

# Accélérer la rénovation en Europe grâce à l'intelligence artificielle

Par Quentin PANISSOD et Pedro GOMES LOPES  
Groupe Vinci

Le projet RenovAlte est une initiative franco-allemande visant à accélérer la rénovation des bâtiments et des routes et à en améliorer la performance environnementale et économique grâce à l'intelligence artificielle. Ce projet part d'une situation à première vue paradoxale réunissant, d'une part, l'urgence climatique et, d'autre part, la nécessité d'investissements massifs dans le développement de technologies d'intelligence artificielle voraces en ressources<sup>(1)</sup>. De plus, ces technologies ne figurent pas parmi les besoins clés pour l'accélération de la rénovation énergétique. C'est pourtant un levier qui peut changer la donne et a réussi à réunir un consortium éclectique autour de l'innovation pour la rénovation : la plateforme d'innovation Leonard et plusieurs autres entités du groupe Vinci, le groupe Action Logement, le laboratoire de recherche OFFIS, le centre d'innovation VIA IMC et la plateforme d'intelligence artificielle souveraine française, ALEIA. Ensemble, nous allons engager pour 8 millions d'euros de travaux de recherche et développement pour partir à la conquête de gains en performance environnementale et économique à travers la rénovation des logements et des routes.

Dans cet article, nous décrivons les enjeux de cette démarche, les différentes applications d'intelligence artificielle existant en matière de rénovation et le contenu du projet RenovAlte, dont les premiers travaux qui ont débuté en mars 2022 se poursuivront jusqu'à mars 2025. C'est aussi un appel à contributions et à une mutualisation des efforts entre tous les acteurs européens du secteur dans le but de partager nos pratiques et créer un leader mondial sur ce champ d'application.

## L'intelligence artificielle au service de la rénovation : un levier parmi d'autres, mais des enjeux uniques

L'intelligence artificielle est loin d'être le premier enjeu qui vient à l'esprit des acteurs de la rénovation en matière d'innovation. Pourtant, ces technologies ont le potentiel de changer la donne.

### Une solution et des moyens pour démocratiser les études nécessaires à la performance environnementale

Tout d'abord, les technologies d'IA apportent de nouveaux outils techniques pour réaliser les plans de financement et les études de projets de rénovation. Elles permettent, d'une part, d'intégrer des logiques empiriques et une exploitation de données relatives aux patrimoines ou à des projets passés, et viennent en complément des règles et modèles théoriques établis par la recherche. D'autre part, dans la continuité des logiques d'optimisation sous contrainte, elles fournissent des outils supplémentaires pour explorer des solutions répondant à des objectifs multicritères, notamment au regard de toutes les déclinaisons

de l'apprentissage par renforcement (voir l'exemple de l'outil d'apprentissage adversaire et résilient développé par le laboratoire allemand OFFIS que nous appliquons à la rénovation urbaine)<sup>(2)</sup>.

Ces technologies ont donc un réel potentiel en matière de développement des outils venant en soutien des décideurs et des bureaux d'études par exemple, lesquels seront de plus en plus confrontés à des objectifs à la fois économiques et environnementaux. Ce potentiel commence à être exploré par plusieurs acteurs prospectivistes, mais aussi par des académiques, des *start-ups* et des grands groupes (nous en donnons quelques exemples dans un article relatant différentes initiatives soutenues par Leonard ces trois dernières années)<sup>(3)</sup>.

De plus, l'intelligence artificielle est une tendance lourde en termes d'innovation et présente de nombreuses opportunités que nous saisissons au profit du secteur de la rénovation. En effet, l'intelligence artificielle est aussi un levier important en raison de son poids stratégique pour l'écosystème des

<sup>(1)</sup> VAN WYNSBERGHE A. (2021), "Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI", *AI and ethics* 1, pp. 213-218, <https://link.springer.com/article/10.1007/s43681-021-00043-6>

<sup>(2)</sup> OFFIS (2022), "Adversarial Resilience Learning", <https://www.offis.de/en/research/applied-artificial-intelligence/adversarial-resilience-learning-e.html>

<sup>(3)</sup> PANISSOD Q. (2021), « L'intelligence artificielle saurait-elle entièrement automatiser la conception du bâtiment ? », *Leonard*, <https://leonard.vinci.com/lintelligence-artificielle-saurait-elle-entierement-automatiser-la-conception-du-batiment/>

*start-ups*, pour les grands groupes, mais aussi pour les États. De nombreuses opportunités en matière de projets collaboratifs, de financement et autres incitations voient ainsi le jour et permettent, par exemple, aux acteurs de la rénovation de dégager du temps et des ressources pour définir des projets collectifs, intégrer les nouveaux outils évoqués *supra* et être soulagés de la pression du résultat économique à court terme. Ainsi, le projet RenovAlte est né dans le cadre d'un appel à projets franco-allemand portant sur l'IA et s'inscrivant dans le cadre de la prévention des risques, de la gestion des crises et de la résilience<sup>(4)</sup>.

### Prendre le *leadership* : mobiliser l'intelligence artificielle pour relever les défis de notre société

Le second volet du projet précité fait de l'intelligence artificielle un levier stratégique à activer pour la rénovation, particulièrement en Europe. Contrairement à la rénovation qui doit s'adapter aux usages et aux cultures locales et positionne l'Union européenne en support des démarches nationales, l'intelligence artificielle est un sujet qui requiert des collaborations européennes. En effet, il s'agit de saisir l'opportunité de créer des leaders mondiaux sur les applications d'intelligence artificielle à impact environnemental, et ce d'autant plus que les batailles économiques du *cloud* et de l'intelligence artificielle fondamentale ont largement été remportées par les États-Unis et la Chine. De plus, ces applications ouvrent de nombreux champs de recherche et développement et répondent à des besoins de mutualisation des données qui prennent tout leur sens à grande échelle.

Par ailleurs, dans une étude rapide des chiffres issus des rapports sur les investissements faits dans des applications d'intelligence artificielle, qu'elle réalise chaque année, l'Université de Stanford<sup>(5)</sup> met en évidence le fait que l'intelligence artificielle est principalement mise au service de trois domaines : la finance, le *marketing* ciblé et la surveillance. Se situant un peu derrière en termes de volume, la crise de la Covid-19 a néanmoins suscité des investissements conséquents dans le secteur de la santé. Ces chiffres confirment que les talents et les ressources investis dans l'intelligence artificielle sont davantage utilisés pour exploiter les données personnelles des utilisateurs d'Internet que pour travailler sur les données économiques, sociales et environnementales des urgences auxquelles est confrontée notre société. Cet enjeu commence à être identifié par l'ensemble de l'écosystème économique, lequel contribue à développer les applications d'IA en réponse à l'urgence climatique<sup>(6)</sup> ; c'est le cas de la rénovation.

<sup>(4)</sup> Direction générale des Entreprises, « Appel à projets franco-allemand en matière d'intelligence artificielle », février 2021, <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/aap/appel-projets-franco-allemand-matiere-d-intelligence-artificielle>

<sup>(5)</sup> "Stanford's AI index", Stanford University – HAI (2021), <https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2021>

<sup>(6)</sup> VINUESA R., AZIZPOUR H., LEITE I. *et al.* (2020), "The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals", *Nat. Commun.* 11, 233, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>

## Les différentes applications d'intelligence artificielle existant en matière de rénovation

L'intelligence artificielle est un domaine scientifique qui recouvre différentes spécialités et repose sur de multiples technologies. En ce qui concerne RenovAlte, notre définition du périmètre de l'intelligence artificielle est précise. Il ne s'agit pas de définir l'intelligence artificielle comme la perception humaine de résultats qui, produits par des machines, peuvent paraître intelligents (voir le test de Turing, à l'origine de nombreuses définitions de la « machine intelligente »)<sup>(7)</sup>. Nous avons donné un périmètre plus précis à l'intelligence artificielle dans le cadre de ce projet : nous cibons principalement les algorithmes basés sur l'apprentissage machine, qui ont été à l'origine de l'essentiel des développements de l'intelligence artificielle au cours de ces dernières années.

Ces algorithmes permettent le développement de logiciels effectuant des tâches s'exécutant automatiquement sur différents types de données, comme simuler des systèmes virtuels et optimiser des réponses (données tabulaires), prédire des phénomènes (historiques de données), analyser des images (photos) ou encore extraire des informations de documents (texte).

Ces applications peuvent apporter de la valeur au projet de rénovation sur certaines de ses étapes, en matière de financement, d'inspection, de diagnostic et de conception. Pensé dans son ensemble, le développement de ces applications se fait alors en parallèle de l'harmonisation des standards métiers et des données pour créer une série de logiciels interopérables. Nous nous proposons de détailler ci-après quelques cas d'usage issus des travaux considérés.

### Trouver les meilleurs scénarii de rénovation urbaine

À ce jour, les financeurs de projets de rénovation urbaine et les gestionnaires de patrimoine travaillent avec des bureaux d'études pour explorer et valider chaque projet. Cela permet de s'intéresser à des projets complexes comme ceux financés par le programme national de rénovation urbaine<sup>(8)</sup>, qui, au-delà du démolir-construire ou de la réhabilitation des logements, comprend le développement des équipements publics et la question de l'accessibilité des quartiers. De même, les gestionnaires de patrimoine comme les filiales immobilières du groupe Action Logement établissent des plans stratégiques de patrimoine afin de rénover leur parc de logements pour accroître l'efficacité économique et énergétique, ainsi que le confort des habitants.

Ces projets sont d'une très grande complexité et doivent s'adapter à la culture locale : les technologies d'intelligence artificielle ne remplaceront donc jamais

<sup>(7)</sup> Test de Turing, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Test\\_de\\_Turing](https://fr.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing)

<sup>(8)</sup> ANRU, « Programme national de rénovation urbaine », <https://www.anru.fr/le-programme-national-de-renovation-urbaine-pnru>

l'expertise développée dans le cadre du processus actuel. En revanche, le projet RenovAlte développe une solution d'aide à la décision qui explore et améliore progressivement les plans de rénovation urbaine en y appliquant la technologie d'Adversarial Resilience Learning, qui est développée par le laboratoire OFFIS et est déjà expérimentée dans le secteur de l'énergie<sup>(9)</sup>. Un modèle d'intelligence artificielle s'appuyant sur les données physiques décrivant le patrimoine à l'échelle du quartier, est entraîné à explorer des solutions pour trouver les *optima* d'élaboration des plans de rénovation urbaine. En parallèle à ce modèle, un autre modèle d'intelligence artificielle est entraîné à générer des perturbations affectant les plans de rénovation urbaine : risques climatiques, retards ou pénuries de ressources, crises sanitaires, etc.

Ces travaux permettront d'aider les financeurs et les gestionnaires à étudier différents scénarii de rénovation urbaine avant de les exposer aux bureaux d'études et de prendre la décision finale.

### Aide à l'inspection : analyser les données issues des scans des bâtiments

Établir un diagnostic technique précis de la performance énergétique d'un bâtiment requiert de disposer préalablement d'un certain nombre de données sur son état, ses équipements et les usages des habitants. Cette étape peut s'appuyer sur la mobili-

sation de données éventuellement déjà structurées au niveau du gestionnaire de logements sociaux, en disposant, par exemple, d'une maquette numérique à jour. Néanmoins, une phase d'inspection reste indispensable pour collecter l'ensemble des données nécessaires au diagnostic.

Cette inspection étant visuelle, le bâtiment peut être photographié ou scanné pour être examiné à distance et réduire ainsi le nombre de déplacements ou échanges nécessaires. Plusieurs méthodes et sources de données existent et on peut exploiter aujourd'hui des *scans* 3D ou des photos (parfois couplées à de la photogrammétrie) acquis au moyen de *smartphones*, de drones ou de satellites. Cependant, cela nécessite toujours un visionnage et un traitement manuel des données. L'intelligence artificielle en tant que telle permet d'entraîner des algorithmes à détecter des éléments sur des images ou des nuages de points 3D (détection d'élément, de forme, segmentation) ; les modèles utilisés peuvent être à leur tour entraînés pour compter, détecter et mesurer les équipements visibles depuis l'extérieur (équipements installés en façade ou sur les toits) ou présents à l'intérieur de l'habitation.

Au sein de RenovAlte, nous étudions ce sujet dans son ensemble dans le but de compléter les données essentielles au diagnostic de performance. À plus long terme et en parallèle de l'arrivée des capteurs LIDAR intégrés aux *smartphones*, un champ entier de recherche et développement s'ouvre pour permettre l'acquisition ou la mise à jour, qui soient les plus simples et les plus rapides possible, d'une maquette numérique, le « Scan2BIM » automatisé (voir la Figure 1 ci-dessous).

<sup>(9)</sup> MSP VEITH E. *et al.* (2020), "Analyzing Power Grid, ICT, and Market Without Domain Knowledge Using Distributed Artificial Intelligence", *DACH Energy Informatics*, <https://arxiv.org/abs/2006.06074>

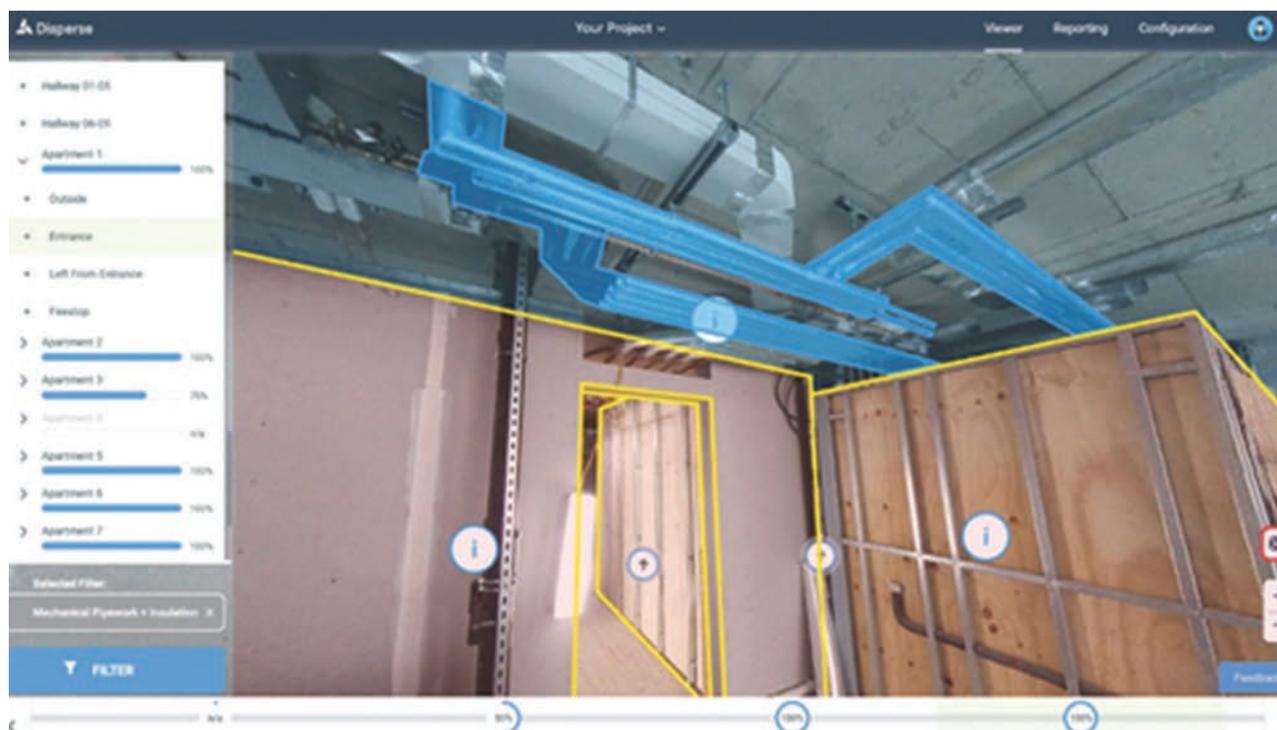


Figure 1 : La *start-up* britannique Disperse<sup>(10)</sup> montre ici un bon exemple de l'utilisation de ces technologies pour assurer le suivi de projets dans la construction neuve.

<sup>(10)</sup> "Disperse: reliable construction data drives optimal project delivery", <https://www.disperse.io>

## Établir un diagnostic de performance environnementale

En matière de rénovation, un diagnostic de performance énergétique permet de planifier les travaux les plus efficaces à réaliser. Des calculs et simulations permettent d'établir la performance énergétique d'un bâtiment et de formuler des recommandations : isolation extérieure et intérieure, source d'énergie, ventilation et chauffage, etc. Avec l'aide des différents partenaires du projet RenovAlte, nous voulons intégrer à ce diagnostic de performance les coûts en matières premières et les risques climatiques pour faire un diagnostic de performance environnementale élargi.

Les algorithmes d'intelligence artificielle apportent différentes solutions : d'une part, entraînés sur des cas similaires, ils permettent d'estimer la performance d'un bâtiment et, d'autre part, dans une logique similaire à l'optimisation sous contrainte, en simulant un système, ils formulent des recommandations optimales pour atteindre une meilleure performance environnementale.

Ces technologies permettront d'accélérer cette phase, mais aussi d'augmenter le nombre de paramètres pris en compte et donc d'élargir la dimension énergétique à la dimension environnementale dans son ensemble.

## Conclusion

Ces cas d'usage de l'intelligence artificielle en matière de rénovation vont se développer sur la période 2022 à 2025 dans le cadre du projet RenovAlte et seront appliqués aux travaux de rénovation réalisés par le consortium porteur du projet. Ce projet a également vocation à s'étendre au-delà de la France et de l'Allemagne, et même au-delà de la seule rénovation des logements et des routes, qui sont les deux types d'infrastructures actuellement traités dans le cadre de RenovAlte.

Personne ne s'attend à ce que l'Europe, et encore moins le monde du bâti, fasse émerger un projet majeur d'intelligence artificielle – un domaine maîtrisé par les acteurs du monde du numérique – pour développer les rénovations performantes. Et pourtant, qui d'autre aurait été mieux placé pour mettre ces technologies au service de la transition écologique ? Tout acteur du secteur souhaitant participer à cette démarche est le bienvenu et plusieurs modalités de participation sont possibles : alors, rejoignez-nous !