

# EXPRESSO.

by pmp

**03. PROJET SOUS LA LOUPE**  
Quand les chemins mènent  
au low-tech...

**08. OBSERVATOIRE TECHNIQUE**  
Le low-tech et la haute  
performance énergétique

**12. INFO TECHNIQUE SERRÉE**  
Le saviez-vous ?

**15. FUN**

# N°3

## DOSSIER SPÉCIAL LE LOW-TECH



L'INFO SERRÉE DE LA HAUTE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

N°3 | TRIMESTRIEL | JANVIER - FÉVRIER - MARS 2017 | WWW.MAISONPASSIVE.BE



Pour son 10<sup>e</sup> anniversaire, pmp a bousculé les conventions en invitant Philippe Bihoux le 29 septembre dernier. Sa conférence a permis aux invités de se questionner, d'échanger et de mieux appréhender les enjeux du low-tech.

En réponse aux interpellations du conférencier et du public, l'équipe pmp a choisi de continuer sur sa lancée et d'approfondir le sujet dans ce 3<sup>e</sup> numéro de votre *Expresso*. Au fur et à mesure de nos interrogations, il s'est avéré particulièrement difficile de donner une définition sans équivoque du low-tech dans le cadre de la haute performance énergétique. Tant au niveau de la construction neuve qu'en rénovation, nous nous sommes très vite rendus compte que l'approche low-tech impliquait de tenir compte de deux éléments aussi cruciaux qu'épineux : la gestion de nos ressources (nos matières premières), et l'analyse du cycle de vie (ACV) des matériaux. Nous avons donc décidé de prendre un peu de recul et nous nous sommes demandés si le low-tech n'était finalement pas plus une philosophie de vie qu'un élément technique figé et immuable. C'est en tout cas dans cette optique qu'ont été conçus les articles de cette édition.

**Bonne découverte !**



© Hermance Tricot

## PROJET SOUS LA LOUPE QUAND LES CHEMINS MÈNENT AU LOW-TECH...



## UNE CONSTRUCTION LOW-TECH ?

Ce 29 septembre, lors du débat entre notre conférencier, Ph. Bihoux, et les invités, une intervention a retenu notre attention : « L'Homme peut également créer de la matière comme le bois, la paille et l'utiliser avec l'argile pour construire une maison ». Ce témoignage, c'est celui de Marie Foidart, une des fondatrices de la société coopérative Paille-Tech. Cette jeune entreprise wallonne, qui affiche 7 années d'expérience au compteur, est basée à Franière dans la province de Namur. Ses préoccupations vont au-delà des exigences énergétiques et englobent jusqu'aux impacts environnementaux, sociétaux et sur la santé de ses constructions. Son système constructif est pensé pour être simple, efficace et adapté à la préfabrication : une ossature bois isolée au moyen de ballots de paille, contreventée par un panneau AGEPAN® côté extérieur et un enduit à l'argile directement appliqué sur le ballot en finition intérieure. Ce système constructif, Paille-Tech l'a éprouvé sur plusieurs dizaines de réalisations. Aujourd'hui, c'est à Gentinnes (Brabant wallon) qu'une maison témoin de leur nouveau concept de « maison optimale » voit le jour.

Certes, ces matériaux naturels que sont le bois, la paille et l'argile n'arrivent pas miraculeusement sur chantier sans impacts environnementaux. Chaque étape nécessaire à la transformation et l'acheminement du bois, la production des céréales et la récolte des pailles, etc. apporte son lot de répercussions sur la conservation des ressources naturelles de notre planète. Toutefois, ces différentes étapes sont plus facilement réalisables à une échelle locale, parfois

même en intégrant des méthodes plus « respectueuses de l'environnement » et peuvent donc, dans une certaine mesure, réduire de manière significative les impacts sur les ressources naturelles et l'utilisation/le recyclage des métaux rares. Le projet de recherche « aPROpaille » mené pendant 4 ans par l'UCL (Architecture & Climat), l'ICEDD, l'ULg (Liège & Gembloux) et Paille-Tech abordant très largement ce sujet, on laissera le soin au lecteur curieux de se pencher sur les résultats de ces quatre années d'investigations<sup>1</sup>.



Mur en paille selon le principe Paille-Tech © (Oisquerq - avril 2015)

## PORTRAIT

Philippe Bihoux est ingénieur centralien. Il a travaillé en France et à l'international dans différents secteurs industriels (énergie, chimie, transports, bâtiment, télécommunications, aéronautique, etc.). Il est co-auteur de l'ouvrage *Quel futur pour les métaux ?* où il pose les limites techniques et sociétales du recyclage, de l'économie circulaire et de la croissance verte. Il vient également de publier *Le désastre de l'école numérique* (Éditions du Seuil).

## L'ÂGE DES LOW-TECH

Bienvenue sur la planète des low-tech ! Une planète qui semble lointaine et pas franchement très attrayante. Et pourtant, Philippe Bihoux réussit le pari de nous peindre le portrait d'une nouvelle société qui tente de remplir au mieux les besoins, tout en restant dans une civilisation acceptable et soutenable malgré l'épuisement des ressources. Un programme précis et argumenté, loin des idéologies et des politiques.

1. Vademecum 1 (matières premières), 2 (parois performantes) et 3 (projets d'architecture) téléchargeables gratuitement sur [www.apropaille.be](http://www.apropaille.be)

# PROJET SOUS LA LOUPE QUAND LES CHEMINS MÈNENT AU LOW-TECH...

## EN PARLANT DE PAILLE, VOUS CONNAISSEZ LE « PANOPAILLE » ?

Ce concept fut importé de Chine par M. Baudin et M. Lagrange et est aujourd'hui produit par Argibat. Il s'agit d'un panneau de paille de froment ou de riz tressée, isolant thermique, acoustique et également support d'enduit de finition. Ce nouveau produit arrive sur le marché et rassemble les qualités environnementales de la paille tout en valorisant la meilleure conductivité thermique utile mesurée jusqu'ici pour ce type de matériau : 0,047 W/(m.K) (selon EN 12667) !

Dans l'approche low-tech qui nous intéresse, ce type de matériau présente un avantage non négligeable : son impact limité sur les ressources naturelles et la facilité de recyclage. Le bois peut être réutilisé pour d'autres applications ou valorisé énergétiquement ; la paille peut être restituée à l'agriculteur comme litière pour le bétail ou apport de matière organique au champ ; l'argile peut être broyé et laissé sur place ou réintégré dans un nouveau lot de production. En bref, aucune perte dans le processus de fin de vie et des matériaux de base dont l'exploitation reste plus facilement accessible que d'autres ressources enfouies dans les profondeurs de notre globe.

Au moment de choisir des exemples de matériau pour développer cet article, les réflexions sont devenues de plus en plus difficiles. Qu'en est-il alors des matériaux comme les briques d'argile et leurs quelques pourcentages de sable dont les stocks s'avèrent également menacés (non, le sable du Sahara n'est pas une solution compte tenu de ses propriétés différentes) ? Qu'en est-il des panneaux de polystyrène ou polyuréthane et de leurs processus liés à la pétrochimie ? Qu'en est-il de ces blocs de chanvre où à partir d'une culture agricole, on dévie vers un processus industriel ? Au final, où placer la limite du low-tech ?

Aucune définition précise et reconnue n'existe actuellement pour caractériser un matériau ou une construction de low-tech

et nous n'aurons certainement pas la prétention d'y apporter une réponse. Toutefois, il nous est possible d'observer ce qui se développe actuellement dans le monde de la construction autour de cette thématique. Sans nécessairement mettre le low-tech en justification de leurs développements, beaucoup d'acteurs du secteur privilégient des démarches visant, entre autres, la sauvegarde des ressources naturelles. Paille-Tech, Argio, Argibat, Isohemp, Chanvr&co, BELChanvre, etc. sont ceux dont on entend beaucoup parler aujourd'hui et qui illustrent assez bien la philosophie qui pourrait se cacher derrière cette nouvelle approche low-tech de la construction. Beaucoup d'autres existent et proposent leur propre solution innovante<sup>2</sup>.

La définition du « matériau low-tech » doit-elle pour autant s'arrêter à ces seuls matériaux d'origine « naturelle » ? Nous ne le pensons pas. De manière générale, pourrait être considéré comme low-tech tout matériau naturellement disponible et de manière illimitée, dont l'exploitation n'exige pas des moyens financiers croissants et qui ne met pas en péril les ressources naturelles de notre planète.

Quant à la définition d'une « construction low-tech », la logique proposée par Ph. Bihouix rejoint assez bien celle du passif en général : limiter au maximum les besoins de chauffage pour ensuite (pourquoi pas) réduire l'utilisation des systèmes exploitant l'énergie fossile.



Maison en paille selon le principe Paille-Tech (© Michel Lefrancq - Overijse - 2015)

2. Le cluster Eco construction et Ecobuild sont des organismes qui vous permettront d'étoffer cette liste non exhaustive.

## DE LA GRANDE ÉCHELLE LOCALE ?

Les réflexions doivent-elles s'arrêter à la seule échelle du bâti ? Tout bâtiment, qu'il soit « PEB conforme », passif, low-tech ou « high-tech », consommera un minimum d'énergie pour couvrir ses besoins de chauffage, en ECS, en électricité domestique, ou encore la consommation de ses auxiliaires.

Une production d'énergie à l'échelle du bâtiment est généralement préférée afin de pousser les démarches le plus loin possible et concevoir un projet dont l'efficacité est globale. Panneaux solaires thermiques et/ou à cellules photovoltaïques sont, dans une grande majorité des cas, un choix de prédilection. En alternative aux énergies fossiles ou au nucléaire et à ses contraintes environnementales (déchets) et sanitaires (risques d'accident nucléaire), des solutions « vertes » globales voient le jour. L'éolien (offshore et onshore) se développe en masse et redessine l'horizon ; des centrales de biomasse sont projetées pour répondre à notre besoin de « mieux produire » d'ici l'horizon 2020, etc.

Mais comme le souligne Ph. Bihouix dans son ouvrage, le recours aux énergies renouvelables ne peut se faire sans le développement important de filières qui exploitent des énergies fossiles et de précieuses ressources naturelles. En effet, un panneau à cellules photovoltaïques ou une éolienne renferme un lot non négligeable de métaux rares non recyclables, et qui deviendront hors de prix lorsque nous aurons épuisé les réserves atteignables à coûts raisonnables. Les centrales à biomasse, elles, brûlent des tonnes de pellets



La biométhanisation au naturel

de bois qui seront acheminés du continent américain par un flot continu de bateaux et qui participeront à la déforestation européenne, voire à l'augmentation des prix dans les filières concurrentes. Au vu des solutions qui se présentent à nous, ne serait-il pas de notre devoir d'imaginer et/ou développer davantage d'alternatives de production écologiquement viables pour préserver notre société et notre planète ?

De recherches en échanges, la thématique de la production locale d'énergie nous a menés vers l'installation de biométhanisation de Surice, en province de Namur<sup>3</sup>. Outre l'aspect discutable de la technologie liée à la cogénération, le cycle complet que suivent les intrants permet de traiter plusieurs problématiques à la fois. En effet, à l'origine de la biométhanisation, nous retrouvons ces intrants, des sous-produits d'origine agricole, mais également des déchets organiques (déchets verts et déchets ménagers). Le processus de dégradation de ces déchets produit le méthane énergétiquement valorisé (électricité et chaleur), mais également



**« LES BOUTEILLES (EN PLASTIQUE) PRENNENT DE PLUS EN PLUS LE TRAIN, SONT DE PLUS EN PLUS LÉGÈRES, SONT DE PLUS EN PLUS RECYCLÉES... MAIS À CE RYTHME, EN 2100, TOUT LE MONDE AURA CREVÉ SOUS UNE PROFUSION DE CHAISES DE JARDIN »**  
PH. BIHOUIX

des digestats qui seront valorisés en engrais de ferme. La problématique des déchets organiques (qui représentent annuellement 173 kg par habitant en Wallonie<sup>4</sup>) est ainsi abordée avec une solution concrète de traitement, réduisant les charges financières publiques. La production d'énergie n'est pas en reste avec la valorisation du méthane pour l'électricité et la chaleur (chauffage et/ou ECS) de même que la possibilité de stocker le biogaz pour répondre au mieux à d'éventuels décalages entre production et consommation. Enfin, comme dit plus haut, les digestats résultant de l'action des micro-organismes sont utilisés dans la filière agricole comme engrais.

3. Voir le dépliant de la Région wallonne : <http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/la-biomethanisation-en-region-wallonne.PDF?IDR=6534>

4. Source : [http://environnement.wallonie.be/publi/education/guide\\_compostage.pdf](http://environnement.wallonie.be/publi/education/guide_compostage.pdf)

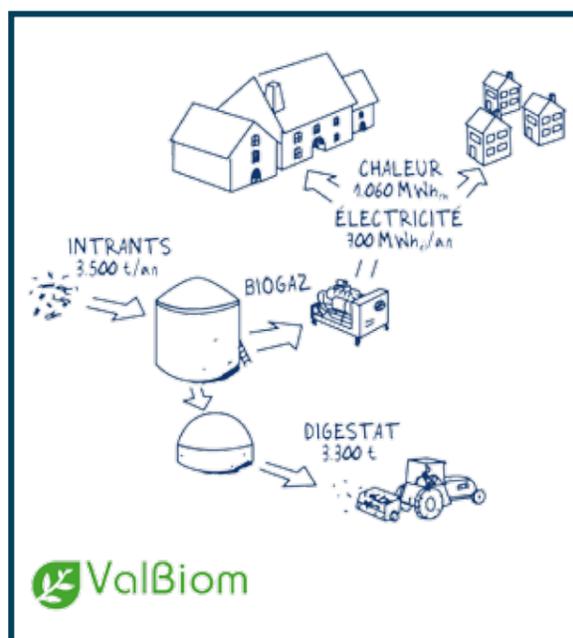


## PROJET SOUS LA LOUPE QUAND LES CHEMINS MÈNENT AU LOW-TECH...

### LA BIOMÉTHANISATION

La biométhanisation, ou fermentation méthanique, est un procédé de transformation de la matière organique par un ensemble de micro-organismes, en l'absence d'oxygène (anaérobie). Ce phénomène s'accompagne de la production de « biogaz » (mélange gazeux combustible valorisé pour la production de chaleur et/ou d'électricité), et d'un résidu appelé « digestat » valorisé comme engrais en agriculture.

Source : Energie.Wallonie.be – « La biométhanisation en Région wallonne »



Source : Valbiom – Principe de l'installation de biométhanisation de Surice

Convaincu du bien-fondé de ces solutions, Marcel Burniaux, agriculteur à Surice, développa en 2006 le projet de « La Surizée » sur son exploitation. Cette installation de biométhanisation transforme, chaque année, près de 3.500 tonnes d'intrants en 3.300 tonnes de digestats, 1.060 MWh de chaleur et 700 MWh d'électricité. Cela représente la consommation électrique moyenne de 200 ménages wallons et la couverture des consommations de chauffage d'une quinzaine d'habitations voisines du projet, via un petit réseau de chaleur. Les 3.300 tonnes de digestats sont, quant à elles, valorisées en tant qu'engrais au sein de trois exploitations agricoles voisines.

Dans ce cas particulier, les 3.500 tonnes d'intrants sont composées d'effluents d'élevage (500 tonnes), de radicales de betteraves (1.500 tonnes), de déchets verts (500 tonnes), de céréales (500 tonnes) et de sous-produits de pommes de terre (500 tonnes). M. Burniaux veille à l'origine de ses intrants afin d'éviter la concurrence avec d'autres filières agricoles et de ne pas favoriser le développement des cultures dites « énergétiques ». Les intrants proviennent, pour la plupart, de sources situées dans un rayon de 15 km autour de l'exploitation. Pour le reste, le transport est optimisé afin de réduire la facture énergétique et ne pas compromettre les objectifs environnementaux de l'installation. Si les intrants d'origine agricole peuvent avoir une origine discutable dans certains projets de biométhanisation (valorisation d'une filière au détriment d'une autre), d'autres comme les déchets verts semblent au contraire très intéressants. En effet, en 2007, près de 593.000 tonnes de déchets organiques étaient collectés par les pouvoirs publics en Wallonie<sup>5</sup>. Un potentiel non négligeable pour une installation de biométhanisation de taille modeste...

Aujourd'hui, M. Burniaux a cédé le flambeau à son fils, Dimitri, qui entend bien poursuivre le développement de « La Surizée ». Un projet d'alimentation en chaleur d'un second quartier et de l'école du village est en conception. 5.000 tonnes d'intrants seront ainsi transformées en chaleur et en électricité dans un avenir très proche. La puissance a été doublée et une nouvelle cuve de stockage est en cours de construction. La chaleur, largement sous-exploitée (un quart de la production est actuellement valorisé), alimente des petits projets secondaires pour ne pas être perdue : serre chauffée pour l'activité de maraîchage, séchage de poussettes, séchage de litière pour la filière « pellets », etc.

### BRAINSTORMING...

En termes de puissance délivrée, avant l'augmentation récente de puissance, 378.000 kWh thermiques étaient fournis à 17 habitations du quartier par La Surizée. Dans une réflexion globale (et volontairement restreinte de par l'aspect « brainstorming », entendons-nous), considérons une habitation moyenne de 150 m<sup>2</sup> de surface chauffée, des besoins nets en énergie de chauffage de 15 kWh/(m<sup>2</sup>.an), soit un besoin annuel de chauffage de 2.250 kWh. Ajoutons-lui, forfaitairement, un besoin énergétique de 3.500 kWh/an pour l'ECS. Avec un rendement global hypothétique de 50 %<sup>6</sup> pour le réseau de chaleur et l'installation de chauffage, c'est une consommation totale de 11.500 kWh thermiques qui serait nécessaire pour chaque habitation. Les 378.000 kWh annuellement produits par l'installation de Surice permettraient donc de couvrir les consommations de chauffage et d'ECS de près de 33 habitations unifamiliales passives... sans oublier leurs consommations électriques qui, elles aussi, pourraient être largement couvertes. Mieux encore, une partie du biogaz généré pourrait être stocké afin de pallier la problématique du décalage « production/consommation » généralement observé pour d'autres énergies renouvelables. Bref, une profonde réflexion peut se développer à l'échelle d'un quartier en autonomie locale grâce à la combinaison d'une enveloppe low-tech (réductrice d'un maximum de besoins énergétiques) et d'une production d'énergie résiduelle sur site via une installation. Cette dernière permettrait en effet de répondre à de nombreuses problématiques environnementales, sociales et économiques.

### LOW-TECH OR NOT LOW-TECH ?

Une installation de biométhanisation est-elle la réponse attendue dans l'approche low-tech évoquée dans cet article ? Outre le coût de ce type d'installation (près d'un million d'euros pour celle de Surice), on est en droit de se poser des questions sur la technologie utilisée (gestion, régulation...) et le lot de ressources naturelles qu'elle transporte avec elle. Notre visite sur place nous a cependant rassurés quant à la simplicité du processus : deux cuves en béton recouvertes d'une bâche type « EPDM », un réseau de flexibles en serpentin pour maintenir les cuves à température et favoriser l'action des bactéries, des canalisations pour la récupération du gaz et l'effet « vase communicant » entre les deux cuves, un moteur de camion qui entraîne un alternateur de la taille d'un petit frigo et un ballon d'eau chaude pour assurer un effet tampon. Sur le principe de base, rien de bien compliqué donc. Cependant, comme le souligne M. Burniaux, « un ensemble de petites choses simples peut donner quelque chose de bien plus élaboré ».

Les installations de monitoring et de contrôle de la qualité du gaz produit permettent de faciliter la gestion et la régulation du système, et assurent dès lors une meilleure réactivité en cas de problème.

Les impacts positifs de ce type de démarche sont nombreux : réduction de CO<sub>2</sub>, valorisation énergétique de déchets, diminution des systèmes par habitation, retour des digestats en tant qu'engrais pour l'agriculture, potentiel d'éco-quartiers autonomes en énergie, etc.

« Ce type de projet peut créer des synergies sociales à l'échelle d'un quartier. L'habitant connecté à l'installation est responsabilisé face à la provenance de son énergie. Il peut ainsi s'impliquer dans le projet et participer à l'approvisionnement en déchets organiques de l'installation. » M. Burniaux

Comme pour toute nouvelle vision de notre avenir environnemental, innovante ou non, un certain nombre de questions se posent. Le besoin de quantifier les choses se fait à nouveau ressentir pour aider à la décision et valider ainsi, ou non, une nouvelle voie de développement. On vous a déjà parlé de l'ACV... ? Non ? On y arrive.

En décalage avec la rigueur scientifique dont pmp fait généralement preuve, l'ensemble de ces réflexions accompagne celles de Ph. Bihouix et tend à remettre en question nos acquis, nos convictions, voire nos objectifs futurs. Nul doute que cela bousculera (on l'espère !) et soulèvera un tas de questions et/ou de critiques (on l'encourage !). N'hésitez pas à nous en faire part ; on vous attend sur [infotechnique@maisonpassive.be](mailto:infotechnique@maisonpassive.be) !



L'Earthship est un type d'habitation écologique créé en matériaux recyclés (pneus, cannettes, bouteilles de verre, etc.)

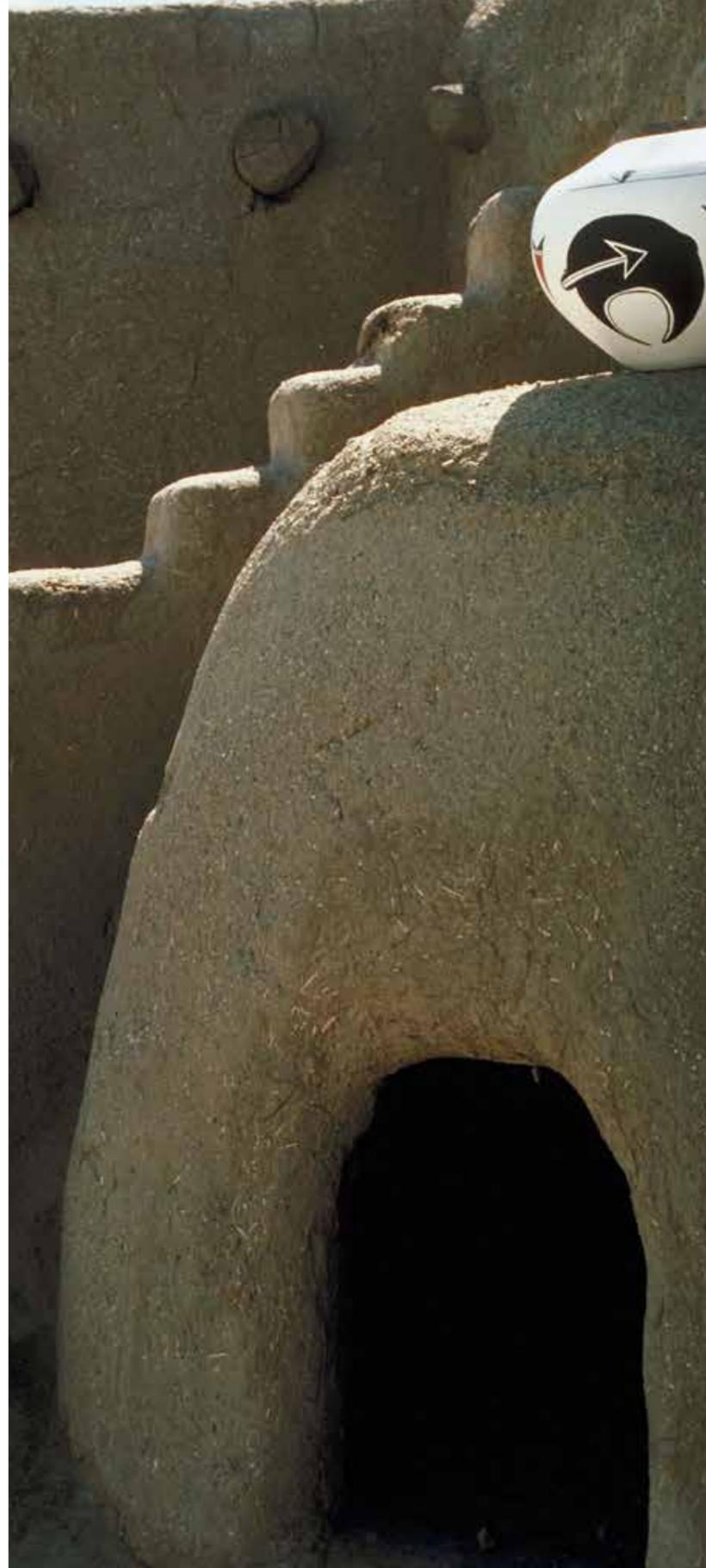
6. D'après nos recherches. Cependant, les réseaux de chaleur les plus récents semblent présenter de bien meilleures performances. Mais jouons la carte de la sécurité... :-)

5. Source : [http://environnement.wallonie.be/publi/education/guide\\_compostage.pdf](http://environnement.wallonie.be/publi/education/guide_compostage.pdf)

## OBSERVATOIRE TECHNIQUE LE LOW-TECH ET LA HAUTE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

L'ingénieur Ph. Bihouix<sup>7</sup> s'interroge en particulier sur la possibilité d'une « transition » de notre modèle de consommation actuel – reposant, à l'échelle mondiale, à 85 % sur une consommation d'énergies fossiles – vers un modèle fondé sur la production d'énergies renouvelables. Ph. Bihouix rappelle que, si un tel modèle se branche effectivement sur un réservoir énergétique pratiquement infini (le soleil), il ne s'agira cependant pas de « produire » de l'énergie, mais bien de la « convertir » (à partir du rayonnement solaire, du vent, des marées, de la biomasse, etc.) en recourant à de nouveaux outils industriels inévitablement hyper consommateurs en ressources non renouvelables diverses : minerais et métaux, terres rares, béton, énergies fossiles, etc. Bref, si Ph. Bihouix ne doute pas que le soleil puisse tenir ses promesses, il se demande si nous aurons assez de cuivre ou de lithium, etc. pour en faire des kWh utiles. Notamment parce que nous n'avons, à ce jour, toujours aucun moyen « renouvelable » de faire du « renouvelable » : nos métaux, nos panneaux solaires, nos éoliennes, mais aussi nos panneaux isolants ou nos gîtes en bois sortent tous de filières industrielles désespérément fossiles...

Ph. Bihouix s'inscrit donc dans une analyse qui cherche à anticiper les impacts (éventuellement diaboliques) qui pourraient résulter d'un enthousiasme technologique rempli de bonnes intentions (faire advenir un monde renouvelable), mais déconnecté du monde réel et de ses limites. Il reprend ici le sillon d'études prestigieuses et controversées comme la publication du



Rapport Meadows<sup>8</sup>, commandé par le Club de Rome et qui, dès 1972, avait attiré l'attention des citoyens du monde sur les « limites de la croissance », opposant le désir d'une croissance économique illimitée au caractère « fini » des ressources de la planète. Réalisée par le MIT (réputée être parmi les meilleures universités du monde), cette étude se penchait sur la « résilience » du système économique mondial et en tirait des projections pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Fortement critiqué et discrédité pendant vingt ans (un peu comme les travaux du GIEC l'ont été jusqu'en 2009), le Rapport Meadows est revenu en force à la fin des années '90 et ses résultats sont à présent jugés assez conformes<sup>9</sup> à l'évolution de nombreux indicateurs environnementaux issus de ces 40 dernières années (CO, pollution, population, etc.). Plus récemment, l'article signé en 2009 par Johan Rockström<sup>10</sup> et 30 autres scientifiques de réputation mondiale a repris et développé le concept de « limites planétaires ». Neuf « plafonds environnementaux » ont été identifiés : il s'agit de « limites » (par exemple, la teneur maximale en CO, la consommation limite d'eau douce, etc.) qui, si elles étaient franchies, menaceraient directement le fonctionnement des écosystèmes et indirectement l'avenir de l'humanité. Trois de ces limites sont, selon les scientifiques, déjà dépassées : le CO<sub>2</sub>, qui contribue au dérèglement climatique, la surproduction d'azote et de phosphore (liées au système techno-agroindustriel), qui empoisonnent nos eaux de surface, et, surtout, la perte catastrophique de biodiversité<sup>11</sup> résultant du surdéveloppement des systèmes industriels (pollution, urbanisation, déboisement, agriculture d'exportation, etc.).

Dans ce paysage complexe où les priorités font désormais l'objet de consensus scientifiques (sinon politiques...), Ph. Bihouix étudie un paramètre de « second rang » : les réserves non renouvelables nécessaires au développement des technologies « vertes ». Sa perspective prolonge particulièrement bien la position de pmp et celle de tout promoteur d'une approche « passive ». En effet, dans le secteur de la construction, nous savons que l'efficacité énergétique d'un bâtiment repose d'abord et avant tout sur sa « compétence » à conserver l'énergie par des moyens passifs (conception solaire, isolation, étanchéité et récupération d'énergie). Ces moyens passifs sont généralement considérés comme low-tech : conception bioclimatique, éléments de construction (paroi, matériau isolant, etc.). On est loin de l'univers des satellites, des nanoparticules ou de l'internet des objets. Et pourtant... Ph. Bihouix nous interroge sur notre imaginaire de la « performance » énergétique, qu'on voudrait souvent doper à coups d'innovations technologiques. Il nous interroge

d'autant plus que le concept de nearlyZEB ou de netZEB prend forme. Nous savons en effet que, pour y arriver, la conservation « passive » de l'énergie ne suffit plus : des technologies d'énergie renouvelable deviennent nécessaires ! Et, sur papier, on ne mesure pas nécessairement les implications environnementales d'un petit calcul d'équilibre énergétique qui vous suggère d'installer quelques dizaines de m<sup>2</sup> de capteurs solaires...

Avec les énergies renouvelables, c'est l'univers électrique de l'énergie future que Ph. Bihouix interroge. En effet, nos consommations d'électricité n'ont fait qu'augmenter ces cinquante dernières années, à la mesure de l'équipement progressif des ménages et des entreprises en applications électriques et électroniques. pmp avait déjà compris qu'il y avait un enjeu à éviter tout report des charges de chauffage sur le réseau électrique (par exemple, en adoptant un petit chauffage électrique d'appoint). Mais la réflexion doit aller plus loin encore et, comme toute forme de réflexion passive, réinterroger nos fameux « besoins » pour en revenir à des modes de vie plus simples, plus légers, à des technologies plus renouvelables (moins d'acier, plus de bois ou de fibres), plus locales, plus réparables, moins « boîtes noires »...



« AUJOURD'HUI, ON NOUS INVENTE DES CAPTEURS CONNECTÉS AU BIKINI... ET ÇA VOUS PRÉVIENT QUAND IL EST TEMPS DE RETOURNER LA VIANDE. » PH. BIHOUIX

8. D. & D. Meadows, J. Randers, W. Behrens, *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, A Potomac Associates Book, 1972. Voir aussi D. & D. Meadows, J. Randers, *The 30-Year Update*, Ed. Earthscan, 2005.

9. Graham Turner, *A comparison of The Limits to Growth with Thirty Years of Reality*, CSIRO, Juin 2008.

10. Johan Rockström et al, *Planetary Boundaries Exploring the Safe Operating Space for Humanity*, Ecology and Society, Vol. 14(2):32, 2009, [www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32)

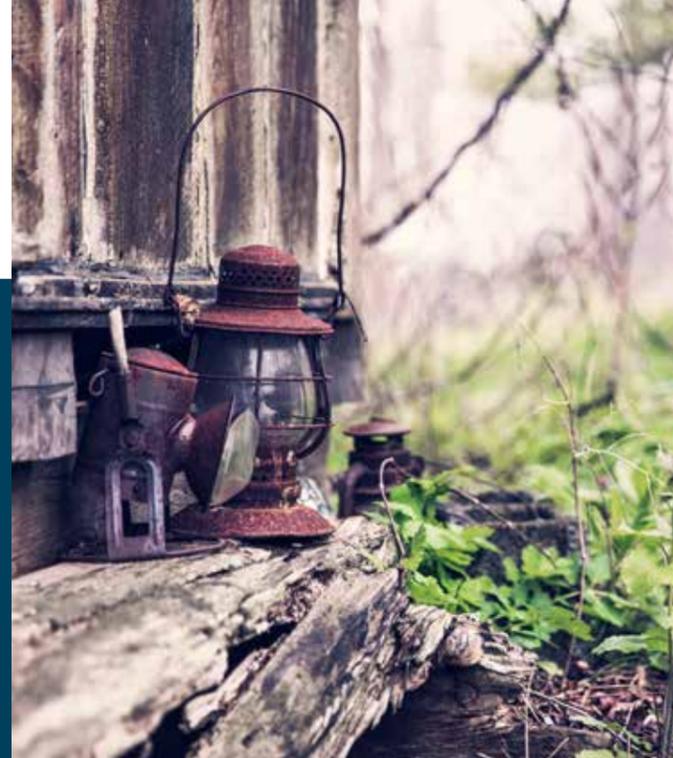
11. Voir aussi le *Rapport Planète Vivante 2016*, WWF, <https://wwf.be/fr/living-planet-report-2016/>

7. Philippe Bihouix, *L'âge des low-tech – Vers une civilisation techniquement soutenable*, 2014, Éditions du Seuil.

# OBSERVATOIRE TECHNIQUE LE LOW-TECH ET LA HAUTE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## RÉFLEXION MADE IN pmp

Quotidiennement, notre travail et nos convictions nous poussent à atteindre l'excellence énergétique au moyen de systèmes performants et parfois nombreux. Ventilation double flux, chaudière à condensation, boiler thermodynamique, panneaux solaires thermiques ou à cellules photovoltaïques, technologies connectées/connectables, domotique, monitoring...



Beaucoup cherchent par tous les moyens à valoriser le dernier kWh qui permettra de décrocher le certificat, preuve de l'excellence du travail des différents intervenants et précieux sésame pour le demandeur de primes.

Les techniciens du bâtiment que nous sommes voient en l'innovation technologique l'avènement d'une ère d'efficacité et de « green-thinking » permettant la sauvegarde de notre précieuse planète. Les kWh ainsi économisés nous permettent de répondre « présents » face à une problématique environnementale largement médiatisée.

À la question « quel facteur nuit à l'avenir de notre planète ? », la plupart des interrogés répondront avec grande conviction « le CO<sub>2</sub> ! ». Et ils n'auraient pas totalement tort. Outre les impacts environnementaux sur lesquels pmp s'est déjà penché par le passé dans ses recherches sur le cycle de vie des matériaux, la grande problématique environnementale retenue à l'heure actuelle par notre société est la gestion de ces tonnes de CO<sub>2</sub> dégagées quotidiennement dans notre atmosphère. Cette problématique est largement discutée, médiatisée et ancrée dans nos esprits.

Le CO<sub>2</sub> occupe le devant de la scène, et en vient à occulter d'autres problématiques sur lesquelles il serait bon de se pencher pour préserver notre avenir. Dans son ouvrage, Ph. Bihoux pointe du doigt ces problématiques oubliées, ces revers de la médaille du « green-thinking » que nous pratiquons aujourd'hui : les ressources naturelles.

Pour éviter de trop consommer en énergie de chauffage, nous produisons des systèmes toujours plus sophistiqués, équipés d'électroniques en tous genres, sans nous soucier de ce que nous consommons en métaux rares et partiellement recyclables. Car là est le problème : présentes en très petites quantités (circuits imprimés, bobines de cuivre miniatures...) ou dans des formes non récupérables (alliage de métaux rares récupérés et incorporés à petites doses dans la production d'aciers de moindre qualité), la plupart de ces ressources rares ne seront pas traitées dans les chaînes de recyclage habituelles. Elles termineront plutôt enfouies dans les décharges ou dispersées

dans des applications tierces. Ce schéma ne peut aboutir qu'à un scénario catastrophe si nous ne commençons pas à adopter une vision plus large dès maintenant.

### COMMENT ?

Après un tel discours, on ne peut que se dire « Ok, et comment réagir ? ». Sans dévoiler le contenu de l'ouvrage qui a donné naissance à cet article, nous pouvons déjà, à notre échelle, adopter un comportement plus responsable et rester critique face aux solutions à notre disposition et leurs impacts sur les ressources de notre planète.

Au niveau de l'enveloppe, l'utilisation de matériaux moins énergivores est, sans grande surprise, la solution à privilégier. Mais faire son choix de manière consciente n'est pas aussi simple qu'il y paraît. La question de l'ombrage pourrait être abordée d'une manière moins « technologique » et, en lieu et place des habituels stores intégrés (motorisés ou non), on pourrait privilégier par exemple l'usage de la végétation. Des évolutions/modifications seraient à prévoir dans nos réflexes quotidiens et/ou nos acquis, que ce soit dans l'occupation du bâtiment, dans sa conception ou encore dans sa certification. On pourrait ainsi profiter d'une toile de récupération pour se protéger du soleil, le temps que la végétation atteigne la taille souhaitée.

C'est peut-être au niveau des systèmes qu'une part plus importante des efforts pourrait être réalisée. Les domotiques, gestions centralisées et/ou automatisées, éclairages réactifs, etc., sont-ils réellement nécessaires à l'obtention d'un bâtiment performant d'un point de vue environnemental ? Les kWh économisés grâce à ces technologies compensent-ils réellement ceux consommés par la fabrication, le transport, l'utilisation et la fin de vie des équipements utilisés ?

La notion de rentabilité est, de nos jours, purement financière. Elle se base sur le coût d'achat/mise en œuvre d'une solution, ses coûts d'entretien et l'économie qu'elle peut générer. Pourquoi ne pas s'essayer à l'exercice d'une « rentabilité environnementale »

en considérant les impacts environnementaux de chaque étape de vie d'un équipement en comparaison aux économies (environnementales, elles aussi) qu'il pourrait générer ?

Pour l'enveloppe comme les systèmes, on ne peut clairement déterminer quel(s) impact(s) un produit particulier peut avoir sur l'environnement. En effet, à notre échelle, nous ignorons beaucoup d'étapes dans sa fabrication (parfois gardée secrète), sa transformation, son transport et même jusqu'à sa fin de vie (recyclage, incinération, enfouissement...). Avec une marge de manœuvre si réduite, des informations et des données fiables s'avèrent nécessaires. Les « ACV » (Analyses de Cycle de Vie) ont le potentiel de répondre à ce besoin. Le mot « potentiel » est, ici, volontairement utilisé. Comme le révèlent certaines études, dont le projet « aPROpaille », ces analyses environnementales présentent encore quelques lacunes. Bien qu'un cadre normatif dessine les limites de ces analyses, certaines latitudes sont encore constatées dans la considération de différents postes. Nous citerons, pour l'exemple, l'amont d'une filière qui se retrouve totalement écartée du bilan environnemental complet d'un produit, sous prétexte que le produit en question est annoncé comme étant un « déchet » de cette filière alors qu'il devrait être question de « coproduits/sous-produits ». De telles gymnastiques littéraires permettent de fausser les résultats avec aisance.



Ces ACV ne sont pas à écarter pour autant. Les plus expérimentés (qui a dit vieux ?) d'entre nous se rappelleront certainement les premiers bilans énergétiques de bâtiments qui laissaient, eux aussi, pas mal de souplesse dans la rigueur que l'on souhaitait y apporter. Les analyses de cycle de vie doivent faire leurs maladies de jeunesse, susciter les intérêts et trouver un cadre réglementaire dans lequel se développer avec rigueur, suivi et contrôle. Mais rappelons-nous que le temps nous est compté et que notre hôte planétaire n'attendra peut-être pas que nous nous décidions à agir.

### AGIR

Cette réflexion sur les low-tech nous amène à bousculer nos acquis, nos réflexes de base et, pour certains, aura très certainement aussi apporté sa part d'utopie. Peu importe l'exemple qui aura retenu votre attention... Gardons à l'esprit que des enjeux au moins aussi importants que les économies de CO<sub>2</sub> se dessinent et que ceux-ci participent à la définition de nos actions et réflexions futures.

Depuis sa création, pmp se veut « front-runner », à l'avant du navire, tirant le secteur vers la haute performance. Cette haute performance a toujours été annoncée comme « énergétique » avec l'environnement en background, à la base de nos réflexions. Peut-être aujourd'hui est-il temps de placer l'environnement au sens large dans notre recherche de la haute efficacité.

À l'heure des conclusions, l'envie est de retourner à l'étape du brainstorming pour intégrer le concept du low-tech à la base du standard de demain. Ne serait-il pas plus ambitieux et cohérent d'évaluer la qualité d'un bâtiment sur la base de ses impacts globaux sur la planète plutôt que sur celle de son bilan énergétique pendant sa seule phase d'utilisation ? Nous en sommes convaincus ! Et c'est dans cette direction que pmp entend poursuivre ses actions futures, tant dans les réflexions qu'elle portera auprès des instances politiques que dans ses collaborations et synergies avec les associations, groupements belges ou internationaux.

De quoi nous inspirer pour de nouveaux défis !

## L'INFO TECHNIQUE SERRÉE LE SAVIEZ-VOUS ?

Outre une manière de vivre proche de la décroissance, les principes low-tech peuvent nourrir des concepts déjà existants : le passif ou plus globalement la haute performance énergétique, le bioclimatisme, l'éco-construction, etc.

Au cœur de ces concepts et de ces réflexions environnementales, certains se sont penchés sur la gestion du confort respiratoire dans les bâtiments. Ces éléments nécessitent non seulement une intervention au niveau de la gestion du taux de CO<sub>2</sub> mais également du taux d'humidité. Selon une approche low-tech, des matériaux tels que l'argile, la cellulose ou encore la paille peuvent jouer un rôle régulateur d'humidité qui pourrait alors être couplé à une ventilation

naturelle. Les arguments séduisent certains maîtres d'ouvrage, et pour cause : il semble possible de concevoir un habitat confortable, écologique et économiquement accessible.

Mais ces solutions naturelles sont-elles compatibles avec le concept de bâtiment passif ? La solution low-tech proposée pour contrôler la qualité de l'air est-elle réaliste et suffisante dans un bâtiment HPE ? Et l'efficacité en termes de confort est-elle finalement garantie ?

Pour répondre à ces questions, deux problématiques sont à développer : pourquoi et à quel point ventile-t-on les bâtiments ?



### POURQUOI VENTILE-T-ON ?

De manière générale, la ventilation est justifiée par des motivations liées à la santé, le confort et la pérennité du bâtiment.

Les traces noires de moisissures sur les murs ou les coulées de condensation sur les fenêtres sont encore présentes dans bon nombre de bâtiments anciens et mal ventilés. Ces symptômes visibles, liés à l'humidité, sont une excellente raison de mettre en place une ventilation. Il existe pourtant de nombreuses autres raisons de ventiler, notamment pour éliminer d'autres polluants tels que le CO<sub>2</sub>, les composés organiques volatils (COV), les odeurs, les allergènes, les poussières, etc. En effet, de nombreuses études ont montré que le renouvellement d'air des bâtiments améliorerait la qualité de l'air en éliminant ces polluants<sup>12</sup>.

La technique de ventilation doit également répondre à d'autres impératifs de confort acoustiques et thermiques<sup>13</sup>. Mais renouveler l'air peut réclamer de l'énergie (parce qu'il faut réchauffer l'air entrant en hiver et qu'un ventilateur est muni d'un moteur électrique)...

Quand on cherche à garantir une qualité de l'air, on cherche un ou des indicateurs mesurables qui permettent de prouver cette garantie. Le taux de CO<sub>2</sub> et d'H<sub>2</sub>O sont les candidats idéaux et plusieurs études démontrent les liens entre ces indicateurs et le taux de satisfaction des occupants par rapport à la qualité de l'air. Il a donc été défini qu'à température ambiante, le taux d'humidité ne devrait pas dépasser 60 % afin d'éviter le phénomène de condensation. De son côté, le CO<sub>2</sub> (exprimé en partie par millions [ppm]) est perçu comme un indicateur indirect de la qualité de l'air. En effet, dans l'air extérieur, la teneur en CO<sub>2</sub> est de 400 ppm ; dans les espaces habités, l'idéal est de ne pas dépasser les 1.000 ppm. Il n'est toutefois pas rare de mesurer des taux de 2.000 ppm. Ces taux élevés sont associés à de l'air confiné (sommolence, mal de tête, perte de concentration), bien que les premiers effets toxicologiques prouvés du CO<sub>2</sub> apparaissent à partir de 10.000 ppm<sup>14</sup>.

12. Impact de l'émission des matériaux, Projet Q-intair

13. La ventilation des immeubles de bureaux. *Vers une meilleure expression des exigences...*, Version du 29 août 2005.

14. AIVC : Ventilation Information Paper (juillet 2010). *Le CO<sub>2</sub> comme indicateur de la qualité de l'air intérieur, principes généraux.*



### À QUEL POINT DOIT-ON VENTILER ?

En résidentiel, un débit de 3,6 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) est exigé (à quelques exceptions près (réf. norme NBN D 50.001)). En tertiaire, les taux de ventilation sont quasi similaires mais souvent exprimés en m<sup>3</sup>/(h.pers). Les débits de ventilation réglementaires sont « calibrés » pour limiter le taux de CO<sub>2</sub>. En ce sens, la dernière mise à jour du règlement général pour

la protection du travail (RGPT pour les intimes) est assez éloquent : le taux de ventilation par personne est remplacé par un niveau de CO<sub>2</sub> à ne pas dépasser. Ainsi, la quantité d'air à amener par personne, par pièce ou par m<sup>2</sup> est détaillée dans des réglementations et des normes (annexe C3 de la PEB, NBN en 13 779 et RGPT). Mais nos bases réglementaires semblent avoir mis de côté l'impact de ces débits sur l'humidité relative des espaces de vie...

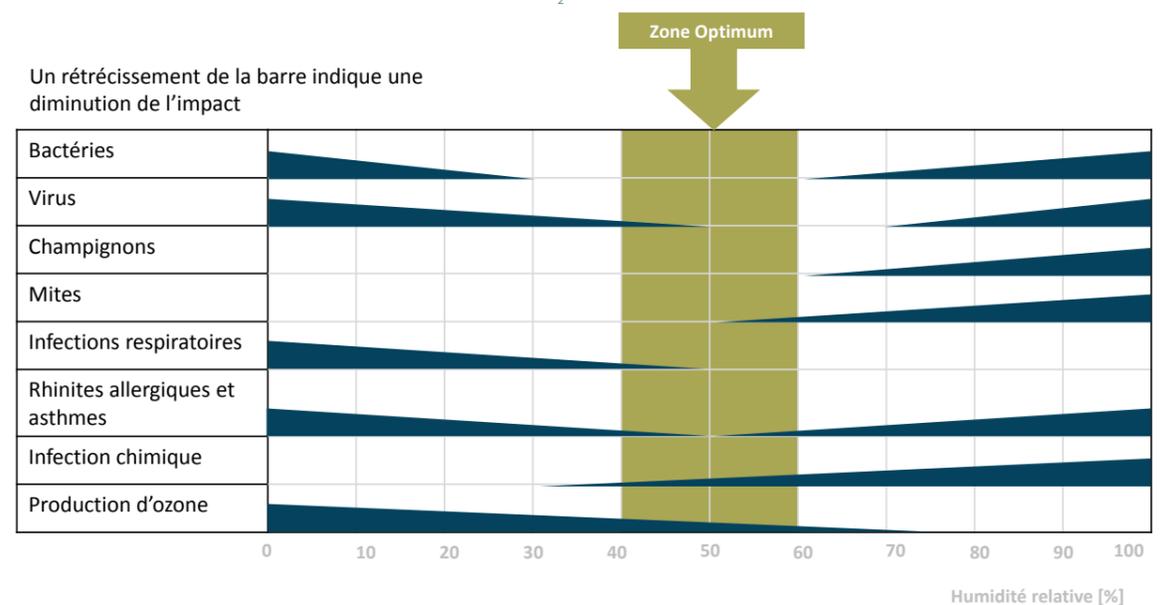
### JUSQUE-LÀ, TOUT BAIGNE ! MAIS N'EN FAIT-ON PAS TROP ?

On sait pourquoi on ventile : pour assurer confort et santé. Et on sait à quelle intensité car c'est fixé dans des normes. Mais les deux sont-ils liés ?

Le rapport de l'ANSES (France) en 2013 déconseille d'utiliser le CO<sub>2</sub> comme seul indicateur de la qualité de l'air intérieur<sup>15</sup>. Certaines études établissent toutefois un lien entre le taux de CO<sub>2</sub>

et le confinement : quand le taux de CO<sub>2</sub> est faible, la qualité de l'air est globalement bonne. Mais ce lien n'est pas univoque : le CO<sub>2</sub> dans les concentrations que l'on retrouve dans les bâtiments n'a pas d'effet sur la physiologie (et donc la santé).

Par ailleurs, le confort de l'habitat est basé sur un taux maximal d'humidité relative mais également sur un taux minimal. La zone optimale pour la santé se situe entre 40 % et 60 % d'humidité relative, comme cela est défini dans le graphique ci-dessous.



Source : d'après Scofield et Sterling - Doc.Dri-Steem/Pacare - Diagramme précisant la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique

15. Avis d'expertise collective Anses : Concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur et effets sur la santé.

## L'INFO TECHNIQUE SERRÉE LE SAVIEZ-VOUS ?

Les retours de terrain sont également intéressants : ventiler au taux défini par les normes diminue le taux d'humidité relative à des valeurs parfois extrêmement basses (moins de 20 % pour une température de l'air de 20 °C). Rappelons que des taux d'humidité fort bas peuvent conduire à des problèmes d'assèchement d'air.

D'une part, la ventilation est donc mise en place pour assurer le confort de l'habitant (ventiler pour renouveler l'air). Et d'autre part, elle semble dégrader le confort en agissant simultanément sur un autre facteur (l'humidité).

Heureusement, il est possible de répondre aux deux objectifs ! Pour conserver le taux d'humidité dans une zone acceptable, il faut soit apporter une solution technologique, et donc faire appel à un échangeur enthalpique (intégré aux groupes de ventilation double flux), soit diminuer le débit de ventilation.

Quand on encode un taux de ventilation supérieur à 30 % du volume dans le PHPP 2007, une alerte s'affiche pour avertir d'un risque de sécheresse. Ces 30 % sont atteints en réglant le système et en ne ventilant qu'au moment où cela s'avère nécessaire. Depuis lors, la PEB a défini des valeurs à prendre en compte pour la régulation de la ventilation. Selon les différents choix opérés au sein d'un bâtiment (sa région, ses systèmes, les sondes installées, etc.), on peut appliquer un taux théorique de réduction du débit de ventilation. Voyant cela, on n'a pas vraiment l'impression que le confort hydrique soit pris en compte. Au contraire, on peut même avoir l'impression que la ventilation agit au détriment du confort...

### ET DU CÔTÉ DES ALTERNATIVES ?

Contrôler le taux de CO<sub>2</sub>, l'humidité et les polluants par les plantes et par une ventilation naturelle est une autre voie défendue par le low-tech. Au regard de ce qui est explicité plus haut, quelles sont les limites de cette logique ?

Selon une étude d'aPROpaille, seuls les premiers millimètres des enduits à l'argile sont efficaces dans la gestion des pics d'humidité. Son action est donc limitée, voire négligeable en comparaison de l'impact que peut avoir la ventilation.

Utiliser les plantes pour capter le CO<sub>2</sub> produit par la respiration humaine impliquerait l'utilisation de quantités végétales gigantesques (selon nos estimations, en rapport massique, nous arrivons à un bilan de l'équivalent de 3 tonnes de matière végétale produites par an et par personne à l'intérieur du bâtiment). Ouvrir les fenêtres pour ventiler peut également s'avérer efficace, mais dépend d'une discipline des habitants et coûte beaucoup d'énergie en hiver car l'air entrant doit être réchauffé. En outre, cette solution ne répond pas à la réglementation qui impose un système de ventilation complet et des débits nominaux à prévoir pour chacune des pièces. Elle reste donc assez théorique.

En revanche, les solutions low-tech participent positivement au confort de l'habitant au quotidien. La solution idéale reste probablement le compromis entre les deux extrêmes, à savoir l'absence de ventilation d'une part, et une ventilation importante et non maîtrisée d'autre part.

Pour conclure, la ventilation est nécessaire afin d'assurer le confort des occupants d'un bâtiment. Les indicateurs monitorés d'humidité et de CO<sub>2</sub> peuvent objectiver le confort et c'est bien la prise en compte de ces deux paramètres qui devraient guider l'évolution des réglementations en vigueur. La philosophie low-tech, elle, nous pousse à réfléchir à la pertinence des systèmes que nous mettons en place.

En outre, la mise en place des normes de ventilation se fait dans le cadre cartésien qui gouverne notre société : un problème global est divisé en sous-problèmes auxquels on apporte une réponse séquencée. Pour s'assurer d'y répondre efficacement, des indicateurs de performance sont utilisés. Bien souvent, cela fonctionne. Mais les indicateurs sont parfois trop faibles ou contradictoires. Une pensée globale répondant aux problématiques de manière plus intégrée permettrait de contrebalancer les défauts de ce cartésianisme.

Le défi est de taille ! Le progrès a considérablement amélioré notre quotidien sur bien des aspects, souvent en se basant sur des solutions technologiques et énergivores. La construction passive est justement une solution qui veut aller à contre-courant tout en assurant un habitat sain et confortable. Et ces principes doivent rester fondateurs de nos conceptions.



Pour cette édition, Pol vous a dégotté quelques petits trucs et astuces plus originaux les uns que les autres sur des techniques low-tech à mettre en œuvre. Ils vous permettront de mettre en pratique et au gré de vos envies ce que vous avez pu lire précédemment.

- **La méthode ancestrale du shou-sugi-ban** (Japon) pour protéger les bois de bardage par carbonisation. En brûlant les lames de bois en surface, on leur permet d'accéder à une protection optimale pouvant aller jusqu'à 80 ans d'après les spécialistes. En effet, la pellicule de bois carbonisé va créer une protection contre les UV, les intempéries et les insectes comme le ferait une bonne peinture par exemple. Le shou-sugi-ban est également utilisé par de nombreux designers.
- **La lampe Moser, de la lumière sans électricité !** Moser vit à Uberaba, dans le sud du Brésil. Là-bas, la plupart des maisons n'ont pas l'électricité ; seules les usines bénéficient de ce « privilège ». Comme c'est souvent le cas, c'est la nécessité qui a boosté la créativité de l'inventeur. C'était en 2002. Moser a eu l'idée d'une lampe qui a tout simplement besoin d'une bouteille en plastique, d'eau et d'un petit peu de chlore. La « lampe Moser » n'émet pas de CO<sub>2</sub> et donne la même lumière qu'une ampoule incandescente d'environ 60 watts. Actuellement, son invention éclaire pendant la journée des milliers de foyers sans ressources économiques dans plus de quinze pays.
- **Des panneaux solaires maison ?** C'est possible avec des cannettes récupérées ! Pour en savoir plus, visitez le site internet [www.solar.freeonplate.com/panneau\\_solaire](http://www.solar.freeonplate.com/panneau_solaire)



Méthode de bois brûlé

## CALENDRIER DES FORMATIONS DISPENSÉES PAR pmp

Pour toute information, n'hésitez pas à nous contacter par courriel ([formation@maisonpassive.be](mailto:formation@maisonpassive.be)) ou au 071 960 320. Pour plus de détails concernant le contenu des formations, rendez-vous sur notre site internet ([www.maisonpassive.be](http://www.maisonpassive.be)).

<b>Concepteur passif</b> (Mouscron, ELEA) : 5 ou 6 jours entre le 23 janvier et le 6 mars
<b>Concepteur passif</b> (Greenwal, pmp) : 5 ou 6 jours entre le 6 mars et le 18 avril
<b>Constructeur passif</b> (Mouscron, ELEA) : 3 jours entre le 31 janvier et le 14 février
<b>Constructeur passif</b> (CCBVB, organisé au CDR) : 3 jours entre le 9 et le 23 février
<b>Constructeur passif</b> (Greenwal, pmp) : 3 jours entre le 7 et le 21 mars
<b>Rénovation et pathologies</b> (Greenwal, pmp) : lundi 15 mai

<b>Usage du bâtiment et son usager</b> (Greenwal, pmp) : lundi 22 mai
<b>Pratique de chantier</b> (Greenwal, pmp) : lundi 8 mai
<b>Simulation dynamique</b> (Greenwal, pmp) : 3 jours entre le 18 et le 26 janvier
<b>Les bâtiments de demain et leurs systèmes</b> (Greenwal, pmp) : 3 jours entre le 9 et le 23 mars
<b>L'éclairage naturel et artificiel : dimensionnement et enjeux énergétiques</b> (Greenwal, pmp) : 20 et 27 avril
<b>WUFI</b> (Greenwal, pmp) : 8 et 9 mai
<b>Examen Concepteur passif</b> (Greenwal, pmp) : mercredi 7 février
<b>Examen Concepteur passif</b> (Greenwal, pmp) : jeudi 8 juin

# FUN LE VISAGE DE pmp



► **Si tu étais présidente des États-Unis aujourd'hui, quelle première mesure mettrais-tu en place ?**

*Une loi qui veut que les artisans locaux produisent prioritairement pour le pays et qu'on stoppe les imports-exports inutiles. Conséquence : favoriser l'économie locale et valoriser les artisans*

► **Combien de litres de café par semaine ?**

*3.960 ml en moyenne ☺*

- Un mug = 330 ml
- J'en bois en moyenne deux par jour en semaine =  $660 * 5 = 3.300$  ml
- Et un par jour le week-end =  $330 * 2 = 660$  ml

► **Ta citation/ton expression préférée ?**  
*Mange pas tout, gros tas !*

► **Quel serait ton monde idéal ?**  
*Un monde où tout le monde serait libre*

*Je vis et mange au rythme des saisons, j'aime tout ce que la nature nous offre (un rayon de soleil, un oiseau qui chante, les matériaux à travailler - dont le bois, la végétation, les océans, etc.). Et en même temps, je me sens toute petite face à son immensité. J'ai parfois du mal à gravir les montagnes de cette nature, mais j'aime la vue de là où je suis (Naïké, responsable Ponts thermiques).*



**ÉDITEUR RESPONSABLE :**

*Esther Jakober, pmp asbl,  
Bâtiment Greenwal  
Parc Scientifique Créalys,  
70, rue Saucin  
5032 Gembloux*

**CET EXPRESSO VOUS A ÉTÉ  
OFFERT PAR L'ÉQUIPE pmp :**

*Benjamin Biot, Marny Di Pietrantonio,  
Séverine Gillet, Cécile Isaac, Esther Jakober,  
Cathy Leblicq, Claire Lheureux, Murielle  
Michaux, Naïké Noël, Stéphanie Nourricier,  
Nicolas Rossion, Aurélie Schietecatte,  
Aurore Vandenberghe, Pol Vanderputten*

**COORDINATION TECHNIQUE :**

*Marny Di Pietrantonio*

**CRÉATION GRAPHIQUE  
ET MISE EN PAGE :**

*expansion.be*

**NOUS CONTACTER :**

*071 960 320  
info@maisonpassive.be  
Bâtiment Greenwal  
Parc scientifique Créalys  
70, rue Saucin  
B - 5032 Gembloux  
[www.maisonpassive.be](http://www.maisonpassive.be)*

*Cet Expresso est soutenu par la DGO4 ainsi que Bruxelles-Environnement.  
Merci à Bernard Deprez pour sa précieuse collaboration.*