA ? » *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère*, n° 26 (avril 2026). <https://doi.org/10.4000/1678r>

Jammet, Louise. « Les espaces oubliés des métropoles dans les imaginaires de la décarbonation ». *Articulo - Journal of Urban Research*, décembre 2025. <https://doi.org/10.4000/15er4>

Jammet, Louise, et Nils Le Bot. « *Alternative Futures: Between Conformity and Radicality* », in Dabovic Tijana, Adballah Jreij et Dimitri Toubanos (éds.) *Spatial Futuring*. New York : Springer, à paraître 2026.

Ménard, Raphaël. *Vers la légèreté. Petite histoire énergétique des sociétés humaines*. Marseille : Éditions Wildproject, 2025.

Navaro Auburtin, Pierre, Myriam Saadé, Manuel Manthey, Mathilde Louërat, Jérémy Bleyer, **Jean-Luc Martin**, et Olivier Baverel. « *Stone Masonry Floor Systems for Low Environmental Impact Structures* ». *Journal of Building Engineering* 113 (septembre 2025): 114017. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.114017>

Navaro-Auburtin, Pierre. « *Analyse du Cycle de Vie pour la conception des structures de bâtiments : des matériaux à l'ossature* ». Thèse de doctorat, École des Ponts ParisTech, 2025. <https://theses.hal.science/tel-05296346>

P.-E. Prétot, C. Schulz, D. Chalet, J. Migaud, et **Mateusz Bogdan**. « *Rapid 1D Design Method for Energy-Efficient Air Filtration Systems in Railway Stations* ». *Environments*, novembre 2025.

Striffling, Alexandrina. « La transformation des gares 'standard' italiennes et françaises pendant l'entre-deux-guerres : affirmation d'un renouvellement architectural ou réécriture de modèles éprouvés ? » In Gares, bâtiments et infrastructures ferroviaires. France-Italie, 1918-1945. *La Revue d'histoire des chemins de fer* 63, 2026.

Striffling, Alexandrina. « Penser la gare par la série : une approche systémique de son architecture : étude comparative de trois lignes ferroviaires française, italienne et espagnole (1850-2025) ». Thèse de doctorat, Paris Est, 2025. <https://theses.fr/2025PESC2004>

V. Rakotonirinjahanahary, S. Crumeyrolle, **Mateusz Bogdan**, et B. Hanoune. « *Comparison of Two Methods for Evaluating the Performance of Particle Filtration Systems in Underground Railway Stations* ». *Indoor Environments*, décembre 2025. <https://doi.org/10.1016/j.indenv.2025.100144>

Veston, Véronique. « Reconnaissance, maintenance et adaptation du patrimoine ferroviaire ». In Gares, bâtiments et infrastructures ferroviaires. France-Italie. 1918-1945. *La Revue d'histoire des chemins de fer* 63, 2026.

Notes

AREP Groupe

1 rue du Cheval Blanc. 93500 Pantin

www.arep.fr

Illustration de couverture **Adobe Stock**

Contact **recherche@arep.fr**

Impression **Stipa**

Publication **Juillet 2026**

