

# LA SANTÉ, VICTIME OU MOTEUR D'INNOVATIONS DU BÂTIMENT ?

PAR DR. SUZANNE DÉOUX, MEDIECO,  
INGÉNIERIE DE SANTÉ DANS LE CADRE BÂTI ET URBAIN



® XPAIR ÉDITIONS – MAI 2017 -

Retrouvez toutes les chroniques en ligne ! [http://conseils.xpair.com/actualite\\_experts.htm](http://conseils.xpair.com/actualite_experts.htm)

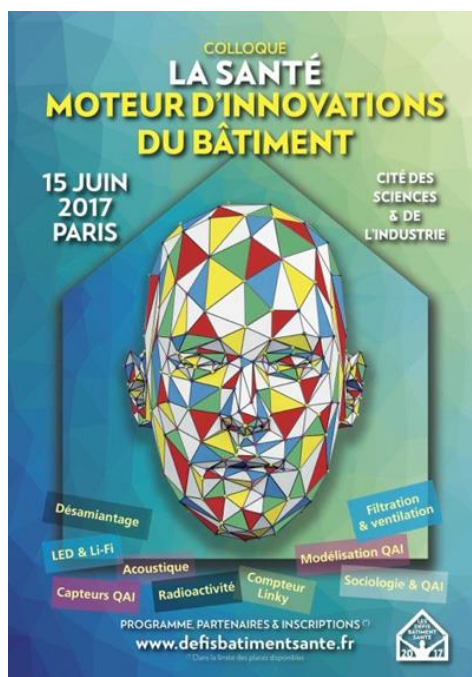
EN APPLICATION DE LA LOI DU 11 MARS 1957, IL EST INTERDIT DE REPRODUIRE INTÉGRALEMENT  
OU PARTIELLEMENT LE PRÉSENT OUVRAGE, SUR QUELQUE SUPPORT QUE CE SOIT, SANS  
L'AUTORISATION DE L'ÉDITEUR OU DU CENTRE FRANÇAIS D'EXPLOITATION DU DROIT DE COPIE,  
20, RUE DES GRANDS AUGUSTINS, 75006 PARIS.- © XPAIR ÉDITIONS, 2016

# LA SANTÉ, VICTIME OU MOTEUR D'INNOVATIONS DU BÂTIMENT ?

La prise en compte de la santé dans le bâtiment est souvent vue comme une contrainte et non comme une possibilité d'innover. Or, concevoir, construire, exploiter des bâtiments afin qu'ils soient biocompatibles impulse des améliorations techniques.

Une innovation pensée uniquement comme un progrès technologique, sans évaluation sanitaire préalable, peut avoir des effets pervers à long terme dont les conséquences humaines et financières risquent d'être colossales. Les effets positifs du principe de précaution sont rarement évoqués. Or, il stimule les évolutions techniques voire l'innovation, la recherche de produits ou d'équipements plus sûrs et engage l'économie du bâtiment dans une voie plus responsable et sociétale.

La santé ne peut être une option dont la prise en compte viendrait après les performances énergétiques et environnementales des bâtiments. Elle s'impose désormais comme un élément incontournable dans les nouveaux axes de recherche et de développement de l'industrie de la construction et dans les nouvelles approches de l'art de bâtir. C'est tellement vrai que les « Trophées Bâtiment Santé Innovations » organisés par l'Association Bâtiment Santé Plus ont connu un vif succès avec 41 candidatures retenues dans quatre catégories de thématiques importantes : « Démarches santé innovantes », « Mesures qualité de l'air innovantes », « Technologies innovantes d'amélioration de la qualité de l'air intérieur » et « Produits innovants ». Rendez-vous important que sera le colloque du 15 juin 2017 à Paris : [La santé, moteur d'innovation du bâtiment](#)



## 1 LE BÂTIMENT, UN MOTEUR DES PERFORMANCES HUMAINES

La maîtrise d'œuvre est de plus en plus consciente que le bâtiment ne se résume pas au seul objet architectural, mais qu'il façonne la vie de chacun de nous. La qualité de l'apport de lumière naturelle et des sources lumineuses artificielles, les performances acoustiques et thermiques, la qualité de l'air des bâtiments ne sont pas seulement des éléments de confort, mais des paramètres de santé et de bien-être.

La lumière ne sert pas qu'à voir. Naturelle, elle est un puissant synchroniseur des rythmes biologiques. Un environnement sonore optimisé est à la base d'une meilleure communication orale, d'une plus grande concentration, d'apprentissages moins fatigants, d'une diminution du stress et de ses conséquences sur le système neurovégétatif. Quand la température est adaptée aux activités qui se déroulent dans les espaces intérieurs, elle assure une économie d'énergie physiologique au corps humain pour stabiliser sa température corporelle centrale autour de 37 °C.

**Une prise de conscience récente : on respire dans les bâtiments !** Et l'air des espaces clos, souvent dégradé, est actuellement reconnu comme un déterminant significatif de la santé de la population et un réel enjeu de qualité de vie. La santé, on la respire ! 2 millions d'années de vie en bonne santé perdues chaque année dans les 26 pays européens, c'est le poids des maladies associées aux principaux polluants de l'air intérieur.

Si une bonne qualité de l'air évite de nombreuses maladies, elle a aussi des effets positifs démontrés. En effet, différents polluants de l'air comme les particules et diverses substances chimiques modifient l'efficacité du processus d'oxygénation dans le sang. L'air respiré agit ainsi sur la pensée et la concentration. Dans les salles de classe, accroître la quantité d'air neuf augmente de 14 % les performances en calcul (*Wargocki and Wyon 2007*). Le taux d'absentéisme pour cause de maladie des enfants et des professeurs est également diminué. Dans les immeubles de bureaux, on note un gain de 1,9 % de performances lorsque le débit d'air est deux fois plus important ou avec une réduction de 50 % des polluants de l'air. Rapportés à la masse salariale qui représente près de 90 % du coût de fonctionnement du bâtiment, ces pourcentages d'augmentation de la productivité ne sont pas négligeables.

## 2 LES RISQUES SANITAIRES, LEVIERS D'INNOVATION

Le constat de la détérioration progressive de l'air de nos espaces intérieurs et de ses impacts sanitaires, surtout respiratoires (allergies, asthme, bronchite chronique, accident vasculaire, cancer du poumon...) impose et accélère désormais l'innovation portant sur des matériaux, outils de mesure, méthodologies, etc... Citons quelques exemples.



La pollution atmosphérique est suffisamment médiatisée pour réfléchir à la qualité de l'air apporté aux bâtiments, surtout à proximité d'un trafic routier intense. Pour réduire le transfert de polluants de l'air extérieur vers les espaces intérieurs, différents systèmes performants de filtration sont proposés vis-à-vis des particules et composés chimiques. **De nouvelles normes sont mises en place pour intégrer la préoccupation sanitaire liée aux particules les plus fines, les plus dangereuses.** C'est ainsi que la norme ISO 16890, publiée en Décembre 2016, définit les procédures d'évaluation de l'efficacité des filtres sur les particules PM1, PM2,5 et PM10 (de diamètre inférieur à 1, 2,5, 10 micromètres). La classification G, M et F des filtres est maintenant abandonnée car moins adaptée à l'impact sanitaire des particules.

Le collage de pièces de bois, innovation du début du XXe siècle, a remplacé les assemblages mécaniques. En 1930, apparaissent les adhésifs à base d'urée-formol et de résorcine, toujours utilisés par l'industrie des produits dérivés du bois. Un nouveau polluant de l'air intérieur est ainsi apparu, le formaldéhyde, dont l'augmentation des concentrations dans l'air intérieur a été aggravée par un renouvellement d'air réduit après les chocs pétroliers des années 1970. La diminution de l'exposition à cette substance, à la fois irritante des muqueuses respiratoire, oculaire et cutanée, responsable d'eczéma et d'asthme et cancérigène certain en milieu professionnel, impose de nouveaux procédés de fabrication des produits : nouvelle formulation des colles avec substitution du formaldéhyde, ajout de piègeurs de formaldéhyde, utilisation de barrières ou d'écrans à la diffusion de ce composé « polluant star ». **L'innovation vient ainsi au secours des problèmes sanitaires qu'elle a contribué à créer.**

### 3 RENDRE VISIBLE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR, L'ENJEU DE SOLUTIONS INNOVANTES

Mesurer la qualité de l'air intérieur (QAI) pour pouvoir l'améliorer fait appel à diverses technologies dont la pertinence dépend des objectifs poursuivis.

À côté des prélèvements d'air passifs ou actifs sur des supports adsorbants, analysés ensuite en laboratoire, se développe actuellement une **grande diversité d'outils de mesure de la QAI** dont les ambitions sont très larges : analyse en continu de plusieurs paramètres, avec une grande précision et des limites de détection faibles pour certains appareils, connectivité des appareils et suivi à distance des résultats, facilité d'utilisation (outil portatif, silencieux, pédagogique, avec affichage immédiat des résultats sur écran), diagnostic des sources de pollution et vérification des effets de la mise en place de bonnes pratiques, envois d'alertes en cas de dépassement d'un seuil de pollution prédéfini.

Certains outils collectent en temps réel des données sur d'autres paramètres que la QAI : la lumière, le bruit, les vibrations. Ensuite, sur leur téléphone, les usagers peuvent décrire leur perception de l'environnement intérieur.

Parallèlement les **outils de modélisation se développent pour prédire les niveaux de pollution** dans des espaces clos en intégrant les émissions des sources internes, l'apport de polluants extérieurs et l'extraction des polluants intérieurs, les réactions chimiques se produisant sur les surfaces, les modifications apportées par les activités et les comportements des usagers.

## 4 L'INNOVATION AU SECOURS DE L'AIR INTÉRIEUR POLLUÉ

Diminuer la pollution de l'air intérieur exige deux actions conjointes : limiter au maximum les sources extérieures et intérieures de contaminants et assurer un renouvellement d'air adapté à l'usage du bâtiment et utilisant la complémentarité entre ventilation naturelle et mécanique.

Pour répondre à ces deux objectifs, **les systèmes de ventilation associent de nouvelles fonctions au renouvellement de l'air** que cela soit en résidentiel comme en tertiaire. La filtration de l'air extérieur déjà présente sur les installations tertiaires devient une solution dépolluante sur divers équipements résidentiels avec des alertes sur le niveau d'encrassement des filtres et une information continue sur la qualité de l'air par des voyants lumineux. Des VMC simple flux hygroréglables régulent automatiquement toutes les 15 minutes les débits d'extraction d'air grâce à une technique de réglage des débits qui n'est plus située au niveau des bouches d'extraction mais par des clapets de réglage électronique situées à l'unité centrale. Dans chaque clapet d'extraction, il est possible d'intégrer un détecteur d'humidité, de CO<sub>2</sub> ou de COV qui mesure 24 heures sur 24 l'air extrait et communique avec le processeur central pour adapter les débits d'extraction aux besoins et garantir une bonne qualité de l'air intérieur.

Dans le tertiaire, la mesure et le pilotage des unités de confort ne s'effectuent plus sur un critère uniquement thermique, mais également en fonction des besoins de QAI. Dans certains équipements, ce sont les concentrations en particules fines (PM<sub>2,5</sub>) qui lors d'un dépassement du seuil de concentration, déclenche un mode épuration grâce des filtres particulaires performants, ayant onze fois plus de surface filtrante qu'un filtre classique. D'autres systèmes fournissent, pièce par pièce, un débit variable en fonction du CO<sub>2</sub>, de l'hygrométrie et des polluants intérieurs grâce des sondes spécifiques. Cela permet d'ajuster le débit d'air neuf au besoin du local mais aussi de traiter de manière plus précise la qualité de l'air.

Face à la dégradation de l'air intérieur, son épuration apparaît comme un palliatif. Divers appareils sont proposés depuis des années, des matériaux dits « actifs » annoncent des performances validées en laboratoire, mais moins souvent in situ.

**Les épurateurs d'air** sont classés en fonction de leurs technologies. D'une part, le captage ou piégeage des polluants s'effectue par filtration mécanique grâce à différents médias particulaires ou moléculaires ou adsorption sur charbon actif, zéolites, matériau nanoporeux, ce dernier assurant un piégeage chimique irréversible et évitant le relargage. D'autre part, les techniques destructives utilisent les filtres électroniques utilisant l'ionisation de l'air, le rayonnement ultraviolet ou la photocatalyse.

Le fonctionnement de certains purificateurs d'air équipés de filtres HEPA et moléculaire est maintenant couplé à une station de mesure de la qualité de l'air intérieur qui permet d'ajuster le débit d'air et la durée de la purification aux paramètres contrôlés : CO<sub>2</sub>, COV et particules. La plupart des aéro-ioniseurs s'accompagnent d'une émission d'ozone qui altère la fonction respiratoire et irrite les muqueuses (nez, gorge et yeux). Aussi certaines nouvelles gammes de purificateurs annoncent actuellement une production d'ozone ultra-faible.

Certains **matériaux dits actifs** intègrent dans leur composition des substances pour obtenir des propriétés dépolluantes, notamment sur le formaldéhyde, molécule simple et ayant une grande réactivité. Si leur efficacité peut être prouvée en laboratoire, dans des chambres d'émission, les résultats en conditions réelles d'utilisation dans les locaux sont plus difficiles à mettre en évidence, même si des tests réalisés dans de grandes cellules simulant des locaux de 25 m<sup>3</sup> témoignent d'une captation de formaldéhyde en présence de concentrations élevées et de l'absence de relargage. Certains de ces produits appliqués sur de larges surfaces utilisent les propriétés photocatalytiques conférées par des nanomatériaux tels le nano-dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>).

## 5 LES INCONNUES DE CERTAINES TECHNOLOGIES INNOVANTES, LES NANOMATÉRIAUX

La montée en puissance des nanotechnologies, qui laissent entrevoir des bénéfices considérables et l'avènement d'une nouvelle industrie avec des fabrications en masse, mobilise les toxicologues. Les nanoparticules sont, par consensus international, des particules de taille inférieure à 100 nanomètres. Un certain corpus de connaissances démontre clairement que, pour une même substance, les particules nanométriques sont plus toxiques que celles qui ont des dimensions micrométriques. Pour un volume inhalé identique, une particule de 5 micromètres correspond à 12 500 particules de 100 nanomètres (0,1 µm). La surface de contact avec les tissus biologiques est 50 fois plus élevée par unité de masse, ce qui accroît la réactivité avec les membranes et molécules biologiques.

De nouvelles fonctionnalités sont apportées aux produits et aux revêtements du bâtiment par les nanomatériaux. L'ajout de billes de fumée de silice amorphe, ayant un diamètre 100 fois plus petit que les grains de ciment et une surface spécifique très élevée, améliore la résistance des ciments et des bétons. Les nanotubes de carbone suscitent un intérêt considérable compte tenu de leurs propriétés exceptionnelles, mécaniques, électriques et chimiques alors que les connaissances relatives aux dangers pour la santé humaine sont encore très lacunaires. Le béton, les vitrages, les peintures, les revêtements plastiques, les céramiques deviennent autonettoyants et épurateurs de l'air grâce à la photocatalyse liée au dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) de taille nanométrique. En 2010, cette substance a été classée cancérigène probable par le Centre international de recherche sur le cancer de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), en raison de l'évidence suffisante de cancérogénicité chez l'animal. Par ajout de nano-argent, les produits acquièrent des propriétés antibactériennes et antifongiques. Or, compte tenu de l'engouement suscité par ces nanomatériaux, le nombre de travailleurs exposés devrait augmenter au cours des prochaines années. **Le nanomonde : petite taille, grand danger ?**

Le risque sanitaire est le produit de l'exposition et de la toxicité. **La connaissance de la nocivité des nanomatériaux est actuellement dominée par de fortes incertitudes scientifiques liées à la complexité des données ; la diminution des expositions est la première action à mettre en place.** C'est dans ce cadre que l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) travaille à une évaluation des risques sanitaires (ERS nano) avec la construction d'une démarche adaptée aux produits contenant des nanomatériaux qu'elle présentera lors du colloque LES DÉFIS BÂTIMENT SANTÉ qui aura lieu à Paris le 15 juin 2017.



## 6 PRINCIPE D'INNOVATION ET PRINCIPE DE PRÉCAUTION

Les tenants de l'innovation sans contraintes ont une perception négative du principe de précaution qu'ils accusent de paralyser la recherche, de priver la société française de progrès technologiques. Ils militent pour accoler le principe d'innovation au principe de précaution et l'inscrire aussi dans la Constitution afin de garantir un droit au progrès et aux bénéfices de la science et de la technologie. Cependant, toute innovation est-elle bonne pour devenir un droit ?

Il est vrai que des discours alarmistes risquent de conduire les pouvoirs publics à adopter des réglementations excessivement protectrices et aussi coûteuses qu'inutiles pour des risques mineurs, surestimés ou non avérés ultérieurement. Mais il est aussi reconnu qu'une trop grande frilosité à exercer le principe de précaution dès la présomption de nocivité retarde la mise en place de mesures et expose à la répétition des erreurs du passé. Le manque de preuves scientifiques d'un risque est souvent interprété comme une preuve de sécurité. Dans le doute, renoncer à appliquer le principe de précaution peut être une négligence coupable avec des conséquences sanitaires, environnementales et financières regrettables.

Au-delà de la médiatisation des crises sanitaires, une politique de santé environnementale fondée sur une approche rationnelle du principe de précaution est possible et nécessaire, comme l'affirme le Pr. William Dab, ancien directeur général de la santé et spécialiste des méthodes de quantification des risques sanitaires : « L'évaluation des risques, dans sa manière de traiter les incertitudes scientifiques, devient un support de démocratie... Quand le futur devient un déterminant du présent, nous sommes au cœur d'une démarche de précaution. » <sup>1</sup>

<sup>1</sup> W. Dab, D Salomon. Agir face aux risques sanitaires. PUF, 2013.

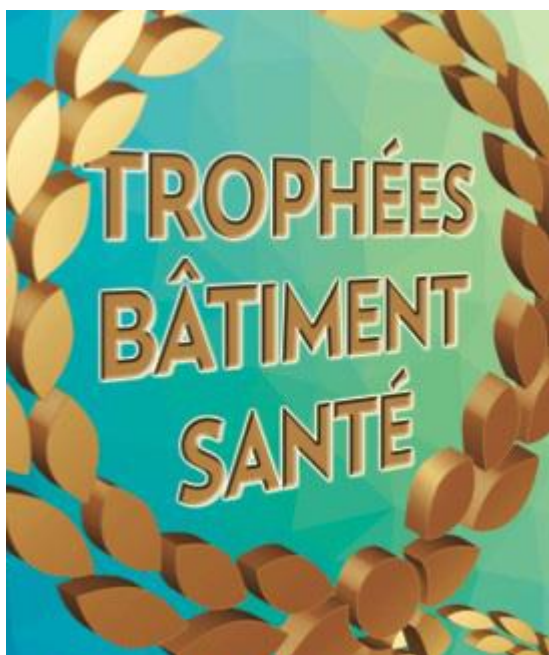
Par le Dr. Suzanne Déoux, MEDIECO, ingénierie de santé dans le cadre bâti et urbain  
Directrice associée MEDIECO Conseil & Formation  
Docteur en médecine  
Présidente Bâtiment Santé Plus  
Organisatrice du colloque LES DÉFIS BÂTIMENT & SANTÉ

### SOURCE ET LIEN





## TROPHÉES « BÂTIMENT SANTÉ INNOVATIONS » 41 CANDIDATS



Les inscriptions aux Trophées « Bâtiment Santé Innovations » ont atteint un record : 41 candidatures ont été retenues pour les quatre catégories :

### Catégorie « Démarches Santé innovantes »

11 dossiers

- C2DS pour sa démarche d'Engagements Qualité de l'air intérieur auprès des établissements de santé
- EUROFINs pour le label Indoor Air Comfort Gold qui rassemble en une seule série de tests toutes les exigences de labels
- GECINA pour sa démarche d'amélioration de la QAI lors de la rénovation de son siège social
- LAFAYE CONSULTING GROUP pour la construction d'une maison écologique passive et respectueuse de la santé
- MY OLYMPE pour une maquette semi-numérique interactive qui présente et vérifie la compatibilité des solutions techniques des futurs EPHAD (domotique, système de détection de chutes, appel malade, contrôle d'accès, etc.)
- NEXITY YWOOD pour l'expérimentation de la méthode de management pour améliorer la QAI
- OIKOS pour Dépollul'air, un outil à la fois pédagogique et ludique pour sensibiliser le grand public à la préservation de la QAI.
- PEP21 pour l'utilisation du bois comme matériau architectural apaisant pour les enfants autistes
- RIVP pour son EPHAD Alice Brin à Paris « créateur de lien social ».
- SARTHE HABITAT pour le projet Action Unis-Vers « Qualité de l'Air Intérieur »
- SASU WILLSMAT CONSEIL pour la carte interactive BuzzAirMap

## Catégorie « Mesures QAI innovantes »

9 dossiers

- AIRJIN SAS pour sa solution composée d'un objet connecté et d'une application permettant d'évaluer la QAI.
- AREP pour son modèle prédictif de la qualité de l'air en gare souterraine.
- CAMFIL pour le PM1 Tracker qui rend visible l'invisible grâce au PM Index, guide innovant pour définir la QAI.
- ETHERA pour un appareil NEMO, intégrant dans un seul boîtier des mesures en continu du formaldéhyde et d'autres capteurs
- IN'AIR SOLUTIONS pour l'analyseur In'AIR µF1, solution de mesure en temps réel des concentrations de formaldéhyde
- NANONSENSE pour le capteur MOX MEMS contrôlant le formaldéhyde, le benzène, le naphthalène et d'autres paramètres QAI
- OCTOPUS LAB pour son simulateur de la QAI de bâtiments existants ou à construire
- PYRESCOM pour son capteur Class'Air qui contrôle et visualise la QAI grâce à la mesure du CO2, la température, l'hygrométrie
- RUBIX pour son outil collectant des données sur 7 paramètres liés à la santé, à la pénibilité et au confort au poste de travail

## Catégorie « Technologies innovantes d'amélioration QAI »

12 dossiers

- ALDES pour l'InspiraIR®Home, solution de purification d'air centralisée qui permet un renouvellement d'air permanent du logement et la filtration de l'air extérieur entrant
- L'ATELIER CLIMATIQUE pour les meubles dépolluants ARDEDIAR, visant à délivrer un air épuré près des voies respiratoires
- CIAT pour Epure Dynamics®, système de mesure et de pilotage des unités de confort en fonction des besoins de QAI
- HAGER SERVICES pour la purification intelligente, solution d'amélioration de la QAI tenant compte du contexte d'implémentation
- AIR LIQUIDE I-LAB pour un service de fourniture d'air purifié à destination du parc immobilier industriel tertiaire
- ONIP SA pour Label'Onip Clean'R, gamme de peintures dépolluantes qui réduisent les teneurs en formaldéhyde.
- ONIP SA pour Clean'Odeur, peintures détruisant les mauvaises odeurs
- RENSON pour la Healthbox Hygro, une VMC simple flux hygro-réglable qui garantit les débits d'extraction d'air.
- SINIAT pour la plaque PRÉGY AIR permet la captation jusqu'à 80 % d'une source d'émission de formaldéhyde.
- SWEGON pour WISE II, système de ventilation à la demande qui fournit pièce par pièce un débit variable en fonction du CO2 et des polluants intérieurs grâce à la sonde « Clean Air Control »
- TEQOYA pour une gamme de purificateurs d'air reposant sur l'ionisation de l'air sans production d'ozone
- VELUX FRANCE pour la commande tactile VELUX INTEGRA® qui permet l'ouverture automatique des fenêtres de toit
- WALYZEO pour un mur biofiltre dynamique qui met en œuvre les principes de phytoremédiation et d'épuration des écosystèmes naturels.

## Catégorie « Produits innovants »

9 dossiers

- BOUYER LEROUX pour la colle Fix'Bric prête à l'emploi sans isocyanates, à base de polymère hybride, pour fixer les briques
- CONDAIR SASU pour un humidificateur hybride offrant une garantie d'hygiène avec des frais de fonctionnement faibles
- GERFLOR pour le traitement de surface PROTECSOL® 2 de la gamme Taralay contribuant à la QAI car faiblement émissif
- KNAUF INSULATION pour un système 3 en 1 RT PLUS qui réunit dans un seul et même produit, l'isolant et le pare-vapeur
- LAFARGE HOLCIM pour AIRIUM, mousse isolante minérale, sans agent chimique anti-feu et sans risque de moisissures
- NORA pour ses Pads Nora pour nettoyer les revêtements de sols sans détergent, uniquement à l'eau
- OLEDCOMM pour LiFiNET®, son module d'accès à Internet sans fil ni ondes radio, limitant l'exposition des occupants au WiFi
- VINCI CONSTRUCTION FRANCE pour GREENFLOOR, son système assurant via un seul système le traitement de l'air, le chauffage et le rafraîchissement du bâtiment grâce à des gaines de ventilation insérées dans un plancher béton

*Retrouvez toutes les chroniques en ligne !*

[http://conseils.xpair.com/actualite\\_experts.htm](http://conseils.xpair.com/actualite_experts.htm)