Mediachimie
Donner matière à l'avenir

BIENTÔT DES HABITATIONS ÉCONOMES EN ÉNERGIE POUR TOUS

Anthony Pichard, Monique Savignac, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *La chimie au service de l'efficacité énergétique : Comment concevoir un habitat performant ?* de Johann Souvestre, publié dans l'ouvrage « Chimie et Habitat »
EDP Sciences, 2011, ISBN : 978-2-7598-0642-3

COMMENT ÉCONOMISER L'ÉNERGIE DES BÂTIMENTS ?

Les dépenses en énergie et la limitation des émissions de CO_2 pour les logements et le tertiaire sont le deuxième poste de dépense après les transports en France (1), il y a donc un gisement important d'économie sur les 30 millions de logements et de bâtiments commerciaux.

On peut limiter les émissions de CO_2 en s'orientant de plus en plus vers les énergies renouvelables (solaire, éolienne…). On peut également réduire le besoin énergétique des bâtiments en améliorant l'isolation thermique et en concevant un habitat passif, qui consomme peu d'énergie.

Pour comprendre la conception d'un tel bâtiment, on peut le comparer à une personne (voir Figure 1).

1. Ne pas isoler un bâtiment revient en quelque sorte à placer une personne dévêtue dehors par temps froid, ce qui est bien peu confortable !

2. Pour isoler un bâtiment, la première question à se poser est la suivante : où est-il le plus souhaitable de maintenir un certain confort thermique ? Une fois choisie, cette zone chauffée – ou volume thermique –, doit être entièrement isolée en commençant par le sol.

3. Vient ensuite, l'importance de l'isolation de la toiture.

4. Des fenêtres performantes, limitant au maximum les déperditions de chaleur et permettant de profiter gratuitement du rayonnement solaire.

5. Construire les murs extérieurs en briques céramiques isolantes.

6. Éliminer les ponts thermiques, c'est-à-dire les endroits où l'isolation est plus faible ; doivent être ainsi traités par exemple les liaisons entre les murs extérieurs et les fenêtres.

7. Les balcons en surplomb doivent être également traités.

8 Une fois le volume choisi bien isolé, il faut qu'il demeure étanche, l'air chaud intérieur ne doit pas sortir, ni l'air froid extérieur s'infiltrer.

9. Néanmoins, l'air intérieur doit être renouvelé car il est primordial d'en assurer la bonne qualité : le bâtiment a besoin de respirer, et ce d'autant plus qu'il est étanche.

10. Si le bâtiment est étanche, il y a deux façons de renouveler l'air intérieur :

- par les ventilations dites simple flux, qui consistent à extraire l'air du bâtiment et à apporter de l'air neuf *via* des ouvertures situées en général au niveau des fenêtres. L'inconvénient est que l'énergie utilisée pour chauffer l'air intérieur est perdue ;
- par les ventilations dites double flux, où l'air est insufflé de façon mécanique dans les pièces « sèches » du bâtiment, tandis qu'il est extrait des pièces « humides » (cuisine, sanitaires…). Les flux entrants et sortants se croisent au niveau d'un échangeur de chaleur qui permet de récupérer jusqu'à 90 % de l'air extrait et de réaliser des économies d'énergie.

© Fondation de la Maison de la chimie, 2020

11. Un bâtiment bien isolé, étanche à l'air et bien ventilé a néanmoins besoin d'une certaine production de chaleur. Cet apport de chaleur est possible avec des chaudières possédant de bons rendements.

12. Il faut ensuite apporter la chaleur de la chaudière et la distribuer de façon efficace, en veillant à limiter au maximum les longueurs des canalisations et en les isolant pour éviter les pertes.

13. Présentées de manière simplifiée, ces conditions montrent comment concevoir un habitat performant sur le plan énergétique dans lequel la réduction des consommations d'énergie réduira de manière significative les factures correspondantes (2).

OÙ INTERVIENT LA CHIMIE DANS LA RÉALISATION D'UN « HABITAT PASSIF » ?

De nombreux matériaux isolants, comme les polymères (3), sont issus de la chimie. Ce sont molécules formant de longues chaînes constituées par l'enchaînement d'une ou plusieurs unités répétitives appelées monomères. Les polymères les plus utilisés dans le bâtiment sont le polystyrène (Figure 2) et le polyuréthane (Figure 3) (4).

- Le polystyrène est présent dans notre quotidien sous différentes formes : cristal, expansé, extrudé, etc. Le polystyrène cristal est une matière dure et cassante, transparente ou colorée. Le polystyrène expansé (PSE), qu'on rencontre sous forme de

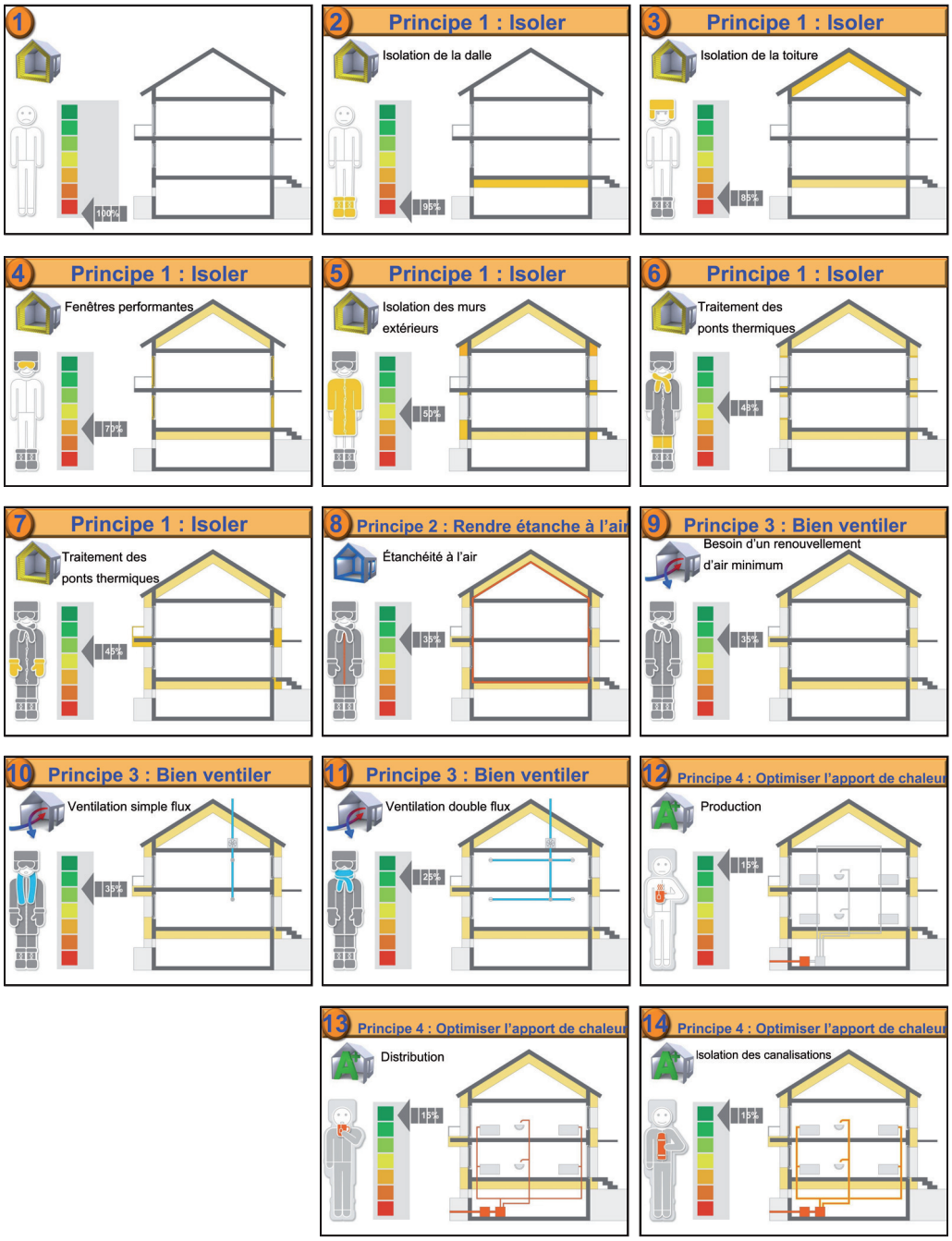

Figure 1 – Les règles de conception d'un habitat performant. Source : BASF.

© Fondation de la Maison de la chimie, 2020

plaques d'épaisseur de 2 à 10 cm, compactes et légères, est la forme la plus connue.

- Selon le monomère (uréthane) utilisé, le polyuréthane est décliné en une grande variété de structures pouvant être utilisées pour de nombreuses applications, principalement sous forme de mousse pour l'isolation des bâtiments ou dans l'ameublement. Sous la forme de mousse expansée, il est apprécié pour sa qualité d'isolation phonique et thermique, son adhérence sur tout support, son pouvoir de flottaison… Il est aussi largement utilisé dans les textiles (5) : par exemple, dans les combinaisons de natation apparues en 2008, il a amélioré considérablement les performances des athlètes, avant d'être interdit par la Fédération internationale de natation (FINA) en 2010.

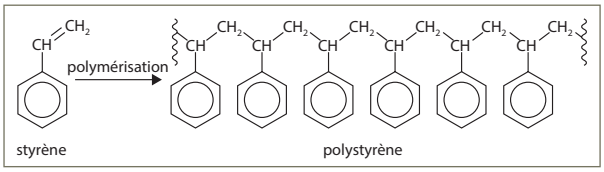

Figure 2 – Synthèse du polystyrène par polymérisation du styrène.

$$R^1\text{-}N{=}C{=}O + R^2\text{-}O\text{-}H \longrightarrow R^1\text{-}\overset{H}{N}\text{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}\text{-}O\text{-}R^2$$

Figure 3 – Synthèse d'uréthane à partir d'un isocyanate et d'un alcool.

Les panneaux de polystyrène sont fréquemment utilisés pour l'isolation des murs extérieurs, tandis que le polyuréthane, avec de très bonnes propriétés de compression, est parfois utilisé pour l'isolation des toitures en remplacement des panneaux de fibres de verre qui ont cependant de meilleures propriétés thermiques (6).

Le Neopor® (Figure 4) est un alliage composite de polystyrène et de graphite, produit sous forme billes qui sont expansées pour fabriquer des panneaux performants pour l'isolation thermique : le graphite permet d'absorber et de réfléchir les rayonnements infrarouges, utile pour une meilleure isolation mais permettant aussi l'utilisation de plaques plus minces de 20 % par rapport à un isolant en polystyrène classique.

Figure 4 – Billes expansibles de Neopor® : alliage de polystyrène et de graphite. Source : BASF.

Ces matériaux sont les plus courants mais d'autres matériaux isolants sont utilisés comme par exemple la laine minérale ou des matériaux dits « verts », comme la laine de bois ou de chanvre ou de cellulose, dans lesquels les liants et ensimages entre les différentes fibres sont souvent issus de la chimie (7).

VERS LA CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS « PASSIFS »

Le Grenelle de l'environnement est une série de rencontres politiques qui ont eu lieu en 2007 et dont le but était de fixer à la France des objectifs dans le domaine du développement durable et de l'écologie. L'objectif consistait à réduire la consommation énergétique des bâtiments existants de 38 % avant 2020 et de développer les bâtiments passifs, à consommation d'énergie quasi nulle.

La Clairière (Figure 5), inaugurée en mars 2010 à Bétheny près de Reims, est le premier bâtiment social passif français construit en validant le niveau A du label Effinergie (Figure 6) qui permet de classer les bâtiments en fonction de leur consommation énergétique. Sa construction n'aurait pu être possible

Figure 5 – La clairière est le premier bâtiment social passif français inauguré au début de l'année 2010. Source : BASF.

Figure 6 – L'objectif des labels est d'atteindre des performances énergétiques de niveau A.

© Fondation de la Maison de la chimie, 2020

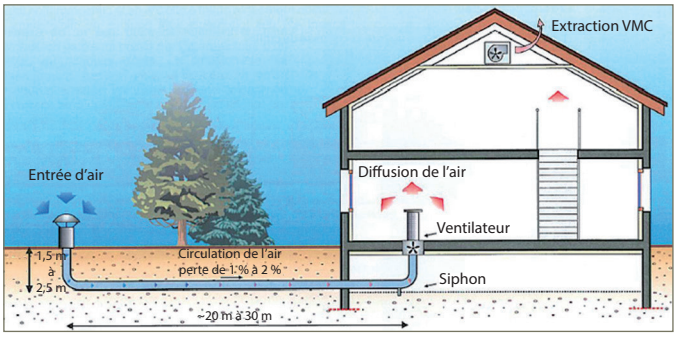

Figure 7 – Le puits canadien, un climatiseur naturel qui régule la température de la maison par le sol.

sans innovation pour trouver des solutions efficaces pour les nouveaux modes d'habitat. Faire jouer des alliances professionnelles (EDF, BASF, le bureau d'étude Synapse) a également été indispensable pour mettre en place ces solutions innovantes.

Pour obtenir un logement labellisé passif comme ***La Clairière***, il est nécessaire de réduire au maximum les déperditions de chaleur grâce aux moyens énoncés dans le paragraphe précédent.

La Clairière bénéficie de solutions énergétiques innovantes. Le toit est équipé de panneaux solaires pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Il est également recouvert d'une toiture végétalisée qui retient l'eau de pluie et forme ainsi une barrière naturelle contre l'humidité et le froid. Le système de ventilation double-flux avec récupération de chaleur est complété par un puits canadien à l'extérieur : c'est un système de « climatisation naturelle ». Son principe consiste à faire circuler l'air entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment, dans un tuyau enterré à plusieurs mètres de profondeur. Dans ce tuyau, l'air est plus chaud en hiver et plus froid en été. Un ventilateur permet donc d'effectuer des échanges thermiques pour réguler la température (Figure 7).

Toujours dans l'idée de gagner en confort, les principes de l'architecture bioclimatique sont respectés dans La Clairière : la façade principale avec de grandes ouvertures a été orientée plein sud pour bénéficier des apports solaires naturels alors que les autres façades comptent de plus petites ouvertures. De plus, toutes les fenêtres (8) sont équipées de doubles ou de triples vitrages avec sur l'une des faces intérieures un micro-dépôt métallique qui garde et renvoie le rayonnement infra-rouge.

Enfin, l'isolation thermique est assurée par des plaques de Neopor® posées sur les murs et supprimant les ponts thermiques.

L'amélioration du niveau de performances énergétiques doit toutefois être précédée d'une réflexion globale prenant en compte l'impact sur l'environnement des matériaux et systèmes utilisés pendant le cycle de vie du bâtiment (9).

À la suite de ces avancées encourageantes pour le futur, un grand défi reste à relever : l'application de ces innovations aux bâtiments anciens et les problèmes d'architecture complexe, de ponts thermiques… Les chimistes ont le rôle de trouver des solutions d'isolations efficaces adaptables à ces bâtiments et d'un coût de revient raisonnable.

POUR EN SAVOIR PLUS

(1) Vivre en économisant cette « chère » énergie
http://www.mediachimie.org/node/468
(2) La maison écologique
http://www.mediachimie.org/node/547
(3) Les polymères
http://www.mediachimie.org/node/1136
(4) Isolation dans l'habitat : la chimie pour ne pas gaspiller de calories !
http://www.mediachimie.org/node/270
(5) Le textile, un matériau multifonctionnel
http://www.mediachimie.org/node/303
(6) La discrète révolution de la performance énergétique des bâtiments
http://www.mediachimie.org/node/1614
(7) Les chimistes et l'énergie dans le monde (Chimie et… junior)
http://www.mediachimie.org/node/1756
(8) Les vitrages : laissez entrer la lumière
http://www.mediachimie.org/node/302
(9) La chimie et la vie quotidienne : dans la maison et la cuisine
http://www.mediachimie.org/node/2663

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS
Anthony Pichard, professeur de physique chimie
Monique Savignac, professeur honoraire d'université, spécialité de recherche : synthèse organique
Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie

© Fondation de la Maison de la chimie, 2020