



# POUR UNE FILIÈRE DE LA RÉNOVATION GLOBALE ET PERFORMANTE DES BÂTIMENTS

livre blanc / mai 2024





# INTRODUCTION

Ce Livre blanc porté par le Comité Stratégique de Filière – Industrie Pour la Construction (CSF IPC) appelle la création d'une filière de la rénovation énergétique globale et performante, en coordination avec l'État et les Régions. Il s'agit d'un sujet complexe qui nécessite, dans le cadre de France 2030, que la filière de la construction soit reconnue et accompagnée comme une filière d'avenir à l'instar des « giga-factories » de batteries, du nucléaire ou de l'avion du futur. Nous n'atteindrons les 900 000 rénovations de logements par an, indispensables pour que la France respecte l'accord de Paris, que si la filière gagne en productivité grâce notamment à sa numérisation. La rénovation globale et performante présente de nombreux avantages, que ce soit en termes de sécurité d'approvisionnement – la guerre en Ukraine a été un révélateur –, de souveraineté – la facture de la France s'est élevée à 100 Milliards d'€ d'énergies fossiles en 2022 –, ou d'emplois – selon France Stratégie le secteur du bâtiment représente 250 000 emplois nouveaux d'ici 2030. Pour accompagner l'émergence de la filière de la rénovation énergétique globale et performante, le CSF IPC propose de lancer et d'accompagner 3 chantiers d'innovation.

## SOMMAIRE

Synthèse .....	4
<b>1. Le cadre: la trajectoire de France Nation Verte .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Le rôle central de la rénovation des bâtiments pour le climat .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Les enjeux économiques et sociaux de la rénovation .....</b>	<b>10</b>
3-1 Les éléments clés pour le volet public .....	12
3-2 Les éléments clés pour le volet privé .....	12
3-3 Les éléments clés pour la filière .....	12
3-4 Les éléments clés pour l'utilisateur final .....	12
<b>4. Les effets de levier public-privé dans les territoires .....</b>	<b>14</b>
4-1 Qualifier pour massifier .....	15
4-2 Développer des bouquets de travaux « types » adaptés à chaque segment .....	15
4-3 Créer un effet de levier public/privé pour faire émerger une filière .....	16
4-4 Créer des mailles de marché pour massifier .....	16
4-5 Renforcer l'ingénierie au service des maîtres d'ouvrage et capitaliser au niveau national l'expérience acquise sur le terrain .....	18
<b>5. Les leviers d'innovation .....</b>	<b>20</b>
5-1 La garantie de performance .....	21
5-2 Les modes constructifs .....	24
5-3 La coordination des acteurs sur le territoire .....	25

# SYNTHÈSE

*Ce Livre blanc porté par le Comité Stratégique de Filière – Industrie Pour la Construction (CSF IPC) appelle la création d'une filière de la rénovation énergétique globale et performante des bâtiments, en coordination avec l'État et les régions.*

**Le document est articulé en deux parties:** une première partie qui décrit les enjeux climatiques, économiques et sociaux et une deuxième partie qui présente les 3 leviers d'innovation proposés par le CSF IPC.

**Dans le domaine climatique,** il convient de rappeler que la rénovation globale et performante est la clé de voûte pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. En 2019, le parc immobilier français a consommé 760 TWh, dont 600 TWh de combustibles fossiles. Rénover le parc au niveau BBC d'ici 2050 conduira à une économie annuelle d'énergie de 400 à 500 TWh, soit l'équivalent de 65 tranches nucléaires. Non seulement c'est considérable, mais le bâtiment performant présente de plus un double avantage: d'une part, il est capable de s'effacer et donc de laisser l'usage de l'électricité à l'industrie et aux transports, d'autre part, il est capable de produire de l'énergie renouvelable grâce au photovoltaïque, au solaire thermique, à la biomasse et à la géothermie.

**Dans le domaine économique,** rénover le parc, c'est contribuer à la souveraineté énergétique de la France et conforter la filière de la construction qui, pour atteindre les objectifs décrits ci-dessus, devra créer 250 000 emplois d'ici 2030. C'est également redonner du pouvoir d'achat aux consommateurs en faisant baisser drastiquement leur facture d'énergie.

Ce constat est largement partagé puisque la loi Transition Écologique pour la Croissance Verte votée en 2021 prévoit la rénovation de 900 000 logements par an. Le problème auquel nous sommes confrontés est que pour le moment nous n'y parvenons pas, puisque seuls environ 40 à 50 000

logements sont rénovés de manière performante chaque année.

Le livre blanc propose trois leviers d'innovation à poursuivre concomitamment pour permettre de résoudre ce problème par l'émergence d'une filière de la rénovation globale et performante.

## **1 – La garantie de performance**

Ce sujet est central pour déclencher la prise de décision: le propriétaire, qu'il soit public ou privé, ne sera prêt à investir que s'il a l'assurance que les économies prévues seront effectives. Cette garantie de performance passe par le commissionnement – c'est-à-dire un processus de management de la qualité pour atteindre les objectifs prévus –, la mobilisation des assureurs et la mesure et le pilotage des consommations dans la durée.

## **2 – L'évolution des modes constructifs**

Il n'y a actuellement pas de changement de modèle économique-technique de la filière de la construction au profit de la rénovation. Or, le savoir-faire pour une rénovation performante existe comme en témoignent de nombreux exemples. Plusieurs chantiers de progrès sont à ouvrir et tous passent par la généralisation de l'usage du numérique dans la filière, que ce soit pour les études préalables, le suivi du chantier, la coordination des acteurs ou le pilotage du bâtiment rénové. Cette évolution doit être conçue en associant les experts en financement. En effet le pilotage par le financement et l'allongement indispensable de la durée des prêts permettra d'aller chercher une meilleure efficacité à coût identique.



### **3 – La coordination des acteurs sur les territoires**

La territorialisation permettra l'émergence de champions de la rénovation globale et performante. Le CSF IPC appelle de ses vœux la mise en place d'un programme d'expérimentation dans des régions pilotes. Les collectivités sont en effet à même de favoriser les synergies entre les différentes typologies de bâtiments, permettant de créer du volume et donc de baisser les coûts. Il est également nécessaire de développer une nouvelle culture de l'investissement public et de passer du « maire constructeur » au « maire rénovateur » qui aura une vision patrimoniale et une approche économique renouvelées, centrées sur le maintien de la capacité d'autofinancement dans un contexte énergétique inflationniste et sans pression fiscale supplémentaire. Le rôle des régions sera crucial dans ces différentes évolutions.

La rénovation globale et performante des logements est un sujet complexe qui nécessite que la filière de la construction soit reconnue et accompagnée comme une filière d'avenir à l'instar des « giga-factories » de batteries, du nucléaire ou de l'avion du futur.

Nous n'atteindrons les 900 000 rénovations de logements par an, indispensables pour que la France respecte l'accord de Paris et cruciales pour notre économie, que si la filière gagne en productivité grâce à un ambitieux programme d'innovation de rupture. Cela passe notamment par la numérisation et l'utilisation de l'Intelligence artificielle, ce qui permettra de rendre plus performantes les interventions des acteurs sur le chantier. Le numérique n'a pas vocation à se substituer au savoir-faire des acteurs, mais à l'optimiser. Cette condition nécessaire ne sera pas suffisante. La création de la filière de la rénovation globale et performante ne sera rendue possible que grâce à une évolution en profondeur de l'implication des assurances et des banques. Le CSF IPC souhaite ouvrir ce chantier en partenariat avec elles.

# LE CADRE : LA TRAJECTOIRE DE FRANCE NATION VERTE

# 01

La feuille de route de décarbonation du bâtiment (article 301 de la loi Transition Énergétique pour la Croissance Verte du 22 août 2021) confirme que la priorité doit être donnée à la rénovation globale et performante.



Dans son volet rénovation, la feuille de route rappelle que la rénovation globale et performante des bâtiments **est la clé de voûte pour atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050.**

Les principales recommandations de la feuille de route sont les suivantes :



**Renforcer les exigences quant à la performance énergétique et introduire la performance carbone**



**Se concentrer sur l'enjeu de la performance globale, qui ne représente aujourd'hui qu'un dixième des projets**



**Rehausser les objectifs de la rénovation**



**Mesurer la performance**



**Traduire la trajectoire de *France Nation Verte* portée par le SGPE par territoires**

Ces recommandations sont totalement en cohérence avec les nombreux rapports qui ont été récemment produits à ce sujet, tant l'enjeu est majeur pour atteindre les objectifs de décarbonation.

- *France Stratégie*, octobre 2020 : *Accroître l'investissement dans la rénovation énergétique des logements du parc privé.*
- *France Stratégie*, octobre 2020 : *Comment accélérer la rénovation énergétique des logements.*
- *Haut Conseil pour le Climat (HCC)*, novembre 2020 : *Rénover mieux leçons d'Europe.*
- *IDDDRI et ADEME*, mai 2022 : *Réussir le pari de la rénovation énergétique.*
- *Haut Conseil pour le Climat (HCC)*, rapport octobre 2023.

[https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2023/10/HCC\\_Rapport\\_GP\\_2023\\_VF\\_cor.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2023/10/HCC_Rapport_GP_2023_VF_cor.pdf)

# LE RÔLE CENTRAL DE LA RÉNOVATION POUR LE CLIMAT

# 02





L'énergie consommée par les bâtiments a émis directement 64 Mt eqCO<sub>2</sub> en 2022 (76 Mt en 2019), soit 17% des émissions de CO<sub>2</sub> nationales, le chauffage à lui seul représentant 60% de ces émissions. La répartition de ces émissions est de 64% sur le parc résidentiel et 36% sur le parc tertiaire (source: Résumé du rapport annuel du Haut conseil pour le climat de septembre 2023).

Les émissions indirectes liées à l'exploitation (production d'électricité et réseaux de chaleurs) ainsi que l'artificialisation induite par le secteur ne sont pas incluses dans ce total et représentent environ 28 Mt eq CO<sub>2</sub>. Il en est de même pour la fabrication des matériaux et équipements de construction qui ne font pas partie des émissions du secteur du bâtiment mais de l'industrie: ces produits représentaient environ 20 Mt eq CO<sub>2</sub>, dont 80% pour la construction neuve et 20% pour la rénovation. Globalement, les émissions indirectes du bâtiment représentaient donc environ 48 Mt eq CO<sub>2</sub> en 2019.

La SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) vise une décarbonation quasi-totale du secteur du bâtiment d'ici à 2050 pour les émissions directes de CO<sub>2</sub> liées au fonctionnement des bâtiments résidentiels et tertiaires. Ceci s'est traduit par un premier objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> fixé par la SNBC en mars 2020, à 49% en 2030 par rapport à 2015. Cet objectif a ensuite été relevé par la planification écologique française France Nation Verte en 2023 à 60% en 2030 par rapport à 2019 pour passer de 76 à 30 Mt eq CO<sub>2</sub> à cet horizon. La planification écologique fixe en outre une cible de réduction de 44% des émissions indirectes des bâtiments pour passer de 48 à 27 Mt eq CO<sub>2</sub> de 2019 à 2030.

L'atteinte de l'objectif de réduction des émissions directes dépend d'une politique volontariste de rénovation des bâtiments reposant sur deux leviers: la réduction de leurs consommations énergétiques et la décarbonation de l'énergie utilisée par les systèmes de chauffage. Elle doit s'opérer en utilisant les matériaux et équipements les plus performants pour agir sur ces deux leviers, tout en minimisant les empreintes carbonées des combinaisons de produits employés. Cette dernière minimisation devrait résulter des réductions d'émissions de

CO<sub>2</sub> propres à chaque matériau, et des choix de combinaisons de produits offrant les empreintes carbonées les plus basses à contribution équivalente aux réductions de consommations énergétiques et à la décarbonation des usages de chaque ouvrage.

À ce titre, il conviendra, avec le développement des matériaux biosourcés d'intégrer la filière de l'agriculture et de la forêt dans la réflexion, même s'il est aujourd'hui évident que la seule approche par les matériaux biosourcés ne sera pas suffisante pour répondre aux besoins massifs de la rénovation décarbonée. Il sera aussi nécessaire de mixer les matériaux de différentes natures pour offrir en rénovation les systèmes constructifs les plus performants et faire appel à des solutions en circuit-court issues de l'économie circulaire: les matériaux éco-sourcés. Réemploi, recyclage et éco-conception seront des thématiques centrales qu'il est nécessaire d'accompagner et d'accélérer.

Enfin, au regard de l'accélération constatée du changement climatique, il sera essentiel d'intégrer plus largement l'amélioration du confort d'été après la rénovation parmi les objectifs majeurs. Il semble donc important d'élargir la réflexion et, d'une part, de mettre en place une stratégie engagée de protections solaires, d'autre part de ne pas « simplement améliorer » mais éventuellement réfléchir proposer ou étendre des espaces extérieurs en s'inspirant des pratiques des zones déjà impactées par la chaleur (Côte d'Azur, Maghreb). Par ailleurs, cette adaptation au réchauffement implique l'usage de systèmes à déphasage thermique important, de manière à faire barrage à la chaleur et se protéger des canicules amenées à augmenter tant en fréquence qu'en magnitude.

# LES ENJEUX ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA RÉNOVATION

# 03



La rénovation énergétique des bâtiments n'impacte pas seulement la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, mais a également un fort effet sur la réduction des consommations d'énergie, dont les bienfaits économiques, sociaux et de souveraineté s'ajoutent aux bénéfices climatiques.

Il convient en effet de rappeler quelques chiffres sur le plan énergétique : en 2019, le parc français de bâtiments a consommé 490 TWh pour le résidentiel et 270 TWh pour le tertiaire. La rénovation de l'ensemble du parc au niveau équivalent BBC à l'horizon 2050 conduira à une économie annuelle d'énergie (toutes énergies confondues) de 400 à 500 TWh.

Il est donc absolument essentiel d'accélérer la rénovation énergétique des bâtiments et ne pas croire que de simples solutions de décarbonation du chauffage, comme, par exemple le déploiement large et rapide des pompes à chaleur, seront suffisantes pour atteindre les objectifs de la trajectoire de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). Ceci d'autant plus qu'une pompe à chaleur installée dans un logement mal isolé n'est pas efficace. Il est important de ne pas « tuer le gisement d'économies » et **il est donc essentiel de décarboner la construction avant de décarboner l'énergie.**

Il sera également tout simplement impossible d'électrifier les usages sans un effort massif de rénovation, rappelons que le scénario de RTE pour 2050 s'appuie sur 900 000 logements rénovés en profondeur par an.

### 3-1 Les éléments clés – volet public

- Approche économique: la capacité d'auto-financement (CAF) est cruciale.
- Passer du maire constructeur au maire rénovateur: «développer une nouvelle culture de l'investissement public». Notion de taille critique: mutualiser entre collectivités pour créer le volume.
- Organiser la territorialisation qui fait émerger des champions.
- **Travail sur le commissionnement**, pour permettre la garantie de performance. S'appuyer sur l'observatoire de la performance énergétique, en lien avec les CMQ (Campus des Métiers et Qualifications) du bâtiment.

### 3-2 Les éléments clés – volet privé

- **Verrou de la qualité de performance.** Ce verrou est commun au public et au privé, mais il prend une importance particulière dans le privé en bloquant la prise de décision en l'absence de certitude sur le résultat
- **Verrou de l'ingénierie:** la généralisation de la rénovation globale et performante est une innovation de rupture, certes non technologique, mais qui vise à faire en sorte que tous les acteurs travaillent de concert. L'enjeu de l'ingénierie est central pour la réussite des projets. Le numérique, que ce soit par des plateformes de mise en réseau ou le pilotage des travaux (scanner, lidar, maquette numérique) jouera également un rôle crucial.
- Incitativité de l'aide. Problème du reste à charge.

### 3-3 Les éléments clés – filière

- Verrou de la productivité: une étude menée par l'Observatoire de la Construction Tech® a montré que le secteur de la construction sous-performe par rapport aux autres secteurs de l'économie française avec un retard de productivité très significatif, résultant en grande partie de retard dans le domaine du numérique. Le plan de généralisation de la rénovation énergétique des bâtiments représente une très belle opportunité pour répondre à ce défi en construisant dès le départ cette nouvelle filière sur un socle numérique.
- Impact sur l'emploi: selon France Stratégie, la rénovation énergétique n'est pas isolée dans la nomenclature statistique et les estimations d'emploi peuvent diverger en niveau mais l'estimation de progression sont relativement convergentes avec un surplus de 170 000 à 250 000 emplois d'ici 2030.

### 3-4 Les éléments clés – utilisateur final

La rénovation globale et performante a un fort impact sur le pouvoir d'achat des ménages en leur permettant de diminuer de manière drastique leur consommation d'énergie (cf. l'exemple cité en page 26 où la rénovation a permis de passer de **220 kWh/m<sup>2</sup>/an à 8,6 kWh/m<sup>2</sup>/an**). Elle permet également d'améliorer le confort thermique et la qualité de l'air intérieur.



# energie sprong

## > Qu'est-ce qu'Energiesprong ?

Originaire des Pays-Bas, Energiesprong est une méthode holistique visant à rendre les logements énergétiquement neutres. L'idée est simple, mais l'impact potentiel est immense : transformer les bâtiments en consommateurs d'énergie passifs, voire producteurs. Cette méthode repose sur une approche industrielle de la rénovation, visant à répliquer des solutions éprouvées à grande échelle.

## > Expérimentations en France

La France, consciente des enjeux climatiques, a commencé à expérimenter le concept d'Energiesprong sur son territoire. Plusieurs projets pilotes sont en cours dans différentes régions, mettant à l'épreuve l'efficacité de cette approche dans le contexte français.

## > Exemple : Transformation d'une Cité Minière dans le Nord

Dans le Nord de la France, une ancienne cité minière a été choisie comme site pilote. Les habitations, souvent anciennes et énergivores, ont été transformées en bâtiments à énergie positive, démontrant ainsi la polyvalence de la méthode Energiesprong dans des contextes variés.

Energiesprong offre une vision audacieuse de la rénovation énergétique. Les expérimentations en cours démontrent que cette méthode peut transformer nos habitations en véritables joyaux énergétiques, conciliant performance environnementale et économique.

# LES EFFETS DE LEVIER PUBLIC-PRIVÉ DANS LES TERRITOIRES

# 04



## 4-1 Qualifier pour massifier

Nous l'avons abordé précédemment, les émissions du carbone du bâtiment proviennent de légèrement moins des 2/3 du résidentiel et d'un peu plus d'1/3 du non-résidentiel. Il est nécessaire de s'intéresser aux consommations d'énergie des différents segments du bâtiment : 45% pour la maison individuelle, 35% pour le tertiaire, 20% pour le collectif (chiffres CEREN (ADEME) 2019). Il existe des bases de données consolidant les performances des bâtiments tertiaires (via OPERAT). Par ailleurs des audits sont progressivement rendus obligatoires pour les copropriétés à horizon 2026, pour les passoires thermiques, biens individuels mis sur le marché (DPE pour les autres), ce qui pourrait permettre de constituer des bases de données qualifiées.

Il faudrait disposer de ces données pour définir des stratégies efficaces par territoires afin de tenir compte des spécificités climatiques des régions. Les dynamiques de rénovation sont par ailleurs différentes suivant les segments (l'approche tertiaire par exemple est très différente de celle des logements, l'âge de construction des bâtiments est aussi clé pour déterminer les actions à mener...). Il faut en effet traiter d'abord les segments les plus consommateurs et les plus « faciles » à rénover dans chaque territoire.

## 4-2 Développer des bouquets de travaux « types » adaptés à chaque segment

La meilleure connaissance des bâtiments et le savoir-faire accumulé par les bureaux d'études, les autres professionnels de la conception de travaux de rénovation performante (niveau A ou B) et les entreprises réalisant les travaux, devrait être mise à profit pour élaborer des approches « standard » de rénovation.

Cette approche devra être adaptée aux particularités des bâtiments à rénover. Les standards devront certes être modulés au cas par cas en fonction des chantiers, mais constitueront une base permettant d'estimer les coûts de travaux et la rentabilité des opérations de rénovation. Il sera utile de s'inspirer notamment des travaux de l'Observatoire de la rénovation des universités en cours d'élaboration.

À terme, il s'agit de développer de véritables « **solutions de rénovation globale** » par typologie de bâtiment.

Ces solutions industrialisées existantes et/ou à développer, doivent permettre de répondre à l'ampleur du marché qui s'ouvre en lien avec la planification environnementale. Les entreprises qui déploieront ces solutions évolutives doivent en parallèle se structurer avec ce marché nécessairement en croissance.

Il faudra également changer de paradigme dans une logique de ressources financières limitées : les critères de soutenabilité et de durabilité déterminent les objectifs techniques de conception de rénovation, dans un objectif de limitation des dettes environnementales et financières qui seraient à porter à long terme en l'absence d'une action rapide.

Il sera donc impératif de massifier le déploiement des solutions de rénovation globale pour financer les innovations nécessaires permettant d'atteindre les objectifs grâce notamment à la baisse des coûts induite.

### 4-3 Créer un effet de levier public/privé pour faire émerger une filière

Conformément aux recommandations du Plan Bâtiment Durable, il serait pertinent de développer la transversalité en accompagnant sur les territoires des intercommunalités un «bouquet» de rénovations, incluant la rénovation de bâtiments publics et privés, de bailleurs sociaux, de copropriétés, de maisons individuelles, en incluant un quota significatif de passoires thermiques.

Ces dynamiques territoriales public/privé, permettraient **de faire émerger des champions régionaux et donc progressivement une filière de la rénovation globale et performante.**

**Pour cela, il convient d'assurer un marché avec un niveau d'activité minimum aux acteurs locaux pour permettre de développer l'industrialisation et donner de l'attractivité au secteur.**

### 4-4 Créer des mailles de marché pour massifier

Nous venons de voir qu'il faut créer des «**mailles critiques territoriales de marché**», c'est-à-dire des espaces où les lots sont regroupés pour être rénovés avec efficacité et avec un minimum d'économies d'échelle: il s'agit de passer à une logique industrielle dans les processus de rénovation segment par segment.

Il est raisonnablement possible d'estimer ces mailles critiques à environ 10 M€ d'économies d'énergie quel que soit le segment (dans le logement, cela représente par exemple 5 000 lots à 50-100 m<sup>2</sup>), soit un niveau de travaux de l'ordre de 150 M€ à 200 M€ par maille territoriale.

Les collectivités territoriales auront un rôle majeur à jouer dans la définition de ces mailles: comment organiser les îlots, comment organiser la rénovation dans ces îlots? Comment trouver des intérêts communs? La taille territoriale de ces mailles critiques dépendra des segments et des historiques d'urbanisation dans les territoires. On peut imaginer par exemple des territoires ruraux beaucoup plus vastes que les territoires fortement urbanisés pour viser un nombre minimum de lots dans certains secteurs tertiaires. Les territoires ruraux et semi-urbanisés sont en revanche plus à même de regrouper un nombre important de maisons individuelles «passoires thermiques».

Dans chaque «maille critique territoriale de marché», il faut viser le développement d'acteurs professionnels de la rénovation globale. Ces nouveaux acteurs de la rénovation seront issus pour la plupart des acteurs existants mais auront choisi de développer une offre globale. Ils pourront ainsi bénéficier de la forte croissance de la demande de rénovation et se développer rapidement au niveau régional, puis au niveau national.

Face aux enjeux de la rénovation énergétique performante et de la décarbonation sur les prochaines décennies, il est stratégique pour la filière BTP de :

- Comprendre l'évolution des besoins (quantitatifs et qualitatifs), tant au niveau national qu'à celui des territoires avec leurs singularités (climat, usages, procédés constructifs, matériaux...);
- Prendre en compte les facteurs impactant l'ensemble du secteur de la construction et s'inscrire dans une approche globale, depuis la prise de commande, pour tous types de chantiers, jusqu'à la définition des besoins de formation.

Le CCCA-BTP, en partenariat, notamment avec les acteurs des branches du BTP, l'OPMQ, les CERC, et les organismes de formations formant aux métiers du BTP a lancé le programme Renoboost, programme pluriannuel qui s'articule autour de deux dimensions complémentaires :

- **COMPRENDRE** et modéliser les besoins en compétences
- **IDENTIFIER** et analyser en « temps réel » les leviers de la massification de la rénovation énergétique des logements avec une approche bas carbone centrée sur les usages, en termes d'emploi et compétences ;
- **AGIR** en attirant et accompagnant la montée en compétences
- **DÉVELOPPER** des dispositifs d'acclimatation et d'attractivité adaptés en fonction des spécificités territoriales

Les premiers résultats portent sur deux régions pilotes **Grand Est et Occitanie** :



### 3 scénarios de réponse

- Massifier la rénovation des classes D et E
- Massifier la rénovation des passoires thermiques
- Massifier la rénovation des classes C



### Approche préconisée

- Massifier l'organisation des chantiers plutôt que chaque geste (modèle économique et plus efficace)
- Sensibiliser/former les entreprises à l'approche « usage » pour renforcer l'approche conseil
- Régionaliser l'action en adaptant les compétences selon le bâti (lean) : pilotage volumétrique/compétences.



### Top 3 des besoins métiers en Grand Est

- Façadier-bardeur
- Chauffagiste
- Menuisier



### Top 3 des besoins métiers en Occitanie

- Chauffagiste
- Façadier-bardeur
- Plaquiste



### 5 scénarios de montée en compétences à fort effet de levier

- Former un grand nombre d'AMO-diagnostiqueurs-MOE
- Massifier la connaissance des notions de thermie et de matériaux (biosourcé, réemploi, etc.)
- Associer les contenus Silver Pass et rénovation (ergonomie, sécurité...)
- Accompagner les mobilités depuis la construction neuve (dont positionnement et modularisation)
- Développer les tiers lieux de découverte des gestes et techno (attractivité)

Une approche éprouvée qui va être répliquée sur l'ensemble des territoires et DROM en 2024.



## 4-5 Renforcer l'ingénierie au service des maîtres d'ouvrage et capitaliser au niveau national l'expérience acquise sur le terrain

La demande de rénovation globale et performante est aujourd'hui limitée par la complexité technique des projets et l'insuffisance de financement des restes à charge.

Ces deux limitations pourraient être levées par l'émergence **d'une filière de la rénovation globale et performante**, en mesure d'apporter aux maîtres d'ouvrage l'accompagnement dont ils ont besoin, y compris dans le meilleur usage du bien après travaux, et les financements provenant de différentes sources : subventions, prêts bonifiés, prêts classiques. Six régions ont ainsi développé des « Sociétés de Tiers Financement » (réunies dans le réseau SERAFIN) apportant ce type de service. Ces sociétés ont développé de vrais savoir-faire et sous-traitent une grande partie des audits techniques à des acteurs privés locaux compétents, mais leur impact est aujourd'hui limité par le manque de ressources et, relativement isolées, elles ne capitalisent pas au niveau national l'expérience acquise sur le terrain pour répondre aux enjeux de massification ci-dessus.

Sur le plan technique, la filière devra s'appuyer sur ses acteurs régionaux pour apporter un conseil de haut niveau aux différents maîtres d'ouvrage et pour différents types de bâtiments et développer au niveau national son corpus de connaissances pour mettre en place les conditions de la massification citées ci-dessus. (Ces points devront être discutés avec les acteurs suivants :

Régions de France, le CEREMA, les SDE, la FNCCR...). Pour accélérer ce mouvement, il serait par exemple pertinent de développer un outil qui pourrait être partagé par les gestionnaires de parcs.

Sur le plan financier, un frein central identifié est à ce jour le montant des mensualités des prêts et donc leur durée. Il serait nécessaire d'aligner la durée des financements sur le retour sur investissement avec des prêts de type immobilier qui auraient une durée de l'ordre de 20 à 25 ans. En complément, l'idée avancée par le rapport parlementaire du 4 octobre 2023 concernant la création d'une **Banque de la Rénovation**, qui pourrait intervenir en garantie des financements des banques de place, permettant un effet de levier conséquent et une massification des financements, mérite d'être regardée avec attention.

La filière, comprenant les acteurs nationaux et régionaux de la rénovation, devra accompagner les dossiers des maîtres d'ouvrage, évaluer leurs projets et leurs gains de consommation énergétique, les assister dans la recherche de subventions et financements par les acteurs bancaires. Elle pourrait aussi jouer un rôle d'intégrateur de plusieurs dossiers pour aller chercher des financements globaux (BEI...).

# KfW

La KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) est une banque publique d'investissement, détenue à 80 % par l'État fédéral et à 20 % par les Länder qui propose des solutions de financement à faible taux d'intérêt pour les rénovations énergétiques des ménages, entreprises et municipalités. Elle bénéficie d'une garantie à 100 % de l'État allemand et se refinance sur les marchés internationaux. La KfW dispose également de financements du Fonds climat-énergie allemand lui servant à la bonification des prêts préférentiels. La KfW ne prête pas directement aux emprunteurs mais passe par des banques privées partenaires qui sont en charge du contact direct avec les clients, bénéficiant d'une commission pour la distribution des prêts et se refinancent auprès de la KfW. L'octroi de ces subventions est conditionné à l'intervention d'experts à la fois en amont pour valider la conformité des travaux prévus et en aval pour valider la performance énergétique atteinte après travaux.

La KfW contrôle la qualité des rénovations énergétiques via les mesures suivantes :

- recours obligatoire à un expert en énergie,
- vérification de la cohérence des paramètres saisis lors de la demande en ligne de financement,
- contrôle aléatoire du calcul de thermique du bâtiment et des travaux réalisés sur site.

Comme indiqué précédemment, la généralisation de la rénovation globale et performante et l'émergence d'une filière est une innovation de rupture, certes non technologique, mais qui vise à faire en sorte que tous les acteurs travaillent de concert au service d'un programme d'innovation. L'enjeu de l'ingénierie est central pour la réussite des projets.

Les propositions décrites dans les chapitres précédents peuvent être regroupées en 3 chantiers d'innovations qui seront lancés et accompagnés par le CSF IPC: la garantie de performance, l'évolution des modes constructifs, la coordination des acteurs sur les territoires.







SEREINE

## LA MÉTHODE SEREINE

«SEREINE» est la méthode de mesure de la performance énergétique réelle à réception de travaux de rénovation ou de construction neuve. Elle propose une mesure du niveau d'isolation globale de l'enveloppe d'un bâtiment et une évaluation de la performance énergétique des systèmes qui y sont installés.

La méthode est pleinement opérationnelle sur les maisons individuelles depuis la fin de l'année 2021. Un protocole complémentaire regroupant un audit documentaire et des mesures locales (par fluxmètres et/ou caméra thermique) permettra à terme d'expliquer les éventuelles contre-performances constatées par la mesure de l'isolation globale de l'enveloppe.

L'équipe élabore en ce moment la méthode dédiée au logement collectif, qui rassemble la mesure du niveau d'isolation de l'enveloppe et le protocole complémentaire ainsi que l'évaluation de la performance des systèmes. Cette méthode est actuellement en phase de tests sur des immeubles mis à disposition par des bailleurs sociaux. Le ou les indicateurs qui seront proposés sont en cours de conception.

## 5-1. La garantie de performance

**5-1-1.** Le premier objectif à atteindre serait de garantir une performance intrinsèque et d'accompagner un usage vertueux du bâtiment par l'utilisateur final. La performance intrinsèque relève de la responsabilité de la filière et la performance d'usage relève de l'utilisateur/maître d'ouvrage. Ce chantier nécessite au préalable de définir précisément la performance intrinsèque réelle associée à un protocole de mesure et vérification sur la durée du cycle de vie.

**5-1-2.** La garantie de performance sera rendue possible par le commissionnement. Celui-ci est défini comme «l'ensemble des tâches pour mener à terme une installation afin qu'elle atteigne le niveau des performances contractuelles et créer les conditions pour les maintenir». Il s'agit d'adapter au bâtiment les méthodes de l'amélioration continue issue de l'industrie. Cela signifie la mise en place de méthodes de contrôle en cours de chantier, comme, par exemple, l'usage de photos ou de vidéos lors de la pose.

**5-1-3.** Associer les assureurs de manière à rechercher avec eux les voies et moyen de couvrir la performance : si celle-ci n'est pas atteinte, l'assureur intervient. Les interroger sur les freins à la garantie de performance intrinsèque réelle. Travailler sur le sujet des périmètres spatial et temporel de la garantie. Deux performances sont à garantir: la Garantie de Performance Énergétique Intrinsèque (GPEI), présentée ci-dessus, et la Garantie Réelle de Performance Énergétique (GRPE). Un programme de recherche est à initier avec les banquiers et les assureurs. Le projet devra être étendu au réemploi des matériaux et à l'utilisation de matière première recyclée qui génèrent des risques de natures nouvelles par rapport aux matériaux neufs. Il faudra trouver une méthode de gestion rationnelle de l'incertitude.

**5-1-4.** Dans le cadre du programme d'adaptation au changement climatique, il est impératif d'intégrer le confort d'été dans la recherche de performance.

**5-1-5.** La recherche de performance doit conduire à une maintenance peu chère.

**5-1-6.** Raisonner sur la performance d'un **parc** de bâtiments, pas du bâtiment isolé.

**5-1-7.** Définir des protocoles de mesure pour une performance dans la durée

---

## LA COMMISSIONNEMENT SELON L'AFNOR

Le commissionnement constitue un processus de management de la qualité, centré sur la vérification et la documentation afin que les installations soient choisies, conçues, installées, testées, utilisées et le personnel formé conformément aux objectifs exprimés. Les préoccupations, moyens et résultats de cette démarche se représentent comme suit :



### Préoccupations

**Assurer la performance du bâtiment du point de vue :**

- Énergétique,
- Environnemental,
- du confort (hygrothermique, acoustique...)



### Moyens

**Des supports dédiés, humains et méthodologiques :**

- un agent de commissionnement portant les analyses avec la vision complète du programme :
  - analyse des documents de conception et d'exécution,
  - des vérifications sur le chantier (contrôles de bonne exécution et mesures des performances réelles par échantillonnage),
- Supports documentaires :
  - DTU (documents techniques unifiés),
  - Normes volontaires détaillant la réalisation du processus (exemple : ISO 19455-1:2019, Planification des essais de performance fonctionnelle pour la mise en service des bâtiments ; NF EN 14336 : Installation et commissionnement des systèmes de chauffage...),
  - Protocole International de Mesure et Vérification de la Performance (IPMVP).



### Livrables

**Les outils traçant le processus commissionnement :**

- le plan de commissionnement ;
- la matrice des rôles et responsabilités ;
- le plan de documentation ;

Les résultats des analyses partagées au fur et à mesure des contrôles :

- le tableau d'analyse des documents de conception ;
- le tableau des vérifications en réalisation ;
- le recensement de fiches d'autocontrôle et de mise au point et la mise à disposition de fiches sur les systèmes régulation ;
- le plan de Mesure & Vérification avec analyse ;
- le registre des problèmes et des vérifications.

## L'intégration du processus pourra s'intéresser aux différentes phase du programme en fonction du marché avec des examens particuliers :

Conception	Exécution/Travaux	Exploitation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sensibilité du dimensionnement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conditions d'environnement réelles</li> <li>– Intégration des tolérances résultantes (retro-ingénierie)</li> </ul> </li> <li>• <b>Sensibilité de la qualité des matériaux:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Intégration de la durabilité de la performance et propagation des tolérances constructeurs</li> </ul> </li> <li>• <b>Sensibilité de la qualité des équipements et systèmes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– intégration de l'adaptation de la performance aux conditions de charge et propagation des tolérances équipementiers</li> <li>– organisation de l'occupation des espaces</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Respect dimensionnel:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Matériaux</li> <li>– Équipements</li> </ul> </li> <li>• <b>Qualité de mise en œuvre et pose:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Programme technique et système</li> </ul> </li> <li>• <b>Qualité réalisation étanchéités</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réseaux aérauliques, infiltrations, percements</li> </ul> </li> <li>• <b>Respect fonctionnalités des systèmes installées</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Régulations, monitoring, alarmes, incertitudes des chaînes d'information/comptage/contrôle commande</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sensibilité aux écarts d'usage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aspect liés aux équipements, utilités et conduite/exploitation</li> <li>– Aspect comportemental (exploitants et occupants) et occupation</li> </ul> </li> <li>• <b>Sensibilité à la performance intrinsèque des équipements en fonctionnement:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Incidence des taux de charges réels sur la performance, adaptation des analyses fonctionnelles aux besoins réels...</li> </ul> </li> </ul>

## 5-2. Les modes constructifs

**5-2-1.** Notion de taille critique : il est nécessaire de mutualiser pour créer le volume, que ce soit entre acteurs publics ou entre acteurs public/privés. Cela nécessite de territorialiser la stratégie de la rénovation globale et performante. Il convient de rappeler une règle de l'industrie « traditionnelle » : en doublant le volume, on peut baisser les coûts jusqu'à 20 %.

**5-2-2.** Généraliser l'usage du numérique sous tous ses aspects : plateformes d'échanges, scan, maquette numérique. Utiliser le numérique de bout en bout. Le numérique permettra notamment de généraliser l'usage de la construction hors site pour la rénovation.

Le numérique permettra de décloisonner et de travailler en intelligence collective. Il n'y a actuellement aucun changement de modèle économique-technique de la rénovation. Or, ce changement est impératif pour permettre la massification. Il est également nécessaire d'associer des experts en financement au développement de ce nouveau modèle. Le pilotage par le financement plutôt que par la technique permettra de faire émerger les conditions de la soutenabilité. Il convient d'aller chercher une meilleure efficacité à coût identique.

**5-2-3.** L'innovation doit également porter sur la généralisation du réemploi des matériaux, ce qui signifie la mise en place de la traçabilité des ressources disponibles à l'échelle d'un territoire. Nécessité de généraliser l'approche environnementale avec la systématisation des ACV, des bilans carbone, ce qui implique de préciser le rôle et la responsabilité de chacun des acteurs.

**5-2-4.** L'Innovation en termes de produits et de solutions pour améliorer la performance énergétique, et notamment le confort d'été, par les évolutions et ruptures technologiques permettant d'améliorer l'efficacité des solutions et donc d'obtenir des gains de performances plus importants pour un investissement similaire voire inférieur.

**5-2-5.** Autre chantier : celui du lien entre le bâtiment et le quartier : la décarbonation inclut également la place de la biodiversité, la lutte contre les îlots de chaleur, l'accès au bâtiment grâce à un mode de déplacement décarboné, incluant la connexion aux réseaux de transport.

**5-2-6.** Dans le cadre de la transition, le bâtiment présente un double avantage : il est capable de s'effacer et donc de laisser l'usage de l'électricité à l'industrie et aux transports, mais également

de produire de l'énergie renouvelable. Le programme d'innovation de la rénovation doit donc également porter sur des procédés contributeurs à l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments :

- l'Intégration des énergies renouvelables : photovoltaïque, solaire thermique biomasse, géothermie, flexibilité/effacement.
- la végétalisation favorable au développement de la biodiversité, de la gestion des eaux, de la réduction des îlots de chaleur urbains et du bien-être

**5-2-7.** Élever le niveau des acteurs du DPE. La qualité de la rénovation dépend beaucoup de la valeur du DPE et de la qualité des préconisations de l'étude thermique. Il est indispensable d'élever le niveau de compétence des acteurs du DPE dont les recommandations devront être orientées vers la rénovation globale performante, que ce soit en une ou en plusieurs étapes.

### UN EXEMPLE DE DIGITALISATION DE LA RÉNOVATION

L'entreprise *Myral*, fabricant de solutions d'habillage et d'isolation par l'extérieur des façades, a mis en place à destination de son réseau partenaire une prestation d'accompagnement digitalisée. Cette prestation permet l'industrialisation complète du processus depuis l'identification du projet, débutant par une modélisation du projet par relevé scan 3D/photos détaillées permettant la création d'un modèle 3D intégrant toutes les spécificités du bâtiment, un chiffrage précis associé à des visuels qualitatifs offrant la possibilité au client d'ajuster ses choix esthétiques, de produire les études d'exécutions à destination de l'entreprise qui mettra en œuvre la solution, jusqu'au lancement automatisé de la fabrication des éléments de façade.

---

## CONSTRUCTION HORS SITE

La construction Hors Site se développe de plus en plus et a de nombreux atouts très positifs. Les acteurs du hors site ont donc toute leur place dans la filière de la rénovation performante. En rappel, la différence entre Hors site et préfabrication est que le premier relève plutôt de l'initiative de la conception, du design, de la Maîtrise d'Œuvre, alors que la préfabrication relève plutôt de propositions des entreprises d'exécution.

Cela dit, prenons garde à décroiser et de ne pas trop classer à nouveau d'un côté ou de l'autre.

Pour la rénovation, le processus Hors Site a deux atouts majeurs :

- La rapidité de mise en œuvre est en bonne synergie avec la notion de « travail en site occupé ».
- Dans une Isolation par l'Extérieur, le poids du coût de la matière isolante est faible dans le coût global (environ 15%) et rend ainsi facile, des rénovations à très haute performance énergétique, avec des surcoûts à la marge.

## 5-3. La coordination des acteurs sur les territoires

**5-3-1.** La territorialisation permettra faire émerger des champions de la rénovation globale et performante. Elle doit donc être organisée. Le CSF IPC soutient le principe d'un programme d'expérimentation de la territorialisation dans des régions pilotes. Les collectivités sont à même de favoriser les synergies entre les différentes typologies de bâtiments.

**5-3-2.** Développer une nouvelle culture de l'investissement public : passer du « maire constructeur » au « maire rénovateur », qui aura une vision patrimoniale de son territoire. Plutôt que construire un nouveau lotissement, porter un programme de rénovation et de réemploi du patrimoine public et accompagner les acteurs privés pour rénover le leur. Ce qu'il faut retenir c'est que les enjeux climat vont forcément faire émerger dans la durée, une nouvelle culture de l'investissement public fondée sur une logique d'optimisation du patrimoine et non plus d'accumulation du patrimoine, comme c'est le cas encore aujourd'hui. C'est un véritable changement culturel qui s'imposent aux décideurs publics.

Les acteurs publics et privés ont besoin de se doter d'outils d'aide à la décision pour construire des trajectoires de transition économiquement viables. On sait très bien que les besoins pour atteindre les objectifs fixés excèdent très largement les capacités budgétaires. Pour lancer une véritable démarche de transition, il y a, encore sur un plan pédagogique, tout un itinéraire d'apprentissage à construire. Les exercices de modélisation dont on dispose à ce jour sur les universités, collectivités locales et secteur de la santé confirment qu'un changement de paradigme du modèle d'investissement est tout à fait envisageable dans le respect des règles de soutenabilité budgétaire.

**EXEMPLE DE RÉNOVATION EFFICACE :  
UNE ÉCOLE MATERNELLE DES ANNÉES 50  
RÉHABILITÉE EN MAISON FAMILIALE PASSIVE  
CERTIFIÉE.**

L'école maternelle du Placieux à Villers-lès-Nancy a été conçue en 1951 par Jean Prouvé, architecte, ingénieur et designer autodidacte et par son frère Henri, également architecte. Elle fut la première d'une longue série de bâtiments reproductibles et préfabriqués. L'école a été désaffectée en 2010. Le bâtiment a été acheté à la mairie de Nancy en 2014 par Rolf Matz. Il offre une superficie de 200 m<sup>2</sup> sans isolation, hormis 2 cm de laine de bois en toiture. L'école de plain-pied comprend des murs de refends en pierre (ainsi que le pignon nord-est) qui séparent les trois salles de classe de 50 m<sup>2</sup> chacune. Ces classes sont desservies par un long couloir à l'arrière du bâtiment (nord-est), éclairé naturellement par des petits châssis. Entre les murs de refends, sont posées des cloisons toutes démontables (pour permettre de retrouver les espaces d'origine). Le couloir a été conservé, les 3 salles de classe redessinées pour obtenir 4 chambres et deux salles de bain. La partie séjour occupe l'ancienne salle d'évolution de l'école. L'isolation thermique par l'intérieur était obligatoire du fait de la contrainte architecturale. Elle a

été réalisée avec 220 mm de polyuréthane et de la laine de bois.

Le sol en béton a été cassé, puis décaissé pour accueillir une isolation en polystyrène haute densité de 300 mm. Le sol fini est donc identique au sol d'origine, mais isolé par dessous.

La charpente métallique a été conservée, mais doublée par des caissons remplis de ouate de cellulose. Les 130 m de surfaces vitrées sont composés de triple vitrage; elles représentent un tiers du budget final!

La ventilation double flux, l'appoint de chauffage sur l'air, l'eau chaude sanitaire et le rafraîchissement sont fournis par une machine compacte.

Ce projet a été réalisé par Rolf Matz-architecte dplg et ingénieur thermicien pour sa famille.

<b>Consommation théorique d'énergie avant et après travaux</b>	<b>Avant travaux</b>	<b>Après travaux</b>
Surface de référence énergétique en m <sup>2</sup>	210	208,2
Besoin de chauffage en kWh/(m <sup>2</sup> /a) (calcul PHPP) (i)	220	8,57
Consommation en énergie primaire en kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> /a) (calcul PHPP)		62
Confort d'été: fréquence de surchauffe en % d'heures dans l'année supérieures à 25 °C (PHPP)	65%	0 %
<b>Consommation Usages</b>	<b>Avant travaux</b>	<b>Après travaux</b>
Consommation énergie primaire du 01/01/2023 au 18/09/2023	46 200 kWh	5 191 kWh



### 5-3-3. Généraliser le développement de plateformes numériques de partage d'informations/ collaboration entre les acteurs de la rénovation sur les chantiers de rénovation

Face à la complexification des projets de rénovation, de l'environnement réglementaire et économique, il est aujourd'hui ardu de trouver des solutions réalistes et soutenables afin d'assurer une massification dans les délais imposés par le plan de transition environnementale tant sur les aspects de décarbonation que sur l'adaptation au changement climatique.

L'intelligence artificielle est une partie de la réponse en apportant une vision holistique qui intègre à la fois les grands enjeux sociétaux et environnementaux pour mieux favoriser une accélération de la massification de la rénovation énergétique globale et performante.

Nous distinguons 3 niveaux d'applications principaux pour cette technologie, à savoir (i) l'orientation des politiques stratégiques territoriales, (ii) l'aide à la décision à l'échelle du chantier intégré à son environnement, (iii) intégration des usages tout au long de la vie du bâtiment, de sa conception à sa déconstruction.

Au niveau macro, l'IA doit être une aide à l'orientation des politiques et stratégies territoriales, à savoir identification à grosses mailles et planification des politiques d'aménagement des territoires. Le rapport de conjoncture «Tendance 2023» de la Poste et de la Banque des Territoires montre l'essor de l'utilisation de l'IA sur différents territoires comme la Nouvelle-Aquitaine et l'Île de France qui *«utilisent l'intelligence artificielle pour modéliser les consommations énergétiques et simuler l'impact de la rénovation énergétique des bâtiments publics et de l'habitat social»*.

Il est donc important que l'effort de déploiement soit encadré afin de mutualiser les connaissances et gains d'expérience sur les différents projets. À ce titre l'Institut du Numérique créé récemment à l'initiative du pôle de Compétitivité Build & Connect nous apparaît être un coordinateur naturel.

Par ailleurs et compte tenu des enjeux de souveraineté nationale sur le marché de la construction, il est primordial que les solutions d'IA et/ou stockage des données soit françaises ou à minima européennes.

Au niveau du chantier, l'IA est et sera un formidable levier d'accélération de la rénovation performante.

Pour mémoire près de 95% des entreprises du bâtiment ont un effectif de moins de 10 salariés et interviennent sur des chantiers de rénovation de plus en plus complexes. Avec une réglementation qui évolue rapidement vers plus de contraintes, ainsi que l'essor des nouveaux matériaux et de nouveaux procédés, les entreprises sont confrontées à une accélération des évolutions impliquant une vision en mode projet du chantier et un fonctionnement collaboratif, ce qui est culturellement contre-intuitif pour les entreprises de construction.

L'intelligence artificielle devra se positionner auprès du chef d'entreprise, artisan, comme un outil d'aide à la décision sur la base de données concrètes massives et multi-sources non assimilables sans cette technologie. À titre d'exemple, l'IA est en mesure de croiser des données relatives aux modalités optimisées de financement, de bouquets de gestes à réaliser, mais également de planification et de coordination des chantiers.

L'IA est en capacité par exemple de proposer un dimensionnement des équipements en fonction de la destination énergétique du bâtiment suite à une rénovation projetée. C'est le cadre notamment d'un projet porté par le CESI dont l'ambition est de *prédire la production d'énergie renouvelables, au travers de stratégies de décarbonation adaptées à la forme urbaine et aux différentes typologies de bâtiments*.

Niveau de l'usage : Prédicatif et optimisation d'usage (smart grids). L'intelligence artificielle (IA) jouera un rôle déterminant dans la massification de la rénovation énergétique en offrant une vision prédictive sur l'évolution des usages. Grâce à l'analyse avancée des données, les systèmes d'IA peuvent anticiper les tendances de consommation énergétique des bâtiments, permettant ainsi une planification plus efficace des projets de rénovation. Les algorithmes prédictifs peuvent prendre en compte divers facteurs tels que les habitudes des occupants, les conditions météorologiques, et les avancées technologiques. En utilisant des modèles d'apprentissage automatique, l'IA peut identifier les opportunités d'optimisation énergétique et recommander des solutions sur mesure, allant de l'amélioration de l'isolation à l'installation de technologies écoénergétiques. En intégrant ces capacités prédictives dans les initiatives de rénovation, les acteurs du secteur pourront maximiser l'efficacité énergétique, réduire les coûts et contribuer de manière significative à la transition vers des bâtiments durables et éco-responsables.

---

## LE RÔLE CENTRAL DE LA CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT

Les effets attendus de la performance énergétique et fonctionnelle des travaux de rénovation et de transition doivent se concrétiser dans la lecture des budgets, année après année, par une réduction des dépenses de fluides. Les marges de manœuvre additionnelles qui seront ainsi libérées sur l'exploitation (toutes chose étant égale par ailleurs) permettront de consolider progressivement, selon le rythme des séquences de travaux, la capacité d'autofinancement du maître d'ouvrage.

Les exercices de modélisation financière démontrent qu'un effort de réduction des dépenses énergétiques agit très favorablement sur l'équilibre budgétaire prévisionnel en générant chaque année un supplément de flux d'autofinancement des dépenses d'investissement. Le pilotage de la performance passe aussi par le suivi de nouveaux indicateurs de gestion. Le ratio « coût des fluides/ Capacité d'Autofinancement » peut servir utilement d'indicateur de référence pour mesurer dans la durée, la dépendance du budget aux coûts des énergies décarbonées.

Les conditions de soutenabilité financière seront d'autant plus fortes que l'évolution du coût de l'énergie sera maîtrisée<sup>1</sup>, décarbonée, que le développement de l'activité de l'occupant sera indépendant de la consommation énergétique.

Un modèle d'investissement fondé sur une trajectoire volontariste d'optimisation de la gestion du patrimoine qui exploite tous les leviers de la transition, crée une véritable rupture avec le modèle d'investissement fondé jusqu'ici sur l'accumulation du patrimoine. Dans le modèle actuel qui présente de nombreuses limites, l'effet systémique d'entraînement de l'investissement sur l'explo-

tation démontre que les coûts induits associés sont sources de tensions budgétaires (fluides exposés aux aléas du prix de l'énergie, maintenance considérée comme une variable d'ajustement de l'équilibre budgétaire, etc.) et constitutifs d'une dette technique rigide qui présente un réel risque de solvabilité du budget, constatées lors de la crise énergétique de 2022.

L'autoconsommation et les solutions technologiques à faibles coûts d'exploitation seront privilégiées concomitamment à une réduction ambitieuse des consommations énergétiques par une rénovation globale et performante (Facteur 4) sur l'ensemble du parc pour une transition complète du système énergétique.

Pour construire une trajectoire d'investissement compatible avec un niveau d'autofinancement qui garantit dans la durée une capacité de renouvellement du parc rénové, le cycle de vie des solutions retenues doit être en adéquation avec le cycle économique pour être soutenable et durable en adéquation avec les limites planétaires

En complément de la substitution des charges de fonctionnement évités, s'ajoutent tout ou partie de la CAF orientée vers l'investissement immobilier pour soutenir dès la fin des travaux le remboursement de la redevance d'investissement de transition.

Ce nouvel environnement énergétique entraîne désormais les acteurs publics et privés dans une véritable mission d'optimisation et de rationalisation de la gestion des équipements. Les résultats des exercices de modélisation financière réalisés sur de nombreuses entités publiques et privées



convergent vers un mode opératoire qui doit concilier plusieurs objectifs :

- Fixer des objectifs de performance énergétique ambitieux afin de rechercher immédiatement la meilleure efficacité des ressources mobilisées (accélérer le décret tertiaire, réduction de surface, autoconsommation, ...)
- Formaliser une programmation pluriannuelle d'investissement de transition pour avoir une action la plus étendue possible sur l'ensemble du patrimoine. Les économies d'énergie consolident de manière structurelle la capacité d'épargne et améliorent in fine la capacité d'investissement.
- Enchaîner les séquences de travaux sur des durées courtes (cycles de 3 ans) pour bénéficier des retours de charges... (éviter des ruptures dans les séquences de travaux. La rapidité d'exécution des travaux sur le périmètre retenu pour obtenir ces objectifs doit être en adéquation avec l'évolution des coûts de l'énergie : 3 à 4 ans de durée de travaux par cycle de 15% du parc d'une rénovation performante (F4) pour un taux d'évolution des coûts de l'énergie de 3%, pour accélérer les attendus du décret tertiaire.
- Contrôler la performance des résultats (passer d'un pilotage des moyens à un pilotage de la performance) associant une maîtrise d'usage.

(1) L'attente d'un coût de l'énergie important pour justifier les travaux conduit à l'inaction, car une augmentation du coût de l'énergie telle constatée en 2022/23 a pour effet de diminuer la CAF à un tel niveau que les investissements nécessaires ne sont plus soutenables sans recours à de nouvelles recettes (subventions, impôts, etc.)

---

## LE PEPR (PROGRAMMES ET ÉQUIPEMENTS PRIORITAIRES DE RECHERCHE) VILLE DURABLE ET BÂTIMENTS INNOVANTS

Piloté par le CNRS et l'Université Gustave Eiffel (UGE), le PEPR VDBI a pour vocation d'accélérer le mouvement en contribuant à la constitution d'une communauté capable de prendre en charge scientifiquement et techniquement les problèmes de mise en œuvre de la ville durable et des bâtiments innovants. Il s'agit de construire une recherche sur la trajectoire de l'urbanisation et ses modalités et capable d'orienter celle-ci. L'urgence appelle à la mobilisation de toutes les parties prenantes : praticiens et industriels, autorités locales, citoyens, chercheurs. Pour ce faire, deux stratégies croisées ont été définies : développer une recherche tirée par l'aval conditionnée par la capacité à mobiliser l'ensemble des champs de la connaissance scientifique et technique (disciplines, pratiques).

Les résultats des travaux doivent s'hybrider pour et par la formation dans le cadre des travaux de rénovation constituant des chantiers écoles avec l'ensemble des parties prenantes mobilisé au sein des Campus des Métiers et Qualification.

<https://pepr-vdbi.fr/>

**5-3-4.** Renouveler l'approche économique pour les acteurs publics : le choc sans précédent des dépenses énergétiques a eu pour conséquence d'amplifier le niveau de rigidité des budgets d'exploitation des acteurs publics, quels qu'ils soient. Les tests de sensibilité (toutes choses étant égales par ailleurs) démontrent qu'une augmentation des dépenses d'énergie de 5% en rythme moyen annuel se traduit mécaniquement par une chute brutale de la capacité d'autofinancement (CAF) de plus de 20% à horizon 2030. Dans un contexte de ressources plus contraint, les conséquences budgétaires sur les services apportés aux usagers ne sont donc pas négligeables. Par conséquent, une question se pose : comment préserver la capacité d'autofinancement malgré le coût de l'énergie ? L'objectif par la rénovation est de désensibiliser le budget au coût de l'énergie, via la baisse effective des consommations. Cette perspective implique une certaine ambition en recherchant d'emblée le facteur 4, c'est-à-dire en divisant par 4 les consommations grâce aux investissements de transition. Il y a urgence à agir pour re-maîtriser les dépenses énergétiques

**5-3-5.** Les régions sont garantes de la trajectoire. Elles conçoivent et pilotent les SRADDET et animent les SARE. Elles portent des dispositifs de soutien Collectivités locales et ont en charge l'accompagnement des filières économiques. Pour toutes ces raisons, il convient clarifier et de renforcer leur rôle dans le pilotage de la stratégie de massification de la rénovation globale et performante des bâtiments

**5-3-6.** Les Campus des Métiers Qualifications (CMQ) soutenus par l'État et les régions et impliquant la filière ont un rôle central à jouer pour la diffusion des bonnes pratiques et la montée en compétence des acteurs

# EXPÉRIMENTATION DE LA RÉNOVATION HORS SITE

**Val-de-Marne: 3F expérimente la rénovation hors site à Thiais.**

Un seul opérateur en nacelle peut fixer les panneaux préfabriqués en ossature bois sur la façade de la résidence Einbeck à Thiais (Val-de-Marne).

Des délais de chantier raccourcis, pas d'échafaudage, peu de nuisances, nul besoin de déplacer les locataires, un impact carbone limité et des matériaux plus sains «Le recours au hors-site doit toujours rester au service du projet architectural», insiste Mirco Tardio, cofondateur de l'agence *Djuric-Tardio Architectes* qui intervient sur cette opération, épaulé par le bureau d'études Biotope.



# COMITÉ DE RÉDACTION

---

## CO-PRÉSIDENTS DU COMITÉ

**Jonathan Chemouil**

Groupe Demathieu-Bard

**Laurent Fehr**

Groupe Fehr

---

## COORDINATION

**Jean-Luc Sadorge**

CSF IPC/Pôle Build & Connect

**Guillaume Sever**

Bpifrance

---

## MEMBRES

**Jean-Christophe Barbant**

CSF IPC/AIMCC

**Patrice Barbel**

France Universités

**Renaud Bonnel**

GAIBATI

**Bruno Georges**

OTEIS

**Philippe Lamy**

AFNOR

**Aurélie Lecureuil**

DGE, Ministère de l'Industrie

**Louis-François Leglass**

Université de Rennes

**Franck Le Nuellec**

CCCA-BTP

**Emmanuel Normant**

Saint-Gobain

**Dominique Pelissier**

Techniwood

**Guillaume Perrin**

FNCCR

**Nicolas Turcat**

Caisse des Dépôts

**Gil Vauquelin**

Caisse des Dépôts

---

## LE COMITÉ DE RÉDACTION REMERCIE POUR LEURS CONTRIBUTIONS

**Marie-Pierre Arnaud-Guiraudet**

DGALN/DHUP Ministère de la Transition Écologique

**Simon Huffeteau**

DGALN/MCIPREB Ministère de la Transition Écologique