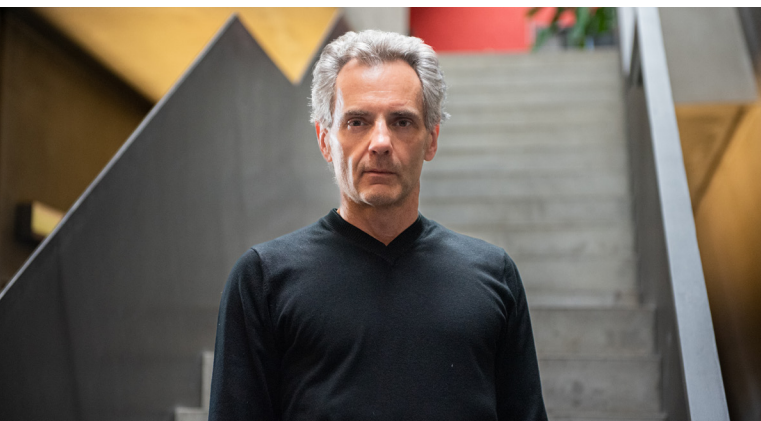


MATÉRIAUX ET TECHNOLOGIES INNOVANTES DANS LA CONSTRUCTION : QUELLES PRIORITÉS POUR UN PROGRÈS UTILE ?

Le secteur de la construction est soumis à un cadre réglementaire et normatif dense. Ceci est justifié du fait de l'ordre de grandeur des flux de matières et d'énergie qu'il génère, de son impact à long terme sur la géographie de nos territoires, l'environnement, le climat et notre qualité de vie, sur les aspects sociaux et économiques de nos sociétés. Les infrastructures, équipements, aménagements, immeubles ou encore sites de production sont d'immenses patrimoines communs et privés.



Christian Rech

De ce fait, les innovations dans la construction ne se diffusent pas avec la même célérité suivant qu'elles concernent la production industrielle, la conception, la mise en œuvre ou l'exploitation. Nous expérimentons néanmoins une accélération certaine dans ce contexte : nouveaux matériaux et systèmes constructifs, équipements HVAC innovants, outils numériques de conception, automatisation de la production, capteurs, systèmes de pilotage énergétique et, bien sûr, l'intelligence artificielle. Ces évolutions offrent des possibilités réelles d'amélioration des performances techniques et environnementales des bâtiments. Mais elles posent aussi une question centrale : quelles technologies sont réellement utiles au regard des ressources consommées et des bénéfices obtenus sur la durée de vie des ouvrages ?

Un principe simple peut servir de référence : **faire mieux avec moins**. L'innovation et la technologie doivent permettre d'économiser davantage de ressources et d'énergie qu'elles n'en mobilisent pour être produites, mises en œuvre et exploitées. L'évaluation doit donc porter sur l'ensemble du cycle de vie et de coûts : production des matériaux,

construction, exploitation, maintenance et fin de vie avec une **monétisation des externalités** (donner un prix à des impacts sociaux et environnementaux qui ne sont pas inclus dans le coût de construction initial). L'intérêt d'une innovation dépend donc aussi de sa résilience, de sa capacité à assurer sa fonctionnalité à la juste échelle temporelle des ouvrages auxquels elle s'applique, de quelques dizaines d'années à plusieurs siècles dans un environnement changeant.

La recherche et le développement doivent en priorité viser des solutions permettant de réduire l'empreinte environnementale du secteur tout en maintenant un niveau de performance élevé. Cela concerne notamment les matériaux à faibles émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation de matières recyclées ou recyclables, ou encore les systèmes constructifs facilitant la maintenance et la transformation des bâtiments. L'objectif n'est pas d'introduire de nouveaux produits pour soutenir la consommation, mais **d'améliorer l'efficacité globale du secteur**.

Dans la production industrielle, les technologies numériques peuvent apporter des gains mesurables. Des systèmes experts peuvent par exemple assister les opérateurs pour maintenir des conditions de production optimales : consommation d'énergie, utilisation de matières premières, réglage des outils de production ou planification de la maintenance. Ces outils permettent de maximiser l'efficacité et d'améliorer la qualité. Bien intégrés et maîtrisés, ils contribuent à une utilisation plus rationnelle des ressources, y compris énergétiques.

Concernant les bâtiments, les choix de conception sont déterminants dans l'orientation de leur cycle de vie. Une approche efficace consiste à privilégier les **solutions passives** pour assurer le confort et limiter la consommation

d'énergie. L'orientation du bâtiment, la protection solaire, la ventilation naturelle, l'inertie thermique ou encore l'éclairage naturel peuvent réduire de manière importante les besoins en chauffage, en climatisation et en éclairage artificiel.

Cette approche permet de limiter le recours à des équipements techniques complexes. Un bâtiment reposant principalement sur des solutions passives est généralement plus simple à exploiter, moins sensible aux pannes et moins coûteux à entretenir. Il présente également moins de risques d'**obsolescence technologique**.

Les technologies innovantes peuvent néanmoins contribuer à améliorer certaines phases du processus de construction. Les méthodes de préfabrication, les outils numériques de planification, les processus avancés de gestion de chantier et de construction permettent de réduire les délais, d'améliorer la qualité de l'exécution et de limiter les déchets. Ces gains contribuent à la maîtrise des coûts et à la réduction des impacts environnementaux liés aux chantiers.

Lors de l'exploitation des bâtiments, les systèmes de monitoring permettent de suivre les consommations d'énergie et de détecter des dysfonctionnements. Ils peuvent aussi identifier des usages inadaptés et aider les gestionnaires à corriger certaines pratiques.

Les systèmes de régulation énergétique peuvent adapter le fonctionnement des installations aux conditions climatiques et à la disponibilité de l'énergie, notamment lorsqu'elle provient de sources renouvelables. De même, la régulation de l'environnement intérieur – température, humidité, qualité de l'air ou éclairage – peut être automatisée pour maintenir des conditions de confort stables.

Cependant, ces technologies présentent aussi des limites. Les systèmes complexes peuvent être difficiles à programmer, à comprendre et à maintenir. Ils deviennent obsolètes plus rapidement que les éléments constructifs du bâtiment. Dans certains cas, des solutions simples permettent d'obtenir des résultats comparables. Des commandes manuelles, des thermostats d'ambiance ou des dispositifs mécaniques de protection solaire restent généralement plus fiables, faciles à utiliser et simples à réparer.

La domotique illustre bien cette question. Elle peut améliorer le confort d'utilisation d'un bâtiment, mais elle peut aussi introduire une complexité inutile. Les scénarios programmés peuvent ne plus correspondre aux besoins des occupants ou les priver de leur **libre arbitre**. Les modifications peuvent nécessiter l'intervention de spécialistes. Sans évoquer l'obsolescence à laquelle elle est inexorablement vouée. Dans ces situations, la technologie ne

simplifie pas systématiquement l'usage du bâtiment et ne constitue pas un gain en termes d'efficacité.

La question de la maintenance doit également être prise en compte dès la conception. Les systèmes techniques devraient rester accessibles, compréhensibles et réparables sur le long terme. Une innovation pertinente est une innovation qui n'augmente pas les difficultés d'entretien ou de remplacement des équipements à terme.

Enfin, les choix de matériaux et de technologies doivent anticiper la fin de vie des bâtiments. Les éléments constructifs doivent pouvoir être démontés, réutilisés ou recyclés dans de bonnes conditions. Une pondération des impacts doit permettre de trouver un équilibre entre leurs résilience, durabilité et fonctionnalité d'une part, et les ressources consommées pour leur production et exploitation d'autre part. Cette approche est essentielle pour **limiter et rendre la consommation de ressources la plus efficace possible à long terme**.

L'innovation dans la construction doit donc être évaluée de manière pragmatique. Certaines technologies permettent réellement d'améliorer l'efficacité énergétique, la qualité de construction ou la gestion des bâtiments. D'autres apportent des bénéfices plus limités, voire s'avèrent sans réel intérêt, tout en augmentant la complexité des systèmes.

Dans ce contexte, le rôle des concepteurs et des ingénieurs reste central. Ils doivent être capables de choisir les technologies les plus pertinentes et éviter les solutions inefficaces par rapport aux besoins réels. Le développement du secteur dépendra de cette capacité à combiner innovation technique, sobriété dans l'utilisation des ressources et maintien des compétences humaines.

Car la question ne concerne pas uniquement la performance technique des bâtiments. Elle touche également à la capacité d'évolution de notre secteur. Confier certaines tâches à des systèmes experts peut améliorer l'efficacité, mais cela ne doit pas conduire à une perte progressive de savoir-faire. La maîtrise des technologies et la transmission des compétences sont des conditions essentielles pour assurer un développement durable du secteur de la construction.

De manière générale, et cela vaut pour tous les secteurs en passe d'être impactés par la prochaine grande révolution technologique qu'est l'intelligence artificielle : **la frontière est ténue entre une division intelligente du travail et une renonciation progressive à l'autonomie et la compétence intellectuelle lorsqu'on confie des tâches à l'IA.**

Texte complété à l'aide de l'IA, ébauché et finalisé par de la matière grise organique compostable.