CHAPITRE 2
CONFORT

photo M.Opdebeeck

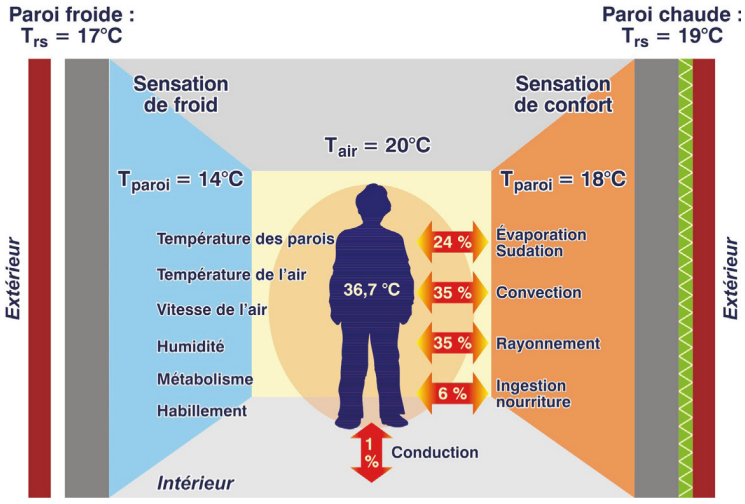
Wallonie

1. CONFORT THERMIQUE

1.1 Préambule

La notion de confort thermique n'est pas qu'une affaire de subjectivité personnelle, elle peut être définie dans une plage de critères objectifs comme définis plus bas.
La recherche de ce confort et l'amélioration de l'habitat et des techniques pour le satisfaire est une préoccupation assez récente et une exigence de l'habitant de la seconde moitié du 20e siècle.
Avant, une température moyenne de 10 à 12° en hiver dans les habitations était considérée comme normale. Ainsi, au château de Versailles, comme le rapporte la princesse Palatine le 3 février 1695, les vastes et hautes cheminées consumant des arbres entiers, n'empêchaient pas le vin de geler dans les verres.[1] Au 16e siècle, Montaigne raconte que les maisons de l'aristocratie française construites en pierres sont si froides pendant la « mauvaise saison » et les feux ouverts si peu efficaces que leurs habitants sont souvent plus vêtus quand ils sont à l'intérieur et peu actifs que pour sortir en rue. À cette époque, il n'est pas rare de recevoir par grand froid, des hôtes dans son lit pour tenir une conversation. Les meubles lits complètement fermés ou les lits à baldaquins munis d'épaisses tentures témoignent du besoin de se calfeutrer pour se protéger du froid. Montaigne encore [2], lors de ses voyages dans les pays germaniques s'étonne du confort des maisons bourgeoises du pays de Bade [3] construites en colombages et en torchis de paille (matériaux isolants thermiques) et équipées de poêles de masse en faïence, preuve que des architectures vernaculaires peuvent présenter des avantages thermiques que des édifices prestigieux en adéquation avec les courants stylistiques du moment ne possèdent pas.

1.2 Théorie



Échanges thermiques entre l'homme et son environnement

Les échanges de chaleur entre l'individu et l'ambiance s'effectuent selon divers mécanismes : plus de 50 % des pertes de chaleur du corps humain se font par convection avec l'air ambiant (convection et évaporation par la respiration ou à la surface de la peau). Les échanges par rayonnement à la surface de la peau représentent jusqu'à 35 % du bilan alors que les pertes par contact (conduction) sont négligeables (moins de 1 %). Le corps perd également 6 % de sa chaleur à réchauffer la nourriture ingérée.
La sensation de confort qu'un habitant à l'intérieur d'une pièce d'habitation dépend de six paramètres :

- la température des parois qui l'environnent (T_{parois})
- la température de l'air ambiant (T_{air})
- la vitesse des mouvements de l'air (mouvements de ventilation et pertes d'étanchéité)
- l'humidité relative de l'air (plus importante dans les pièces d'eau)
- Le métabolisme (maintient de la température corporelle à 36,7° C au travail et au repos)
- L'habillement (résistance thermique aux échanges entre le corps et l'environnement)

1 BÉATRICE FONTANEL, Nos maisons du moyen âge au XXe siècle, Seuil, 2010
2 LUCIEN FEBURE, La sensibilité et l'histoire, Annales d'Histoire Sociale, 1941
3 Le pays de Bade (en allemand Baden) est une région historique et géographique du Sud-Ouest de l'Allemagne faisant partie du Land de Bade-Wurtemberg, bordée au Nord par la Hesse, à l'Est par le Wurtemberg, à l'ouest par l'Alsace et au Sud par la Suisse. C'est dans cette région que se trouve Fribourg-en-Brisgau, ville pionnière en matière d'architecture économe en énergie.

Le confort thermique d'un bâtiment est principalement déterminé par les échanges par convection et rayonnement entre un local et l'individu. La température opérative (T_{op}), celle ressentie par l'homme, est une température moyenne entre la température à la surface intérieure des parois du local (T_{parois}) et la température de l'air ambiant du local (T_{air}).

La température de confort T_c est définie par une fourchette qui varie en fonction des saisons, de l'individu, de l'activité ; elle se situe entre 19,8° C et 24,2° en hiver et entre 21,5° C et 26° en été en admettant 10 % d'insatisfaits.
Pour en savoir plus sur les critères de confort complexes, se référer aux indices PMV (Predicted Mean Vote-vote moyen prévisible) et PPD (Predicted Percent Dissatisfied-pourcentage prévisible d'insatisfaits). [4]

La figure des échanges thermiques illustre également la différence qui existe entre une paroi froide non isolée et une paroi chaude isolée. Au niveau des sensations, on aura l'impression que le froid rayonne à partir d'une paroi froide comme par exemple d'une vitre d'un châssis à simple vitrage. C'est évidemment l'inverse qui se produit, la chaleur migre vers l'extérieur et la paroi rayonne proportionnellement moins de chaleur vers l'intérieur. La paroi isolée par contre est moins conductrice de la chaleur et sa température de surface intérieure sera plus élevée.

Au plus T_{parois} est faible, au plus il faudra augmenter T_{air} pour garantir une même température de confort T_c donnée et donc, consommer plus d'énergie. Autrement dit, au plus les murs sont isolés, au plus la température des parois sera élevée et au moins la consommation sera importante. Garder les températures des parois élevées du côté intérieur des murs permet donc d'épargner l'énergie nécessaire à chauffer l'air ambiant. L'homogénéité des températures des parois d'un local est un autre facteur de confort. Cette homogénéité est pratiquement atteinte dans une maison passive dans laquelle la température de surface des vitrages se rapproche de celle des parois intérieures. [5]

La démarche de rénover des logements existants doit permettre l'amélioration des conditions de confort, tant en hiver qu'en été. Par une réflexion sur la conception du bâtiment on cherchera à l'améliorer par des mesures architectoniques appropriées, avant de penser en termes d'équipements techniques. Les principes à appliquer sont résumés dans les « stratégies du chaud » et les « stratégies du froid » qui trouvent leur origine dans les grands principes de l'architecture bioclimatique développée à la fin des années 1970 et au début des années 1980.

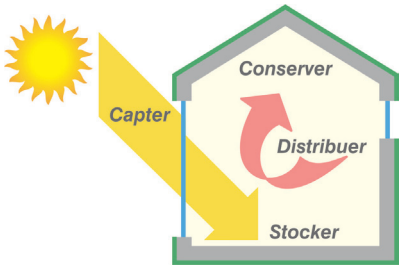
Fort axée à l'origine sur les techniques de transferts thermiques depuis des locaux spécifiquement conçus pour capter et stocker la chaleur comme des serres ou des jardins d'hivers vers des locaux en demande de chaleur, la conception bioclimatique a évolué.
L'augmentation des performances d'isolation, principalement des châssis, le plus grand soin apporté à l'étanchéité à l'air des bâtiments et le développement parallèle des systèmes de ventilation mécaniques centralisés à récupération de chaleur contrariant la thermocirculation naturelle, n'y sont pas étrangers. Les concepts de base restent pourtant d'actualité, renouer avec l'art de bâtir en symbiose avec l'environnement, le site d'implantation de la maison, la course du soleil. Retrouver, somme toute, quelques règles de bon sens.

4 Onglet théories-le confort thermique sur http://www.energieplus-lesite.be
5 Guerriat Adeline, maisons passives principes et réalisations, *Hommes-Habitat-Environnement*, L'inédite, 2008.

1.3 La stratégie du chaud (stratégies en hiver)

Capter

Il faut pouvoir profiter de l'apport solaire gratuit par les vitrages en hiver et s'en protéger efficacement en été. Pour les logements, le principe est d'ouvrir largement au sud et dans une moindre mesure dans les autres orientations (étude de l'orientation des ouvertures et de leurs dimensions, adaptation des baies en rénovation).



Stocker

La capacité d'accumulation des matériaux du bâtiment permet de stocker en plus ou moins grande quantité la chaleur captée dans le but de la restituer à un moment plus propice (Intérêt d'avoir de l'inertie thermique). Stocker participe à minimiser les écarts de température intérieure entre le jour et la nuit et à augmenter le confort thermique dans le logement. C'est surtout la présence d'inertie au niveau des dalles de plancher, des murs intérieurs qui permet ce stockage (les bâtiments anciens présentent le plus souvent ce type de configuration avec leurs murs épais constitués de matériaux lourds).

Distribuer

La notion de distribuer doit être vue comme une homogénéisation de la température, évitant les surchauffes des pièces exposées au sud et transférant cette chaleur excédentaire vers les pièces au nord. L'effet de cheminée d'une cage d'escalier par exemple joue un rôle dans la distribution de l'air au sein d'un logement. Par ailleurs, l'installation de plus en plus fréquente de systèmes de ventilation double flux performants permet, outre le renouvellement de l'air hygiénique, l'homogénéisation des températures dans l'ensemble du logement. La distribution doit être conçue en fonction des pièces et de leur occupation.

Conserver

Au plus les déperditions sont réduites, au plus la conservation de la chaleur se fera facilement, ce qui marque l'intérêt pour une bonne isolation, avec le moins de ponts thermiques possible, et une bonne étanchéité à l'air. La conservation de la chaleur concerne tant la chaleur qui découle de l'ensoleillement, d'apports internes (la chaleur dissipée par les habitants et par les appareils ménagés est estimée au maximum à 4 kWh/m^2.an pour les logements et en rénovation) ou du système de chauffage. Cela révèle l'intérêt de redistribuer les pièces d'habitations selon leur fonction vers des orientations adéquates et de créer des zones d'ambiances thermiques différenciées (entre pièces de vie et pièces de nuit).

Dans la pratique

Mesures à prendre aux différentes phases de développement et de réalisation du projet :

Lors de l'esquisse du projet de rénovation

Orienter les locaux et dessiner les surfaces vitrées en tenant compte de l'orientation.
En rénovation, l'implantation du bâtiment et de ses ouvertures en façade sont les données de départ de l'esquisse. Le plus souvent, le concepteur ne peut pas changer radicalement les paramètres d'orientation et de percement de l'immeuble à rénover pour des raisons budgétaires et des contraintes urbanistiques ou patrimoniales. Il convient cependant de ne pas se tromper lors du percement de nouvelles baies ou la modification d'anciennes, certaines orientations sont peu compatibles avec certaines fonctions.

Privilégier des ossatures bois, permettant facilement une isolation thermique importante. Ce sera le cas lors de la construction d'extensions. L'habillage de façades ou de portions de

façades par des bardages sur des structures en bois fortement isolées est aussi envisageable lorsque les règlements d'urbanisme le permettent.

Conserver une certaine masse thermique. Pour cela, on combinera de préférence une enveloppe légère de type ossature bois à une structure massive traditionnelle. En vue de conserver au maximum l'inertie thermique, l'isolation des façades devra être réalisée de préférence par l'extérieur. Ceci est surtout valable pour des bâtiments relativement récents avec un cloisonnement mince ou avec peu de cloisonnement comme les lofts, les maisons bourgeoises construites avant la première guerre mondiale et les architectures vernaculaires sont peu concernées.

Lors de l'avant-projet

- Maximiser l'isolation des parois.

- Choisir des modes de production, de distribution et d'émission de la chaleur efficace : (dans l'ordre de la plus grande efficacité par rapport à l'investissement consenti) chaudières à condensation, chauffage par le sol basse température pour les éventuelles extensions et les planchers permettant leur mise en œuvre, capteurs solaires thermiques pour produire l'eau chaude sanitaire et pour fournir un appui chauffage en demi-saison.

- Envisager un système de ventilation double flux avec un récupérateur de chaleur sur l'air extrait, si l'étanchéité à l'air du logement a été améliorée, si l'isolation de l'enveloppe du bâtiment n'a pas pu être réalisée de manière continue, si la performance à atteindre se situe en dessous des 60 kWh/m^2.an en besoin de chauffe.

Lors de la réception et de la prise en main par les occupants

Réguler les installations de façon à minimiser leur impact environnemental : ralenti nocturne, vannes thermostatiques, thermostat d'ambiance, etc.

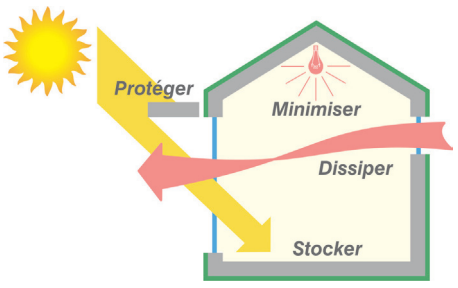
1.4 La stratégie du froid (stratégies en été)

Protéger

La stratégie de « se protéger » se décline envers tous les extrêmes du climat, vents, précipitations, grands froids et canicules. Il faut se protéger des surchauffes en été tout en gardant une luminosité suffisante en intégrant des protections solaires aux baies de fenêtres.

Dissiper

Le rafraîchissement par la ventilation naturelle permet de dissiper les surchauffes. Il peut s'établir sur différentes bases : les différences de pressions du vent entre façade ou encore les gradients de température. Elle se retrouve sous différentes formes : ventilation transversale ou en produisant un effet de cheminée. Disposer d'ouverture en partie supérieure du bâtiment (par exemple au-dessus de la cage d'escalier) permet dans la plupart des cas d'assurer un refroidissement naturel efficace durant la nuit (les systèmes de climatisations étant à proscrire).



Minimiser

Il faut minimiser les gains internes pouvant causer des surchauffes notamment en été. La densité d'occupation de locaux ou encore ses équipements en sont à l'origine. Favoriser l'éclairage naturel et choisir des luminaires performants permettent de diminuer l'impact des équipements (lampes TL, fluo-compacts et luminaires à LED).

Stocker

Stocker la chaleur est aussi intéressant en été. L'inertie du bâtiment participe au confort en été comme en hiver.

Dans la pratique

Mesures à prendre aux différentes phases de développement et de réalisation du projet :

Lors de l'esquisse du projet de rénovation

Quand une redistribution des fonctions est possible, on essayera d'orienter de préférence au nord les locaux à forts gains internes, tels que les cuisines, les bureaux, pour limiter les gains solaires dans ces locaux.

Pour limiter la pénétration du soleil dans le bâtiment, on diminuera, si le projet s'y prête la surface vitrée à l'Est et à l'Ouest. Au sud, on pourra installer de plus grandes surface vitrée pour profiter de la chaleur en hiver, pour autant qu'une excellente protection solaire soit prévue.

Éventuellement : l'aménagement de toitures vertes [6], de jardins intérieurs, de bassins, peut contribuer à réaliser une ambiance confortable en été. Si un système de ventilation centralisé a été installé, une technique telle que le puits canadien ou provençal peut y être associée, son intérêt dans les logements est cependant limité. [7]

Lors de l'avant-projet

Pour se protéger du soleil.

À l'est et à l'ouest, le soleil étant assez bas sur l'horizon, seules des protections solaires verticales sont efficaces (stores extérieurs, claustras, volets, etc.). Au Sud, le soleil est haut en été et bas en hiver. Un auvent suffisamment débordant par rapport au plan de façade peut alors être efficace. La végétation peut également offrir une protection intéressante, notamment des arbres aux feuilles caduques.

Pour réaliser une ventilation intensive.

Tout local de vie doit disposer d'une fenêtre ouvrante ou d'une porte extérieure afin de pouvoir assurer une ventilation intensive, par exemple en vue de l'évacuation rapide d'odeurs et/ou de la chaleur en été. Ces ouvertures doivent pouvoir rester opérationnelles sans déforcer la protection contre l'intrusion du logement.

Pour que la ventilation soit plus efficace, on cherchera, dans un appartement, à ouvrir des fenêtres sur des façades opposées, pour profiter de la pression du vent. Dans une maison, on ouvrira également des fenêtres aux derniers niveaux ou en toiture, afin de créer un effet de cheminée dans le bâtiment. Idéalement, on maintiendra cette ventilation de nuit, afin de rafraîchir la masse du bâtiment. En journée, cette masse froide pourra alors absorber la chaleur de l'ambiance et maintenir une température confortable.

6 Voir chapitre 3 p. 90
7 Voir chapitre 5 p. 233

Pour assurer une inertie thermique suffisante.
Dans une pièce occupée en journée, l'inertie est importante pour absorber la chaleur diurne dans les matériaux et limiter ainsi le pic de température. La chaleur stockée est alors progressivement éliminée durant la nuit. Pour cela, on évitera les cloisons légères, les faux plafonds et les moquettes. Dans une pièce uniquement occupée de nuit, comme une chambre d'adulte, l'inertie doit par contre être faible pour limiter la chaleur emmagasinée dans les matériaux en journée et pour refroidir rapidement l'ambiance par renouvellement de l'air chaud par de l'air frais extérieur.
Ces prescriptions, pour logiques qu'elles soient, ne sont pas toujours facilement applicables dans le cadre de rénovations. Dans le cas d'un appartement, il est par exemple difficile de modifier la masse thermique d'une pièce à l'autre. Dans une maison traditionnelle les murs étant de moins en moins épais d'étages en étages, il est préférable d'installer les chambres aux étages où l'inertie est moindre ; comme c'est d'ailleurs le cas dans ce type d'habitat.

1.5 Ventilation et étanchéité à l'air

Ventilation

La ventilation hygiénique d'un logement (renouvellement d'air de 30 m³/h par personne pour des locaux dont la pollution principale est d'origine humaine) permet de maintenir la qualité d'air et surtout d'évacuer la vapeur d'eau produite à l'intérieur du logement (issus principalement du métabolisme des habitants, de la préparation des repas et de l'utilisation des salles d'eau).
Le renouvellement d'air remplit donc les fonctions de :
- satisfaire les besoins en oxygène des occupants
- évacuer la vapeur d'eau dégagée par les occupants et leurs activités
- limiter la pollution intérieure (CO_2 et autres polluants intérieurs)
- améliorer le confort en éliminant odeurs et fumées

La ventilation est d'autant plus importante que l'on renforce l'isolation et l'étanchéité à l'air d'un logement.
Cependant, la ventilation hygiénique a un coût énergétique important qui peut s'élever jusqu'à 50 % des besoins énergétiques quand la maison est fort isolée et que les pertes par transmission sont déjà très réduites.
Pour rappel, dans un bâtiment, les pertes énergétiques se retrouvent principalement en trois interactions entre l'intérieur et l'extérieur : pertes au travers des parois, pertes par la ventilation, et par les infiltrations d'air, non contrôlées.
Il est donc essentiel, en rénovation durable, d'optimiser le système de ventilation hygiénique de manière à combiner qualité de l'air intérieur et efficacité énergétique.

Étanchéité à l'air

Les infiltrations d'air sont définies comme étant des débits d'air frais entrant dans le bâtiment par les « trous » de l'enveloppe extérieure (fentes, fissures, défaut d'étanchéité,…). Ces débits sont incontrôlables (quantité, température, direction et durée) et varient fortement en fonction des conditions atmosphériques extérieures. En termes d'utilisation rationnelle de l'énergie, il convient d'assurer le confort de l'occupant tout en limitant la consommation énergétique.
En rénovation durable de logement, on va à la fois renforcer l'étanchéité à l'air du bâtiment (minimiser les déperditions) et limiter les apports d'air frais à la quantité nécessaire et suffisante pour maintenir un air intérieur de qualité.

Dans la pratique

Mesures à prendre aux différentes phases de développement et de réalisation du projet :

Lors de l'esquisse du projet de rénovation

- Identifier les points faibles en terme d'étanchéité à l'air du bâtiment à rénover.

Lors de l'avant-projet

Déterminer un objectif d'étanchéité à l'air réaliste et en rapport avec la performance thermique à atteindre et les moyens mis en œuvre pour limiter les pertes par transmission.

Intégrer au projet un système de ventilation hygiénique efficace, conforme à la norme NBN D50-001.

Étudier l'opportunité de mettre en œuvre un système de ventilation double flux avec un récupérateur de chaleur sur l'air extrait. Si l'objectif est d'atteindre une performance en besoin de chauffe >= à 60 kWh/m².an, une ventilation naturelle ou une extraction simple est encore envisageable, surtout si l'étanchéité à l'air du bâtiment reste au-dessus de la barre des 4 volumes par heure pour une différence de pression de 50 Pa, tout dépend des efforts déployés ailleurs pour limiter les pertes par transmission (isolation). En dessous d'un besoin de chauffe de 60 kWh/m².an, il devient nécessaire de placer un système de ventilation double flux avec un récupérateur de chaleur sur l'air extrait.

Lors du projet d'exécution

La porte d'entrée est un point faible du point de vue de l'étanchéité à l'air, il faut éviter de la placer sur une façade exposée au vent dominant (SO) et/ou prévoir un sas d'entrée limitant les courants d'air. Ce problème se pose moins en ville, où l'urbanisation continue en îlots fermés composés de bâtiments peu élevés contribue à atténuer la vitesse du vent.

Choisir des profils de menuiseries avec au moins une double barrière d'étanchéité : barrière à l'eau extérieure et barrière à l'air intérieure, situées dans un même plan sur tout le périmètre du châssis et séparées par une chambre de décompression drainée (menuiserie triple frappes).

Prévoir, sur les portes extérieures, des systèmes pour limiter les infiltrations, par exemple plinthes d'étanchéité à mouvement automatique (plinthes à guillotine), brosses, éventuellement combinées à des charnières à mouvement hélicoïdal pour limiter les frottements lors de l'ouverture. Ces systèmes peuvent être mis en place sur des portes anciennes avec de bons résultats si la pression du vent n'est pas trop forte.

Placer une boîte aux lettres étanche, si elle n'existe pas, devant la fente pratiquée dans la porte pour y glisser le courrier. Si la géométrie d'ouverture de la porte ne permet pas le placement d'une boîte étanche, il faut condamner les fentes pratiquées dans la porte et placer une boîte aux lettres extérieure.

Les volets déroulants et les caisses à volets anciennes présentes le plus souvent au rez-de-chaussée de nombre d'anciennes maisons de ville sont particulièrement peu étanches à l'air. Le remplacement du volet en bois peu isolant par un volet composé de lames en aluminium injecté de mousse de polyuréthane peut s'avérer intéressant comme complément à l'isolation générale du bâtiment. Choisir un volet dont le caisson d'enroulement se trouve à l'extérieur de l'enveloppe isolée quand c'est compatible avec l'aspect esthétique ou patrimonial de la façade. Dans le cas d'un remplacement du volet dans son caisson d'origine, il faut opter pour un volet enfermé dans un caisson qui pourra facilement être isolé contrairement

à un mécanisme ouvert. La motorisation du volet permet aussi de démonter la crémaillère à chaîne ou à courroie de manœuvre du volet et de bourrer l'espace ainsi libéré d'isolant [8]

Étudier les solutions techniques pour assurer l'étanchéité de la finition intérieure des parois : choisir un enduit continu (Attention, la composition de l'enduit est déterminante pour une mise en œuvre sans fissuration ; suivre scrupuleusement les indications du fabricant), de préférence naturel (enduit à la chaux ou à l'argile).

Éviter de décaper les enduits existants sur les faces intérieures des murs de façades pour laisser la maçonnerie brute en vue d'obtenir des effets esthétiques. Les maçonneries ayant reçu ce genre de traitement sont beaucoup moins étanches à l'air. Pour les mêmes raisons, il est conseillé de plafonner les faces intérieures des murs en contact avec l'ambiance extérieure des logements en bloc de béton ou de briques rejointoyés et peints, très en vogue dans les années 1960-70.

Étudier soigneusement les détails des différentes jonctions des toitures à charpentes, ainsi qu'entre les éléments de charpentes et les murs de façades. Opter éventuellement pour des toitures de type Sarking [9]. Le système Sarking est une méthode d'isolation thermique pour les toitures en pente sur lesquelles on ajoute des panneaux d'isolation rigides par-dessus les chevrons ou pannes. Ce système permet – lors de rénovations – d'isoler/de rénover la toiture sans pour autant devoir ôter la finition intérieure. Ce type de mise en œuvre est cependant peu adapté à la rénovation de toitures de maisons mitoyennes, puisqu'il faut tenir compte de la hauteur finie des maisons avoisinantes ce qui limite fortement l'épaisseur de l'isolation qui peut être mise en œuvre.

Dans une paroi type ossature, les pare ou freine vapeur servent souvent d'étanchéité à l'air. On évitera dès lors de placer les prises et interrupteurs sur les murs de façades ou on prévoira un espace technique entre le pare ou freine vapeur et la finition pour faire passer gaines et conduites, afin d'assurer la continuité de la membrane qui assure l'étanchéité à l'air. Ceci est surtout valable pour les petites extensions ou les locaux de jonctions qui font souvent partie d'une rénovation globale et ambitieuse sur le plan architectural.

Lors du suivi des travaux

Un contrôle strict de la mise en œuvre des pare ou freine vapeur est indispensable. Les membranes de régulation de vapeur doivent être posées à recouvrement et collés les unes sur les autres par des bandes adhésives ou des colles de contact appropriées, ou encore repliés sur eux-mêmes à deux reprises et agrafées.

Veiller à la pose correcte des menuiseries et au réglage précis des quincailleries, s'assurer que le joint ou la bavette entre les parois et les châssis est soigneusement étanchéifié.

En rénovation, boucher les fissures de toutes les parois.

Si possible, réaliser un essai de pressurisation au stade du gros-œuvre fermé et couvert, combiné à une photographie infrarouge (en hiver) pour identifier les fuites éventuelles et y remédier avant la mise en œuvre des parachèvements.

8 Voir aussi confort acoustique p. 20
9 Onglet techniques-toitures inclinées sur http://www.energieplus-lesite.be

2. CONFORT VISUEL

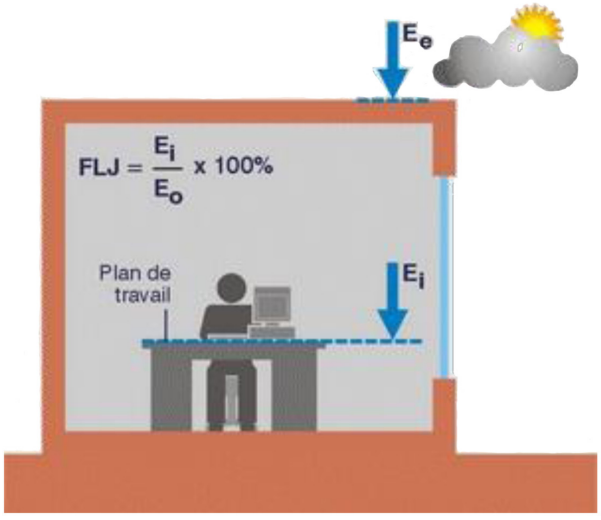
L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable. L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être des occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite. Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairement, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux, auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur. Il n'existe en effet pas de solution universelle au problème du confort visuel car celui-ci sera influencé par le type de tâche, la configuration du lieu et les différences individuelles. De plus, le jugement de la qualité de la lumière sera influencé par des aspects personnels, culturels et historiques.

2.1 Privilégier la lumière naturelle

Dans une démarche de construction ou de rénovation durable, on privilégiera l'utilisation de la lumière naturelle à l'éclairage artificiel. La qualité « spectrale » de la lumière naturelle ainsi que sa variabilité et ses nuances offrent une perception optimale des formes et des couleurs. L'éclairage artificiel doit être donc considéré comme un complément à la lumière naturelle. Pour le constructeur, la plus grande difficulté sera de s'assurer que son projet offre un niveau d'éclairement naturel suffisant pour une période maximale au cours de l'année.
Deux notions théoriques définissent, entre d'autres, la quantité de lumière :

L'éclairement, qui caractérise la quantité de lumière reçue par une surface.
Il se mesure en lux (lx).

Le facteur lumière du jour, qui est le rapport entre l'éclairement reçu en un point de référence à l'intérieur du local et un point à l'extérieur en un site dégagé, par ciel couvert.
C'est un indicateur dédié spécifiquement à la lumière naturelle. Il s'exprime en %.
Sous les conditions d'un ciel couvert (ciel normalisé par la Commission Internationale de l'Éclairage), les valeurs de facteur lumière du jour sont indépendantes de l'orientation des baies vitrées, de la saison et de l'heure. Ces valeurs donnent une mesure indicative simple et facilement comparable de la qualité de l'éclairement à l'inté-



Facteur lumière du jour (FLJ) recommandé

Idéalement dans les pièces de vie d logement, à occupation prolongée (chan salon, cuisine, bureau), le facteur lumière du recherché sera supérieur à 2%. La qualité l'éclairage sera considérée comme satisfaisa pour un FLJ supérieur à 1%.	FLJ < 0,5 %	Insuffisant
	0,5 % < FLJ < 1%	Faible
	1 % < FLJ <2 %	Satisfaisant
	2 % < FLJ < 3 %	Bon
	3 % < FLJ < 5 %	Très bon
En deçà de 0,5 % il est considéré que la zo n'est pas correctement éclairée naturellemer	5 % < FLJ	Attention éblouissemen

rieur d'un bâtiment. Elles ne sont cependant pas représentatives de l'évolution de l'ambiance lumineuse intérieure au regard de variations journalières et saisonnières. Dans un bâtiment existant, une simple mesure d'éclairement intérieur et extérieur permet d'évaluer ce facteur qui permet de juger des éventuelles carences en lumière naturelle dans une situation donnée.

2.2 Approche globale

La conception d'une ambiance intérieure lumineuse agréable nécessite une approche globale dès lors qu'elle est indissociable du projet d'architecture par son influence sur la volumétrie et l'aspect de la façade, sur les consommations d'énergie thermique (chauffage), électriques (éclairage artificiel) et son influence sur le confort thermique d'été et d'hiver.
Le projet de rénovation doit offrir une réponse adéquate à plusieurs objectifs contradictoires de sorte que des arbitrages entre les différentes mesures sont nécessaires :

Superficie vitrée >< économie d'énergie et confort thermique

La mise en place de grandes superficies de vitrages est intéressante pour augmenter la quantité de lumière captée dans les locaux. Des considérations de confort thermique et d'économie d'énergie recommandent cependant de limiter la surface vitrée. Les pertes thermiques au travers d'une fenêtre sont au minimum 5 fois plus importantes qu'au travers d'une paroi opaque isolée. Pour offrir un bon compromis entre pertes thermiques et qualité de l'éclairage naturel, la surface nette éclairante d'une pièce de vie sera comprise entre 12 et 25 % de la superficie du local avec des fenêtres idéalement positionnées (fenêtres situées le plus haut possible sans allèges vitrées qui n'influencent pas la qualité de l'éclairage naturel et sont dommageables du point de vue thermique). Le règlement Régional d'Urbanisme de Bruxelles (RRU) impose une surface nette éclairante (châssis non compris) supérieure 20 % de la surface nette au sol. Cette exigence semble néanmoins peu appropriée dans le logement notamment dans les chambres. À titre de comparaison l'AGW [10] du 30 août 2007 détermine les critères minimaux de salubrité dont pour l'éclairage : « Le critère minimal relatif à l'éclairage naturel est respecté si la surface totale des parties vitrées des baies vers l'extérieur de la pièce d'habitation atteint au moins 1/14 de la superficie au sol en cas de vitrage vertical et/ou 1/16 en cas de vitrage de toiture ». Le degré d'ouverture recommandé dépend fortement de l'orientation de la façade afin de valoriser au mieux les apports solaires tout en limitant les déperditions et le risque de surchauffe en été.

Dans la pratique

Il convient de vérifier, si les minima recommandés sont atteints. Si ce n'est pas le cas l'adjonction d'une fenêtre supplémentaire pourra être envisagée. Il faut savoir que certaines typologies existantes comme celle de maisons mitoyennes urbaines de trois pièces en enfilade ne satisferont jamais à ces critères d'éclairages naturels pour la pièce centrale. Une fenêtre en deuxième jour ou un puits de lumière peuvent être envisagés selon les caractéristiques et le gabarit des annexes au corps de bâtisse principal.

Niveau d'éclairement >< relation au monde extérieur

Les allèges vitrées sont inutiles du point de vue de l'éclairement et augmentent les déperditions thermiques. Cependant les baies avec allèges vitrées ont un rôle esthétique indéniable puisqu'elles font participer les paysages extérieurs à l'ambiance visuelle de l'espace de sorte qu'un arbitrage entre recherche de communication visuelle vers l'extérieur et déperdition thermique est nécessaire.

10 Arrêté du Gouvernement Wallon relatif à la procédure en matière de respect des critères de salubrité des logements et de la présence de détecteurs d'incendie http://wallex.wallonie.be

Dans la pratique

Ce cas est peu rencontré dans l'architecture ancienne et vernaculaire. La question peut se poser lors du remplacement d'une porte-fenêtre ancienne présentant une partie basse en panneau de bois. Il est préférable dans ce cas d'opter pour un panneautage s'il est doublé d'un isolant. Les allèges vitrées sont par contre beaucoup plus fréquentes dans les immeubles collectifs récents présentant des terrasses périphériques. S'il s'agit d'une rénovation de l'ensemble de l'immeuble avec changement des châssis et que l'immeuble n'a pas de valeur patrimoniale, le gain thermique de la suppression des allèges vitrées qui est parfois appréciable doit être évalué par calcul.

Qualité de l'éclairage naturel >< compacité du bâtiment

Il est intéressant de limiter la profondeur des pièces de vie afin d'augmenter le niveau d'éclairement de celle-ci. Or des considérations d'économie d'énergie et de matière recommandent de limiter le développé de façade pour augmenter la compacité et limiter les déperditions.

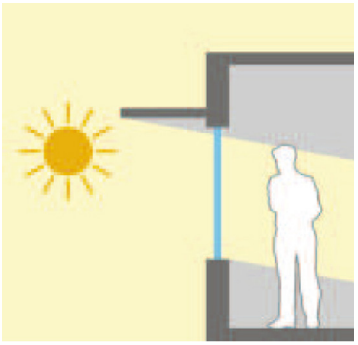
Dans la pratique

En rénovation, limiter la profondeur d'espaces déjà construits pour améliorer l'éclairage naturel implique des modifications structurelles qui ne sont pas toujours envisageables ni souhaitables. Il est cependant intéressant de tenir compte des principes suivants lors de la phase de conception.

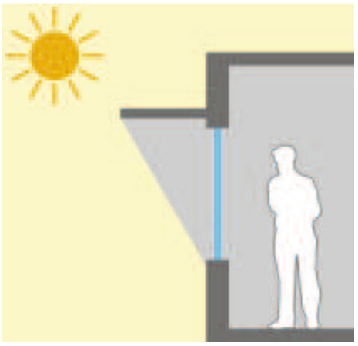
Plus les parois intérieures sont foncées, plus les niveaux d'éclairement seront faibles en fond de pièce. Il convient de privilégier des revêtements de teinte claire qui rendent la pièce plus lumineuse.

Le niveau d'éclairement est d'autant plus élevé dans un local que celui-ci est large (pour un rapport de surface vitrée/surface au sol constant).

Lumière naturelle >< apports solaires



Une protection solaire est utile pour limiter les apports solaires en été. Cependant une protection solaire fixe diminue la quantité de lumière captée par la fenêtre et limitera également les apports solaires en hiver.
La mise en place d'auvents ou de surplombs fixes destinés à réduire les problèmes d'éblouissement et de surchauffe pénalise la quantité de lumière captée.
Le grand avantage de ce type de protections solaires est que, par ciel serein, elles protègent principalement des rayons directs du soleil, qui sont toujours plus importants, alors que le rayonnement diffus n'en est que très peu affecté. Cependant une protection fixe efficace en été réduit l'éclairage par ciel couvert. Notons que sous nos latitudes, la probabilité d'ensoleillement est inférieure à 20 % en hiver et à 50 % en été.



Dans la pratique

Des protections fixes sont rarement placées, le plus souvent pour des raisons patrimoniales ou de réglementation urbanistique. Certains exemples font pourtant preuve de créativité architecturale.

Lumière naturelle >< intimité de l'habitation

Des rideaux, stores ou voiles sont souvent indispensables pour assurer l'intimité de la pièce. Ils peuvent néanmoins constituer de réels obstacles qui empêchent la transmission de la lumière. Il est donc essentiel d'intégrer l'emprise de rideaux ou des stores lors du dessin des ouvertures en façades.

Dans la pratique

Il convient de prévoir un recul suffisant par rapport aux murs pour permettre l'ouverture du rideau sans qu'il n'obstrue la fenêtre ce qui est le cas dans la plupart des constructions d'avant la seconde guerre mondiale. Une distance de l'ordre de 30 cm apparaît comme un minimum. L'utilisation d'une embrasse permet de libérer la fenêtre et donc de maximiser l'apport de lumière naturelle.

Une fenêtre qui va de mur à mur, comme il en existe dans certains immeubles collectifs des années 1960/70, n'apparaît donc pas comme une solution judicieuse dès lors que les parties latérales des fenêtres ne seront pas utiles du point de vue de l'éclairement puisque couverts par les tentures repliées, mais augmentant les déperditions et les risques de surchauffe. Dans pareil cas de figure la solution consiste à ranger les rideaux sur les cloisons perpendiculaires aux fenêtres ou à placer des stores.

Limiter le risque d'éblouissement par le ciel ou le soleil

- Prévoir une grande fenêtre plutôt que plusieurs petites. Une grande ouverture occasionne moins d'éblouissement car elle augmente le niveau d'adaptation des yeux et diminue le contraste de luminance et la sensation d'éblouissement qui lui est associée.
- Voiler le ciel par l'utilisation d'une protection solaire.
- Voiler en partie le ciel en disposant d'un vis à vis moins lumineux que le ciel (atrium, cour intérieure).
- Diminuer le contraste fenêtre-châssis en augmentant le coefficient de réflexion du châssis côté intérieur au moyen de couleurs claires et mates.
- Diminuer le contraste mur-fenêtre en augmentant la part indirecte de l'éclairage naturel au moyen de parois très claires.
- Favoriser les revêtements de sol mats car ils diffusent la lumière.

3 QUALITÉ DE L'AIR

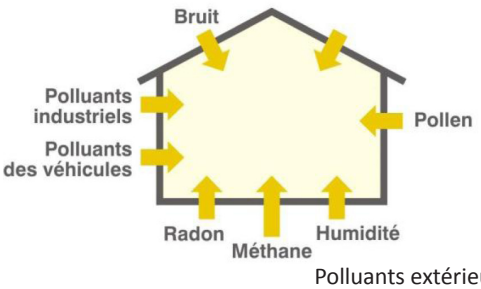
La qualité de l'air dans les bâtiments est souvent moins bonne que celle à l'extérieur. [11]

La qualité de l'environnement intérieur d'un bâtiment dépend de multiples facteurs liés d'une part au bâtiment même et à son occupation, et d'autre part à la qualité de l'environnement extérieur. Sauf cas particuliers, la majorité des polluants présents dans les bâtiments provient de sources intérieures parmi lesquelles on identifie :

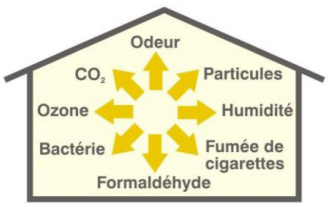
- les matériaux de construction, particulièrement ceux en contact avec l'ambiance intérieure tels que les revêtements de sol et de murs, les peintures ;
- les installations techniques telles que les chaudières ;
- l'ameublement et les accessoires ;
- l'occupation humaine et les activités pratiquées à l'intérieur ;
- la présence d'animaux.

Ces différentes sources sont à l'origine de diverses formes de pollutions :

- physiques (fibres, poussières, radon, etc.) ;
- chimiques (Composés organiques volatiles - COV, monoxyde de carbone, fumée de tabac, etc.) ;
- biologiques (acariens, moisissures, pollens, etc.) ;
- électromagnétiques (réseau électrique, réseau sans fil, GSM, etc.).



Polluants extérieurs



Polluants intérieurs

11 Matriciel, Architecture et climat UCL, Projet Reloso, Étude pour le renouveau du logement social, Service Public de Wallonie, Département de l'Énergie et du Bâtiment durable, octobre 2009, chapitre 8 p.3

Les effets de certains polluants sont bien connus et établis : des liens directs existent entre certaines substances et leur impact sur la santé, qu'elles soient à l'origine de pathologies ou qu'elles en provoquent une aggravation. Cependant, l'impact sur la santé n'est pas établi pour tous les polluants. En outre, bien que la concentration dans l'ambiance intérieure d'un polluant pris individuellement ne soit pas forcément significative, les sources de pollution, rarement présentes isolément, peuvent en se combinant provoquer des altérations de la santé sans que l'on puisse en déterminer une cause unique.

3.1 Limiter les sources de pollution intérieure

Pollution physique et chimique

De par le choix des matériaux, dès le stade de la conception, des risques pour la santé des occupants peuvent être créés ou évités. Les matériaux peuvent en effet générer des polluants physico-chimiques qui, de manière générale, utilisent l'air comme support de propagation.
L'exposition prolongée aux polluants peut dans le meilleur des cas n'incommoder que temporairement l'occupant (mauvaises odeurs, allergies mineures), au pire induire des intoxications voire le développement de maladies chroniques.
La concentration de ces polluants est l'indicateur principal de la charge polluante de l'air suite aux choix ou à la mise en œuvre de matériaux lors de la construction ou la rénovation d'un bâtiment et aux émissions liées à la production de chaleur (exprimée en ppm : parts par millions, en µg/m³, Becquerel/m³ ou Bq/m³, etc.).

Parmi les polluants figurent notamment les substances chimiques suivantes :
- les composés organiques volatiles (COV) dont les toluènes, benzènes et xylènes utilisés comme solvant dans les peintures, le vernis, les vitrifiants, les colles, les enduits… et le formaldéhyde trouvé dans les mousses isolantes, les colles, le vernis et les résines ;
- le plomb dans les anciennes canalisations d'eau et dans les anciennes peintures ;
- les retardateurs de flamme bromés utilisés dans la fabrication des plastiques, des mousses et des résines pour diminuer les risques de propagation des flammes.

Enfin, il existe des polluants de type physique comme l'humidité ; le radon ; l'amiante, produit interdit mais que l'on peut retrouver dans d'anciennes conduites de chauffage, de ventilations ou dans les parois en fibrociment, et d'autres fibres présentes dans la laine minérale par exemple.

En règle générale, pour se prémunir face à ces polluants :
- une bonne ventilation et une aération des locaux sont une solution efficace. Avec un débit de ventilation suffisant, la concentration en polluant devient inférieure à la concentration maximale en polluant admissible ;
- de plus, une conception correcte de l'enveloppe sans pont thermique, diminue fortement le risque de problèmes d'humidité.

Enfin, il faut veiller à utiliser des matériaux à faible concentration de polluants. Il existe par exemple des produits de substitution :
- remplacer la colle par un autre système de fixation ;
- s'orienter vers des peintures en phase aqueuse ;
- éviter des revêtements synthétiques de type PVC, vinyles ou tapis plein en latex ;
- utiliser pour les panneaux à base de bois des produits contenant peu de formaldéhyde à savoir de classe d'émission E1.

Pour plus d'informations sur le choix des matériaux, il convient de se référer aux outils d'aide à la décision : [12]
- outils check-list (exemple norme NIBE) ;
- labels écologiques.

12 Voir chapitre 3 p. 66

Bio-contaminants

Par bio-contaminants on entend les polluants d'origine biologique générés par l'occupation de l'habitat au travers de la présence d'êtres humains (microbes, bactéries, etc.), d'animaux (poils, salives, etc.), d'acariens, de plantes, de moisissures, de légionnelles dans l'eau de consommation, etc.

Les poussières ne sont pas à proprement parlé un polluant biologique mais servent souvent de support à des substances toxiques tels les métaux lourds et aux micro-organismes tels des acariens ou le pollen.

La concentration de polluants est l'indicateur principal de la charge polluante qu'il risque d'y avoir dans l'ambiance suite au choix ou à la mise en œuvre de matériaux lors de la construction ou la rénovation d'un bâtiment. Pour les bio-contaminants type moisissures, on définit une UFC, « Unité Formant Colonie », exprimée en UFC/litre, UFC/m², UFC/m³. Pour les pollens ou poussières, on parlera en µg/m³.

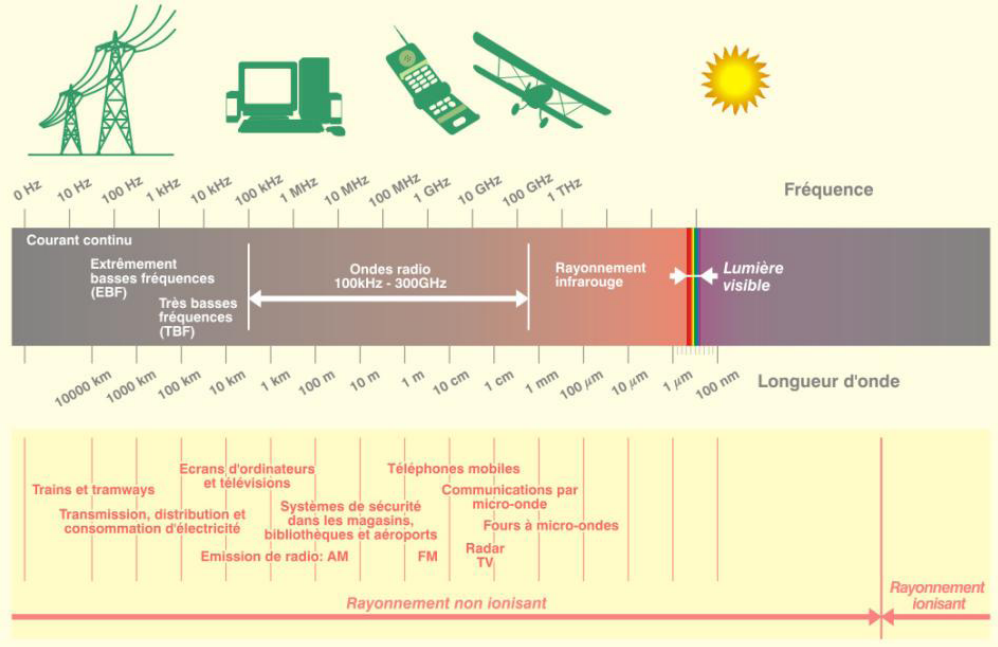
De nouveau, une bonne conception de l'enveloppe et de la ventilation est essentielle. Une filtration efficace de l'air extérieur (par les filtres du système de ventilation) permet de réduire la concentration en particules.

On évitera dans la mesure du possible des matériaux qui retiennent les poussières comme le tapis plein dans les chambres par exemple.

Enfin, pour les légionelles, il est nécessaire de maintenir la température de l'eau chaude sanitaire au-dessus de 55° C avec des hausses momentanées à 60 voire 70° C. [13]

Pollution électromagnétique

La pollution électromagnétique est constituée par les champs électriques et magnétiques qui sont présents dans notre environnement mais qui ne sont pas d'origine naturelle, comme l'est le champ magnétique terrestre par exemple.



Définition

Un champ électrique est lié à la présence de charges électriques, ou induit par un champ magnétique variable, qui produit des forces électriques. Elles ont pour effet de mettre en mouvement toute particule chargée se trouvant dans le champ. Les champs électriques se mesurent en [Volt/mètre].

13 Voir chapitre 5 p. 258

Les champs magnétiques non naturels sont créés par des champs électriques variables ou des courants électriques. Ils produisent une force magnétique capable de dévier la trajectoire de particules chargées (sans changement de vitesse des particules). L'intensité du champ magnétique est exprimée en Tesla [T] ou en Gauss [G] (1mG = 0,1 µT).
On distingue deux grandes familles d'ondes électromagnétiques, les basses et les hautes fréquences :

- les champs électromagnétiques basse fréquence (50 Hz) sont liés à l'alimentation des appareils électriques et électroniques. Le circuit électrique et tout appareil électrique qui y est connecté présente un champ électrique. Un champ magnétique est également présent en cas de fonctionnement de cet appareil. À l'extérieur, les principales sources sont les lignes à haute tension, les trains et tramways.
- les champs électromagnétiques haute fréquence (0,1 à 100 GHz) proviennent à la fois de l'extérieur et de l'intérieur. Ils sont principalement liés aux télécommunications, aux matériels Hi-fi, etc. À l'extérieur, les sources sont, les antennes GSM, ou les ondes radio et TV. À l'intérieur, les sources importantes sont les technologies de communication sans fil (wifi, téléphone).

Gérer les risques de pollution par les équipements

Parmi les polluants intérieurs, il en existe (de type chimique) qui ont pour origine les équipements de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire. On trouve le monoxyde de carbone CO un sous-produit de combustion incomplète, les oxydes SO_2 et NOx des produits de combustion tout comme le dioxyde de carbone CO_2 qui, bien que nocif uniquement à très haute dose, est un indicateur efficace pour mesurer la qualité de l'air.
Pour limiter ces polluants, le choix d'un système de production de chaleur performant est essentiel. De même, un entretien régulier de la chaudière est nécessaire pour éviter l'augmentation des émissions de polluants. Enfin, une bonne aération et une ventilation des locaux sont toujours nécessaires pour limiter la concentration des polluants.

Limiter la pollution provenant du nettoyage et de l'entretien du bâtiment

La plupart des COV proviennent du nettoyage et du dégraissage. Ils résultent de l'emploi de solvants pour éliminer les résidus, comme la salissure, les huiles, les graisses et d'autres contaminants insolubles dans l'eau.
La règle générale consiste à utiliser des produits qui :

- mettent en avant la mention « sans solvant » ;
- offrent les garanties d'une déclaration d'engagement environnementale ;
- donnent des précisions quant à leur composition ;
- se diluent dans l'eau.

L'alcool ou le vinaigre constituent des alternatives biodégradables et relativement peu nuisibles. Le cas échéant, les produits solubles à l'eau sont à privilégier mais l'on peut souvent s'en passer en utilisant des chiffons à microfibres. Les détergents qui ont une odeur ou un parfum moins marqué contiennent généralement moins de composés agressifs. Contrairement aux idées reçues, une «odeur de propre» n'est pas synonyme de valeur ajoutée pour la santé…
Pour l'entretien des bois intérieurs, on privilégiera les cires et huiles naturelles, ou les vernis et peintures laques à base de résines naturelles, qui ne contiennent pas de solvants ou d'agents biocides et dont les liants sont issus de matières premières renouvelables.

4. CONFORT ACOUSTIQUE

En terme de confort et de qualité de vie, l'acoustique joue un rôle primordial, essentiellement dans les immeubles de logements collectifs, dans les zones de forte densité comme les centres-villes ainsi que dans les zones à fortes nuisances sonores (zones aux alentours d'un aéroport, d'une gare, d'une autoroute, etc.)
Le bruit est considéré comme la première nuisance par les habitants et il est prouvé qu'une bonne qualité d'ambiance acoustique a non seulement une influence positive sur la qualité des relations entre usagers mais aussi sur le bien-être des occupants.
Il est donc essentiel, lors de la rénovation de logements, d'optimiser ou d'améliorer l'isolation acoustique de celui-ci. Pour ce faire, le concepteur veillera à :

- identifier et qualifier les nuisances sonores extérieures au logement ;
- identifier et qualifier les nuisances sonores intérieures au logement ;
- réduire les nuisances sonores (intérieures et extérieures) ou limiter l'exposition à celles-ci
- isoler le logement de la nuisance sonore extérieure ;
- agir sur la propagation des bruits au sein du logement proprement dit, c'est-à-dire améliorer la qualité du confort acoustique intérieur (absorption ou réverbération des sons).

4.1 Le son et le bruit

Un son est caractérisé par sa fréquence ou sa hauteur et son amplitude ou son intensité.
Le bruit est un mélange complexe de sons à fréquences et amplitudes différentes et multiples.

La hauteur du son

Le son peut être divisé en trois catégories selon sa fréquence : basse, moyenne et haute fréquence.

L'intensité du son ou du bruit

Le décibel (dB) est l'unité définie pour caractériser l'intensité du bruit. Le décibel est une unité de mesure logarithmique.
L'unité dérivée dB (A) est l'unité caractérisant la manière dont l'oreille perçoit de façon différenciée les fréquences.

4.2 Perception du bruit

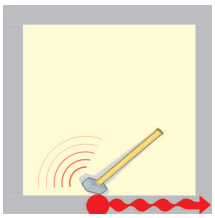
Sensibilité personnelle

Quelles que soit la source et l'origine du bruit, nos oreilles perçoivent les vibrations de l'air et notre cerveau interprète ces stimuli. Cependant, un même bruit sera perçu différemment par deux personnes. En effet, la perception du bruit dépend notamment de l'état de santé de l'occupant (fatigue, stress, maladie, etc.) et de l'ambiance sonore dans laquelle il se trouve (appartement calme en face d'une zone verte, appartement le long d'une artère animée, etc.)

4.3 Type de bruit

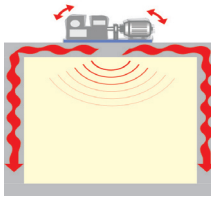
Bruit aérien

Extérieur et intérieur
Produit par une source sonore. Propagation dans l'air environnant à partir de la source
Conversation, musique, bruit d'avion, bruit de trafic automobile



Bruit d'impact

Produit par un impact sur un élément constitutif du bâtiment (mur, sol, etc.)
Propagation au travers de l'élément et dans l'air environnant
Bruit de pas, bruit de coup, bruit d'objet tombant sur le sol, etc.

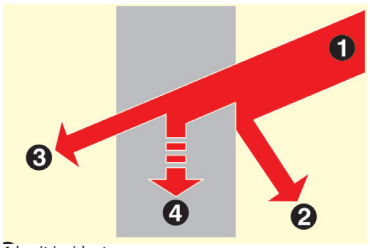


Bruit d'équipement

Produit par une vibration mécanique se propageant au travers des éléments constitutifs du bâtiment et dans l'air environnant
Bruit d'équipement collectif : chauffage, ventilation, ascenseurs, vide-ordures, etc.
Bruit d'équipement individuel : machine à laver, chasse d'eau, robinetterie, etc.

4.4 Propagation du bruit

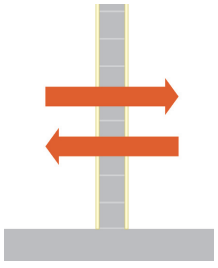
Lorsqu'un son atteint une paroi (sol, mur, plafond), trois phénomènes peuvent se produire :
- la transmission du bruit au travers de la paroi
- la réflexion ou réverbération du bruit sur la paroi
- l'absorption du bruit par la paroi

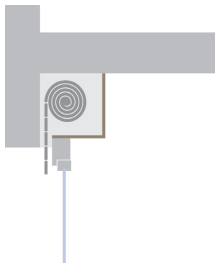


1 bruit incident
2 réflexion ou réverbération du bruit sur la paroi
3 transmission du bruit au travers de la paroi
4 absorption du bruit par la paroi

La transmission du bruit

Qu'il soit aérien ou transmis par les vibrations des parois du logement, le bruit se propage dans le logement selon un chemin plus ou moins complexe entre la source et l'oreille de l'occupant.
Au travers du logement, le bruit peut rencontrer des obstacles qui vont atténuer son intensité ou au contraire, des ponts phoniques (« trous » dans les ouvrages) qui vont lui permettre de se propager plus facilement.
Les bruits se transmettent dans le logement :
- par transmission directe : au travers de la paroi de séparation (mur, plancher, plafond) ;
- par transmission indirecte ou latérale : au travers des parois autres que celle de séparation ;
- par transmission parasite : au travers des défauts d'étanchéité localisés (caisse à volets).





La réflexion ou réverbération du bruit

Lorsqu'un bruit rencontre une paroi, une partie de ce bruit est réfléchie par celle-ci. Ce bruit réfléchi se mélange alors au bruit émis dans le local.
Le phénomène de réflexion du bruit est d'autant plus important que les parois du local sont lourdes et rigides.
La durée de réverbération est le temps - exprimé en seconde – nécessaire pour que le niveau

sonore d'un local diminue de 60 dB lors de l'arrêt brusque de la source sonore.
C'est le temps mis par les ondes pour s'atténuer après réflexion sur les parois d'un local.
La durée de réverbération varie en fonction des caractéristiques du local : volume, géométrie et matériaux de revêtements. [14]

4.5 Cadre légal en région wallonne

La nouvelle norme NBN S 01-400-1 qui définit les critères acoustiques pour les immeubles d'habitation est d'application depuis février 2008. Elle s'applique à l'isolation des façades aux bruits aériens, l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc entre **maisons mitoyennes** et entre **appartements**, à la limitation du bruit des équipements techniques et au contrôle de la réverbération dans les espaces communs.
La nouvelle norme qui remplace les NBN S 01-400 de 1977 et NBN S 01-401 de 1987 s'applique à tous les logements ayant fait l'objet d'une demande de permis d'urbanisme après février 2008, pour une construction neuve ou pour une rénovation.
Pour rappel, en cas de rénovation, un permis d'urbanisme doit être demandé dans les cas suivants :

- quand on modifie l'enveloppe du bâtiment : l'aspect extérieur, les matériaux, le volume du bâtiment,
- quand on intervient sur la structure du bâtiment : murs porteurs, planchers…
- quand on change l'affectation d'un immeuble (transformer un logement en bureau ou un bâtiment industriel en loft par exemple),
- quand on modifie le nombre de logements dans un immeuble (transformer une maison unifamiliale en immeuble à appartements ou aménager un grenier en nouveau logement par exemple)

Pour les autres logements, ce sont toujours **les anciennes normes** qui sont d'application, mais leur interprétation est difficile et peut donner des résultats erronés du fait qu'elles ne prennent en compte que la paroi mitoyenne entre deux locaux ou entre un local et l'extérieur, sans tenir compte des transmissions latérales dans les planchers et murs de refend.
Les règles de bonne pratiques énoncées ici seront dans la mesure du possible appliquées.[15]

Dans la pratique

Lors de la rénovation de bâtiments, on ne peut parfois intervenir que de façon restreinte en raison de limitations constructives ou autres. Dans ce cas, il est recommandé à l'auteur de projet d'évaluer le manque possible de confort acoustique normal et d'en informer le maître d'ouvrage par écrit avant le début des travaux.

Conception

Il convient d'éviter d'implanter une chambre à coucher à côté d'une cage d'escalier ou d'une trémie d'ascenseur commune et d'éviter d'installer une cuisine à côté ou au-dessus d'une chambre à coucher d'un autre appartement dans un immeuble collectif.
L'isolation acoustique de parois entre ce type de fonctions est difficile et coûteuse à réaliser, il vaut mieux, par la distribution des locaux, éviter de devoir y avoir recours.

Mitoyens

L'isolation aux bruits transmis par voie directe étant principalement déterminée par la masse surfacique de la paroi séparative, on peut affirmer que le mur de 30 cm d'épaisseur en briques pleines qui caractérise les demeures du XIX^{e} siècle se révèle plus performant qu'un

14 Sophie Trachte-André De Herde, Advanced and sustainable housing renovation - A guide for designers and planners, SHC Program Task 37, 2010
Service public de Wallonie - Département de l'énergie - http://www.iea-shc.org/publications/task.aspx?task=37
15 http://www.curbain.be/fr/renover-construire-et-conserver/approche-globale/notions-dacoustique

mur mitoyen de même épaisseur, mais constitué de matériaux beaucoup plus légers tels que des blocs de terre cuite allégée. L'habitat mitoyen ancien et principalement urbain est donc relativement performant acoustiquement, du moins en ce qui concerne la transmission des bruits aériens entre maisons.

Toitures et façades

La mise en œuvre d'épaisseurs d'isolants plus importantes dans les toitures et en façades dans les projets ainsi qu'un souci d'étanchéité à l'air plus grande augmente les performances acoustiques des bâtiments rénovés par rapport aux nuisances sonores extérieures.
L'isolation de façades pratiquées par l'extérieur comme par l'intérieur en superposant de nombreuses couches de matériaux de densités différentes contribue à l'affaiblissement acoustique. Notons cependant que seuls les isolants thermiques, comme les laines minérales et végétales, qui présentent une porosité ouverte sont aussi de bons isolants acoustiques. Les isolants fermés comme le polystyrène et le polyuréthane sont beaucoup moins efficaces.

Châssis, vitrages, volets et ventilations

L'étanchéité à l'air du châssis

Le joint entre le vitrage et le châssis doit être en bon état, résistant aux UV et aux chocs thermiques.
Les joints de frappe ou de calfeutrage entre dormant et ouvrant doivent être continus en matériau souple à cellules fermées en caoutchouc ou en polyéthylène. Les joints doivent être bien comprimés quand le châssis est fermé.
Le raccord à la façade doit être exécuté de manière soignée pour assurer la meilleure étanchéité à l'air possible. Les châssis seront resserrés au minimum à la mousse de polyuréthane **élastique** ou avec des cordons de laine de roche fixée pour une meilleure isolation acoustique. Des bavettes d'étanchéité à l'air mise en œuvre de manière périphérique améliorent encore la performance de l'ensemble.

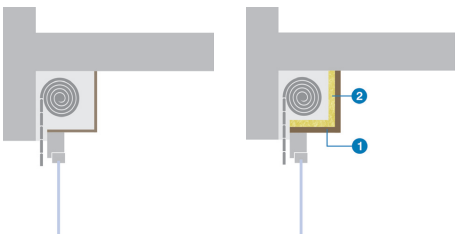
Le vitrage

On évite le phénomène de mise en résonance qui détériore les qualités acoustiques du double vitrage en utilisant un vitrage asymétrique, c'est-à-dire avec des verres d'épaisseurs différentes. Les performances sont d'autant meilleures que les verres sont épais et que la lame d'air est large. Exemples : 8-12-5 (verre de 8 mm – lame d'air de 12 mm – verre de 5 mm) ou 10-12-8. Elles sont améliorées si l'une ou les deux feuilles de verre sont en verre feuilleté.
Pour les fenêtres de petites dimensions où la surface du châssis représente plus de 40 % de la fenêtre, il est inutile d'utiliser du vitrage acoustique.
Contrairement à ce que l'on pourrait croire les triples vitrages, s'ils excellent sur le plan thermique sont moins bon qu'un double vitrage 4/16/4 du point de vue acoustique.

Les volets

Le volet baissé apporte une protection acoustique supplémentaire, d'autant plus importante que le volet est placé loin du vitrage. Recommander le placement systématique d'un volet est hasardeux parce qu'un phénomène de résonance apparaît dans certains cas, aggravant la situation au lieu de l'améliorer.

1. bois massif 22 mm ou panneau multiplex
2. doublage de masse acoustique bitumineuse

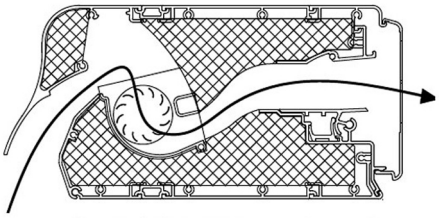


Les caissons intérieurs existants peuvent parfois être améliorés en les doublant de matériaux plus lourds (p. ex. bois massif 22 mm ou panneau multiplex doublé de masse acoustique bitumineuse) et en tapissant les faces intérieures d'un matériau absorbant souple.

En cas de remplacement, on préférera un caisson extérieur s'il est en adéquation avec l'image de la façade. Dans ce cas seul le passage de courroie reste un point de faiblesse qui peut être amélioré suivant les mêmes principes que les aérateurs acoustiques. On peut aussi le supprimer en le remplaçant par une commande électrique.

Les ventilations

Pour assurer la ventilation des locaux, il existe des dispositifs d'entrée d'air (aérateurs) acoustiques, intégrés dans le châssis ou le coffre à volet ou à installer dans la maçonnerie. Ces dispositifs sont tapissés de matériau absorbant le long du trajet de l'air, qui atténue le bruit transmis. Ils sont plus encombrants que les systèmes classiques, puisque leur efficacité n'est assurée que si le trajet de l'air est assez long.



Coupe dans aérateurs acoustiques, source Renson

L'eéventuel système central de ventilation mécanique contrôlée sera équipé d'un silencieux, on placera le ventilateur sur des blocs anti-vibratiles, dans un local isolé acoustiquement ou à l'écart des pièces de vie. Les percements pour passage des conduits seront munis de matériau anti-vibratile et les raccords se feront par des pièces souples.

Planchers

Dans les maisons mitoyennes pourvues, comme au XIX^{e} siècle, de planchers en bois, la transmission latérale des bruits est restreinte puisque les planchers portent dans l'immense majorité des cas sur les façades et sur les murs de refend. Il y a donc peu de problèmes acoustiques créer par les planchers entre maisons voisines.
La transmission entre les niveaux d'une même maison des bruits aériens et surtout des bruits de chocs pose par contre problème dans les maisons équipées de gîtages en bois. Ce problème est d'autant plus aigu, lorsque chaque niveau d'une maison unifamiliale a été transformé en appartement.

Faux plafond acoustique

Le Faux plafond est constitué de plaques de plâtre ou de fibro-plâtre ou de plaques composites composées de plusieurs matériaux sur lesquelles est déposée une couche de matériau absorbant souple.
Il doit être mis en place par des fixations ou des suspentes antivibratiles et doit être désolidarisé des murs par un bandeau souple. Plus la lame d'air qui subsiste au-dessus du faux plafond est grande, meilleure est le résultat, mais si la hauteur sous plafond est limitée, une lame d'1 cm donne déjà des résultats satisfaisants.
Cette mesure est primordiale si le gîtage ne comporte pas encore de plaque de plafond. S'il existe déjà un plafond, l'ajout d'un Faux plafond acoustique améliore ses performances.

Complexe de sol isolant sur le plancher

Si la pose d'un faux plafond n'est pas possible ou souhaitable, si le plafond est mouluré ou si le local situé en dessous n'est pas accessible, l'isolation peut être réalisée par-dessus le plancher existant.

En rénovation légère

Pour limiter la propagation des bruits de contact, la solution la plus économique, mais aussi la moins efficace, consiste à placer un revêtement de sol à propriétés résilientes, comme un tapis ou un linoléum sur une sous-couche de liège ou en caoutchouc. Dans le cas d'une cage d'escaliers, par exemple, c'est parfois la seule solution envisageable.

Un revêtement en bois peut être posé sur une couche de matériau résilient posé lui-même sur l'ancien plancher. Les matériaux résilients sont posés en épaisseur suffisante pour reprendre

les inégalités et éviter le poinçonnement. Le moindre poinçonnement, dû par exemple à la présence d'une ancienne tête-de-clou ou d'une irrégularité dans le bois, peut anéantir tous les efforts consentis. Si le support et le revêtement sont parfaitement lisses, on peut se contenter de 3 mm ; par précaution on opte pour une couche de 5 à 7 mm.

Les systèmes de chapes sèches sont composés de panneaux de sol posés sur une couche résiliente ou un isolant semi-rigide à haute densité. Le revêtement de finition est simplement collé ou cloué sur ces panneaux de 2 à 3 cm d'épaisseur, qui peuvent être des plaques de plâtre, de fibro-plâtre ou, plus résistant, de l'OSB (panneau de copeaux compressés) à utiliser si le revêtement de départ n'offre pas une rigidité ou une résistance suffisante au poinçonnement. Les dalles en fibro-plâtre (les marques les plus répandues en Belgique sont Fermacell et Rigidur) permettent aussi de réaliser un compartimentage résistant au feu et peuvent être utilisées dans les salles d'eau.

Des variantes au système de chape sèches sont constituées de la superposition de nombreuses couches de densités différentes qui créent des effets masse/ressort/masse.
- Le système de sol Fermacell avec laine minérale haute densité (améliore aussi la protection au feu).
- Le système Gutex avec mousse de fibres de bois.
- Le système de sol de Pan-Terre dans lequel le matériau absorbant est recouvert de panneaux qui réunissent OSB et mousse de papier, posés sur lambourdes du même matériau.

L'inconvénient de ces systèmes est que le sol est ainsi surélevé de quelques cm et nécessitera l'adaptation des portes et des raccords aux cages d'escaliers.

En rénovation mi-lourde
L'isolation conjointe aux bruits aériens et d'impact peut être réalisée par la création d'un complexe sur le sol existant, en intercalant un matériau absorbant entre des lambourdes désolidarisées et en finissant par des panneaux d'OSB.

Un autre système est constitué de tôles d'acier profilées en queue-d'aronde, comme le plancher-dalle Lewis, posé sur des bandes souples sur le plancher ou le gîtage existant et utilisées comme coffrage perdu d'une chape légère de ± 5 cm d'épaisseur.
Ces systèmes permettent de conserver les gîtages voir les planchers et de mettre en œuvre des matériaux rigides comme des carrelages sans risques de fissuration. Là encore le niveau fini des locaux sera augmenté de minimum 6 cm.

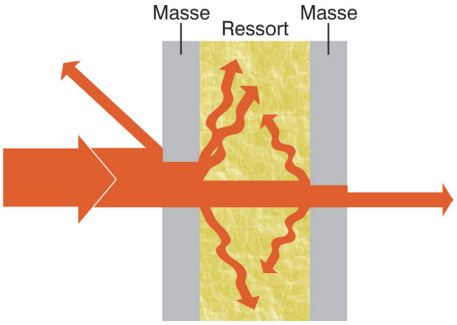
En rénovation lourde
Si la structure existante peut supporter une surcharge et que le sol peut être surélevé, il est encore beaucoup plus efficace de réaliser un sol flottant. Le principe du sol flottant est d'intercaler une couche intermédiaire souple entre la structure porteuse et la chape de ciment. Ce dispositif évite la transmission des vibrations générées sur la chape vers le plancher porteur, mais aussi des vibrations extérieures vers la chape. Ce type de mise en œuvre nécessite dans la plupart des cas la démolition des gîtages en bois et leur remplacement par des dalles en béton armé.

Isolation dans l'épaisseur du plancher

Une amélioration importante dans la transmission des bruits aériens peut être obtenue en insufflant ou en déversant en vrac dans l'espace vide entre gîtes de la vermiculite, de la perlite expansée ou des granulés de liège. La mise en œuvre de cette technique demande le démontage du plancher ou du parquet existant pour une pose en vrac ou le percement du plafond et son ragréage dans le cas d'une insufflation. Le choix d'une des techniques dépendra de l'état des revêtements de sol, de la pertinence de son éventuel remplacement et des mesures complémentaires qui seront éventuellement prises pour limiter la transmission des bruits de choc.

Cloisons entre logements

En rénovation légère



Il est possible de mettre en œuvre le principe « masse-ressort-masse » en réalisant une cloison légère, mais parfaitement étanche à l'air. Elle est constituée de plaques de plâtre posées de part et d'autre d'une ossature flexible de préférence métallique ; l'ossature est construite sur une bande de matériau résilient et le vide est rempli partiellement ou totalement d'un matériau isolant absorbant souple. Cette technique est particulièrement utile en rénovation, quand la structure existante ne permet pas une surcharge importante.

On voit que l'efficacité augmente quand la masse des plaques de chaque côté augmente et quand la distance entre ces plaques augmente. L'isolant lui-même ne doit pas être épais, 50 mm suffisent, mais plusieurs plaques de plâtre sont plus efficaces qu'une seule et plus la lame d'air qui subsiste entre le doublage et le mur existant est large, meilleur est l'isolation. L'ancrage d'équipements comme les sanitaires ne doit pas se faire dans la structure, au risque de ponts acoustiques.

Certains matériaux d'isolation thermique ne présentent que peu de qualité sur le plan acoustique. C'est le cas des matériaux trop raides comme le polystyrène expansé ou extrudé, qui dans certains cas aggravent les problèmes acoustiques en augmentant les transmissions latérales lorsqu'ils sont placés sur une paroi liée au mur ou au plancher de séparation.

Tous les matériaux absorbants souples ou semi-rigides conviennent. La densité de l'isolant est peu importante, du moment qu'il n'est pas raide et rigide. On peut utiliser des matériaux écologiques ou recyclés comme les laines végétales (chanvre ou lin), la laine de bois ou de cellulose (issue de déchets de bois ou de papier recyclé), les mousses de PET issues du recyclage des bouteilles en plastiques, etc.

En rénovation lourde

Conformément au premier principe de l'isolation acoustique, plus un mur est lourd, meilleur est l'isolation aux bruits aériens.

Le choix de la finition, qui détermine l'étanchéité à l'air de la paroi, influence l'isolation acoustique d'un mur maçonné. Un plafonnage améliore considérablement les performances d'une maçonnerie de blocs ou de maçonneries existante relativement poreuses ou de la maçonnerie légère comme celles à base d'argile expansée ou en béton cellulaire souvent utilisée en rénovation. L'indice d'affaiblissement acoustique Rw passe de 25 dB pour un tel mur de 14 cm non enduit à 43 dB pour le même mur enduit d'un côté et 44 dB si l'enduit est mis en œuvre sur les deux faces. La différence est minime pour des blocs plus étanches, comme ceux de type silico-calcaire ou de plâtre. L'épaisseur de l'enduit a peu d'importance 3 mm suffisent.

L'affaiblissement acoustique sera encore plus important si le mur est désolidarisé par une bande périphérique souple. Cette bande doit pouvoir résister à l'écrasement en raison du poids du mur (bandes de néoprène ou de caoutchouc fabriquées à partir du recyclage des pneus).

Il faut veiller à ce que l'homogénéité de la masse ne soit pas interrompue. Éviter les saignées, placer les interrupteurs plutôt en surface que dans l'épaisseur de la construction.

Autres points faibles entre logements

- Les cheminées affaiblissent l'isolement aux bruits. Si elles ne sont plus utilisées, un simple rebouchage au mortier peut suffire.
- En cas de feu ouvert, on peut traiter l'entrée du bruit à la base de la cheminée en obligeant celui-ci à s'amortir en longeant des matériaux absorbants. Il semble qu'on puisse trouver chez les fabricants spécialisés des silencieux à placer dans les cheminées. Le traitement

du bruit à la source évite un doublage du manteau à plusieurs étages. Mais attention, le dispositif doit résister à la chaleur et ne pas modifier le tirage de la cheminée.

- Dans tous les cas, on peut isoler le manteau de cheminée en le doublant. Encore une fois, si la cheminée est encore en fonctionnement, il s'agira de choisir des matériaux d'isolation résistants à la chaleur. Le même traitement sera appliqué aux gaines qui peuvent également favoriser la propagation du bruit entre étages ou locaux.
- Les logements réalisés après 1945 ont fréquemment une coulisse dans le mur de façade. Ce n'est qu'à la fin des années 1970 qu'on a commencé à isoler cette coulisse systématiquement. Si la coulisse est vide ou tapissée d'un isolant thermique rigide ou d'un isolant absorbant qui a plus de 25 ans, le bruit peut circuler par cette voie d'un appartement à l'autre. Profitez alors du remplacement des châssis pour bourrer le vide autour des châssis de laine ou de mousse absorbante et soignez bien la pose des nouveaux châssis par la pose de bandes d'étanchéité à l'air.

Installations techniques et équipements

Blocs anti-vibratiles

Les équipements seront placés sur des blocs anti-vibratiles, dans un local isolé loin des pièces de vie et des chambres à coucher. Les attaches et percements pour passage des conduits seront munis de matériau anti-vibratile et les raccords se feront par des pièces souples.

Canalisations

Pour éviter les nuisances sonores véhiculées par les canalisations, il faut les désolidariser de leur support ou des parois traversées. Les conduites sanitaires seront de préférences groupées dans des caissons isolés et attachés par des colliers ou manchons anti-vibratiles. Elles passeront le plus loin possible des lieux de repos. Les changements de direction ou de diamètre se feront aussi graduellement que possible (coudes à 45° et non à 90° et tuyauterie dites silence).

Capotage

Quand c'est possible, un équipement bruyant qui n'a pu être placé dans un local de service comme une pompe de citerne d'eau de pluie ou un circulateur de boucle d'eau sanitaire commandée, peut être enfermé dans un caisson isolant et absorbant. Les parois du caisson sont tapissées d'un matériau hautement absorbant, comme la mélamine ou la laine de roche. Le caisson peut aussi être réalisé par l'assemblage de complexes absorbants, généralement constitués de cassettes métalliques ou en matière plastique dont la face côté source de bruit est perforée et qui contiennent un matériau absorbant. L'épaisseur de l'isolant et le type de perforation peuvent être adaptés en fonction des fréquences à absorber.
Même s'il n'est pas possible de réaliser un caisson étanche, le bruit peut être attenué de manière appréciable par l'utilisation, autour et/ou au-dessus de l'équipement bruyant, d'un tel complexe absorbant. Ceci est également valable pour les installations en plein air.

Petites incompatibilités entre isolation acoustique et thermique

En règles générales, le renforcement de l'isolation thermique de l'enveloppe d'un bâtiment ainsi que l'amélioration de son étanchéité à l'air est bénéfique au degré d'isolation acoustique par rapport aux nuisances sonores extérieures.
Les cloisonnements entre les logements seront améliorés du point de vue acoustique uniquement, car il n'y a, a priori, aucune raison d'isoler thermiquement les logements les uns par rapport aux autres.

Des choix doivent malheureusement être faits entre certains principes d'isolations acoustiques et thermiques.

Dans le cas de l'isolation des façades

- Les vitrages les plus isolants thermiquement, en particulier les triples vitrages, ne se révèlent que très moyennement performants du point de vue acoustique.
- Les doublages en isolation thermique par l'intérieur doivent impérativement être mis en œuvre contre les murs de façade sous peine de voir leur efficacité fortement diminuée et d'augmenter le risque de condensation sur la face intérieure du mur si cette coulisse n'est pas parfaitement étanche à l'air. En isolation acoustique, on conseille de laisser un vide d'air entre l'isolant et le mur.
- Les isolants thermiques rigides les plus performants comme les polystyrènes et les polyuréthanes ne sont pas de bons isolants acoustiques.

Pour préserver l'inertie thermique du bâtiment

L'atténuation des bruits aériens entre logements est atteinte par la mise en œuvre de faux plafonds et de doublages des murs par des cloisons légères. L'atténuation des bruits de chocs est le plus souvent réalisée par le placement d'une moquette. Pour préserver l'inertie thermique du bâtiment, on évitera précisément les cloisons légères, les faux plafonds et les moquettes.

5. QUALITÉ DU CADRE DE VIE

5.1 Un monde en mutation

La mondialisation de l'économie, la révolution Internet, la crise de la démocratie représentative, la crise de l'État, la croissance des inégalités, la dérégulation climatique, la crise énergétique, sont autant d'éléments nouveaux qui bouleversent notre représentation du monde et commandent de reconsidérer les outils historiques de la gestion publique.

Trois débats scientifiques et politiques, portant sur la durabilité du développement de notre société, participent de cette mutation planétaire :

Le premier touche le changement climatique et le réchauffement de la planète. Aujourd'hui, le constat d'un réchauffement climatique n'est plus guère contesté. Le débat porte essentiellement sur l'amplitude du phénomène (une hausse importante aurait des effets dévastateurs pour l'humanité) et sur la part de ce réchauffement qui serait due à l'activité humaine. C'est notamment sur ce second point que porte le débat politique, car s'il s'avère que l'homme est en grande partie responsable du changement, il en découle la nécessité de changer le mode de fonctionnement de nos sociétés.

Le deuxième débat touche l'augmentation des pollutions de l'air, de l'eau et du sol et de ses retombées sur la santé humaine. Ce point essentiel semble aujourd'hui un peu éclipsé par le premier débat, mais les conséquences sont potentiellement importantes, tant en terme d'augmentation des cancers, d'accès à l'eau potable diminué, de pollution des sols agricoles, d'allergie, d'asthme, etc.

Le troisième débat touche la problématique complexe de la crise énergétique et de l'épuisement des ressources naturelles : finitude des énergies fossiles et dépendance de notre société à des régions du monde politiquement et économiquement instables. La géopolitique mondiale semble se redessiner en fonction de l'accès à l'énergie et en premier lieu le pétrole. Parallèlement, l'extrême dépendance de notre société à une énergie dont les réserves s'épuiseront certainement avant la fin du siècle a de quoi inquiéter, les conséquences humaines d'une raréfaction brutale du pétrole dans nos sociétés actuelles étant potentiellement catastrophique. [16]

5.2 La ville, réponse écologique

La ville prend une place grandissante dans nos sociétés. D'ores et déjà, 80 % des Européens ont des modes de vie urbains. Les villes s'affirment comme les pivots de l'économie mondialisée. Le monde d'aujourd'hui sédimente de nouvelles formes urbaines. La ville d'aujourd'hui ne se pense plus comme un ensemble cohérent et fini, mais comme un réseau de connexions entre un centre-ville, des villages, de grands équipements, des quartiers résidentiels distendus le long des routes et rejoignant d'autres centres-villes…

Cette analyse rejoint le concept de « ville poreuse » développée par les urbanistes ces dernières années. [17]

Ce n'est pas la ville qui est source de pollution, mais l'avènement d'un mode de vie urbain éclaté dans des territoires ruraux. Un million de personnes concentrées dans une ville consomment moins qu'un million de personnes dispersées dans la campagne, en raison de la généralisation du mode de vie qui consacrent l'hyper-mobilité et le territoire à la carte. Aujourd'hui, habiter un village ne signifie plus concentrer ses activités dans ce village. On vit ici, travaille ailleurs, fait ses achats en un troisième lieu, amène les enfants en un quatrième, etc. Cette logique du territoire en archipel se pratique aussi bien en ville qu'à la campagne. Mais la ville, par sa concentration, propose des distances plus courtes.

Le territoire urbain consomme donc moins d'énergie pour fonctionner que le territoire étalé. Mais le territoire urbain ne permet pas seulement des distances plus courtes et des vitesses moyennes de déplacements plus faibles, il permet aussi l'existence d'un réseau performant de transport public, une meilleure mixité sociale, une rationalisation de la consommation de chauffage, une rationalisation de la distribution du gaz, de l'eau, de l'électricité, du courrier, etc.

Définition d'un quartier durable

La notion de quartier durable associe deux termes, « durable », qui renvoient à la notion de développement durable, telle que définie dans le premier chapitre de la présente étude, et la notion de « quartier » qui doit elle aussi être précisé. À partir de quelle échelle peut-on parler d'un quartier ? Il s'agit ici de placer le curseur de la distinction entre l'« éco-urbanisme et l'éco-architecture ». Le second renvoie à l'échelle du bâtiment. Mais l'échelle de l'îlot ou du groupe de bâtiments, en restant au niveau du seul cadre bâti, semble encore trop restrictive pour un éco-urbanisme, qui devrait au minimum comprendre un espace public.

Éléments généraux

De nombreux quartiers durables ont vu le jour ces dernières années en Europe. Les pays du Nord et notamment l'Allemagne, les Pays-Bas, la Suède, le Danemark, la Finlande, l'Angleterre se sont lancés dans des projets de construction de morceaux de ville ayant pour ambition une meilleure maîtrise des besoins énergétiques, une gestion rigoureuse des déchets, une prise en compte des problématiques de l'eau… Du point de vue de l'aménagement, les options visent essentiellement à :

16 COOPARCH-RU. *L'introduction de critères de développement durable lors de l'élaboration de plans d'aménagement*, mai 2007, 6 p.

17 Bernardo Secchi et Paola Vigano, équipe Studio 08. *La métropole du XXIe siècle de l'après-Kyoto*, décembre 2008, p. 9-19

- Promouvoir la compacité des projets et la densité du bâti. Ce point, jugé comme essentiel, est assez bien respecté dans l'ensemble des quartiers ;
- Concevoir des quartiers permettant aux habitants et utilisateurs d'avoir recours à d'autres modes de transport que la voiture individuelle. Ce point n'a évidemment de sens que si le reste de la ville est par ailleurs organisé dans le même esprit ;
- Promouvoir en général (pas toujours) la mixité des fonctions, même si cette mixité est plus ou moins forte (diversifiée) et plus ou moins spécialisée (par exemple avec le projet de Wiikki à Helsinki, formé autour d'un parc scientifique)
- Promouvoir la mixité sociale. Cet objectif n'est pas toujours atteint (Malmö, par exemple), à cause des surcoûts entraînés par les aménagements et matériaux spécifiques aux exigences environnementales et se répercutant sur le prix de vente des logements. Cependant, il faut citer le cas de Kronsberg, où des subventions permettent à 90 % des habitants de la ville de venir habiter le quartier.

Le plus souvent, ces quartiers se développent sur une friche urbaine, qu'elle soit portuaire, ferroviaire, militaire ou industrielle. Le cas d'une urbanisation totalement nouvelle existe aussi, ainsi que la rénovation d'un quartier existant, mais reste minoritaire dans les exemples les plus connus. [18]

Densité

La densité projetée est en général assez élevée, telle que l'on peut la qualifier d'urbaine. Ainsi, trois quartiers (Kronsberg, Vauban, Malmö) projettent des densités égales ou supérieures à 100 habitants par hectare, jusqu'à 131 hab. /ha pour le quartier Vauban.

La maîtrise foncière

Le site n'est pas systématiquement propriété publique. On peut notamment citer le projet de Leidsche Rijn aux Pays-Bas, se développant sur 2 560 hectares de propriétés privées. La maîtrise du développement urbain passe ici par un cadre réglementaire strict et précis, qui canalise efficacement les acteurs privés. La maîtrise du foncier par les pouvoirs publics, si elle n'est pas obligatoire, rend cependant le processus plus simple et plus sûr. Ainsi, la Ville de Hanovre a régulièrement acheté les terrains de son site au début des années 1990, le site étant affecté en réserve foncière, jusqu'à posséder 80 % de la surface du site.

Le montage de projet

La mise en place d'un quartier durable se distingue par une coopération forte entre tous les acteurs intéressés au développement du site, privés comme publics. Les premiers financent la construction et la commercialisation des logements. Les pouvoirs publics, qui sont souvent la Ville et l'État, parfois la Région et l'Union européenne, peuvent prendre à leur compte la dépollution du sol, le traitement écologique (soit par investissement direct, soit par subvention incitative).

Les outils

Quel que soit le partenariat public/privé, ces opérations sont très fortement encadrées par les pouvoirs publics, via un masterplan ou un schéma directeur, subordonné en général à des documents d'orientation stratégique (projet de ville, projet de région). Les projets fixent des objectifs précis à atteindre, par exemple en termes de performance énergétique des bâtiments, ces objectifs étant contraignants pour la délivrance du permis.

La participation : Le processus participatif est systématiquement intégré dans le projet. Cette participation concerne fortement les habitants en cas de rénovation. En cas de construction de quartiers nouveaux, les futurs habitants et les futurs entreprises sont intégrés lorsqu'ils sont connus (quartier Vauban), mais la participation vise à impliquer tous les acteurs (promoteurs, développeurs, administrations) tout au long du processus. En revanche, ces quartiers

18 COOPARCH-RU. *L'introduction de critères de développement durable lors de l'élaboration de plans d'aménagement*, mai 2007, 10 p.

Quartier Vauban
Source : Modelmo, photo M.Opdebeeck

intègrent la participation des futurs habitants et utilisateurs pour les questions de fonctionnement du quartier, une fois celui-ci sorti de terre, notamment pour les questions de gestion des déchets.

Quelques éléments pratiques à retenir

Les éléments suivants, repris des expériences citées, semblent intéressants à retenir :

- un seuil minimal à atteindre pour la densité habitée (exprimée en nombre d'habitants par ha) ;
- le recours aux énergies renouvelables (solaire, géothermie, éolien, biogaz, etc.) ;
- le découpage du terrain en petites parcelles et vente préférentielle à des constructeurs individuels privés. Ceci pourrait permettre d'éviter un aspect trop uniforme du quartier, une
- unité visuelle trop parfaite pouvant être vécue comme monotone et froide ;
- la prise en compte des biotopes et des arbres les plus remarquables, en vue de maintenir, voire d'accroître la biodiversité ;
- des standards énergétiques minimaux pour la construction des bâtiments ;
- la mixité des fonctions, en tenant compte de l'environnement urbain du quartier, afin de limiter les besoins en matière de mobilité ;
- l'utilisation de matériaux de construction à faible impact environnemental ;
- la gestion des eaux pluviales et des eaux usées ;
- une hiérarchisation stricte des voiries et un aménagement ayant pour but à la fois la limitation de la vitesse des automobiles et le confort des usagers faibles ;
- la gestion des déchets de chantier ;
- la gestion des déchets de « fonctionnement » du quartier ;
- l'information en continu de la consommation énergétique de chaque logement [19].

La maîtrise de l'étalement urbain

Les villes en Wallonnies, comme toutes les villes contemporaines, sont travaillées par l'étalement urbain, c'est-à-dire une croissance spatiale de l'agglomération plus rapide que son évolution démographique (l'étalement urbain est même constaté dans des agglomérations dont la démographie est stable, voir en baisse). Ce processus entraîne notamment une dédensification importante du territoire urbain, un allongement des distances et une déqualification des quartiers centraux et anciens.

Appelé aussi péri-urbanisation ou rurbanisation, l'étalement urbain progresse en archipel mêlant centres anciens, villages, surfaces agricoles, lotissements pavillonnaires, grands équipements publics et privés.

Les coûts de cet étalement, en termes économiques et environnementaux, sont importants : pollution de l'air et congestion routière croissante, étirement des impétrants, disparition et banalisation des paysages, paupérisation des centres-villes, fractures sociales inscrites dans le territoire et élévation du coût des distributions diverses.

C'est pourquoi la maîtrise de l'étalement urbain sera l'objectif central et transversal dans toute démarche visant un développement urbain durable.

Promouvoir la densité

La densité sera le concept clé permettant de maîtriser l'étalement urbain et ses conséquences néfastes. La densité a souvent mauvaise presse. On lui attribue des maux qui en réalité ne lui appartiennent pas en propre. On la confond avec le gigantisme urbain, l'insécurité, la pollution, l'individualisme. Rappelons que la densité mesure simplement une occupation par rapport à une surface, sans prédire ni de la forme ni de la taille des agglomérations. Un village de 1 000 habitants peut être beaucoup plus dense qu'une ville d'1 million d'habitants.

La densité est un concept clé en urbanisme et en aménagement du territoire, car elle déter-

19 COOPARCH-RU. *L'introduction de critères de développement durable lors de l'élaboration de plans d'aménagement*, mai 2007, 11 p.

mine et influe de nombreux paramètres du fonctionnement urbain. Un million de personnes réparti sur 1 000 ou sur 100 km² n'auront pas la même utilisation quotidienne du territoire et surtout n'auront pas la même la même consommation énergétique.
Or, les villes importantes en Wallonnie comme Liège, Charleroi, Mons et Namur sont peu denses. La ville de Liège présente une densité de 28,12 habitants par ha et la ville de Charleroi de 20 habitants par ha.[20] La faible densité résulte tant de la morphologie dominante de l'habitat que de la subsistance jusqu'à proximité du centre-ville de nombreux espaces non urbanisés. Ces espaces non urbanisés sont de trois types : les versants trop raides creusés par les cours d'eau qui traversent ces villes, les zones industrielles (dans la vallée, mais aussi jusqu'aux plateaux où les terrils marquent les anciennes exploitations charbonnières) et de vastes espaces boisés.
Enfin, la densité n'est pas forcément synonyme de paupérisation ou de mal-être comme on le croit trop souvent. Paris, une des villes les plus dense avec 200 habitants par ha, figure parmi les cités les plus riches et les plus recherchées du monde. À l'autre bout du tableau, Charleroi, qui présente la même superficie que la capitale française (hors banlieues) mais compte 10 fois moins d'habitants, accumule malaise social, crise économique et taux de chômage record. Le but ici n'est pas de démontrer que c'est la sous-densité de Charleroi qui induit la paupérisation de son économie, mais que densité et qualité de vie sont relativement déconnectées l'une de l'autre.

Pourquoi la densité

La ville peut être définie comme la réponse aux besoins de maximisation de stockage et d'échange de biens, d'informations et de personnes. Cette maximisation s'atteint via deux moyens, pouvant être complémentaires à un point d'équilibre, mais s'excluant l'un l'autre aux extrêmes : **l'accroissement de la vitesse de déplacement** ou **l'accroissement de la densité**. Or si la première méthode, utilisée à outrance depuis les années 1960, atteint ses limites et est extrêmement consommatrice d'énergie, la seconde semble apporter une série de réponses transversales et durables aux problématiques du développement territorial et urbain d'aujourd'hui.

En matière de contexte social et d'usages

La densité permet l'émergence de mixité des fonctions, favorisant la prise en compte des besoins diversifiés des habitants. Elle peut intégrer plus harmonieusement la diversification des types de logements. La densité permettra très efficacement d'atteindre une mixité sociale naturelle et non contrainte, en rapprochant les logements entre eux et en augmentant l'utilisation mixte des équipements et espaces publics.
Il faut noter que la densité est une condition incontournable mais en soi insuffisante pour permettre l'émergence de la mixité des fonctions. D'autres paramètres rentrent en ligne de compte, comme la place du quartier dans la ville, son accessibilité, le profil socio-économique de ses habitants, la volonté politique de favoriser la mixité ou au contraire la mono-fonctionnalité. En outre, si la mixité s'atteint en moyenne dans la ville, elle ne sera jamais parfaite au niveau d'un quartier. Il y a toujours eu et il y aura toujours des spécialisations par quartier (résidentiels, commercial, commerces spécialisés, quartier d'affaires, etc.).

En matière de consommation énergétique pour les transports

La densité permet de mieux maîtriser les dépenses énergétiques. Une densité élevée suppose des distances moyennes plus courtes et suppose une vitesse de déplacement plus basse. Les distances sont raccourcies non seulement parce que les bâtiments sont plus proches les uns des autres mais aussi parce que la densité va permettre l'émergence d'une meilleure mixité des fonctions, lesquelles seront ainsi mieux réparties dans la ville.

20 http://statbel.fgov.be/fr/modules/publications/statistiques/population

Enfin, distance plus courte et vitesse plus basse rendent les modes doux comme les déplacements piétons, à vélo et en transports en communs concurrentiels à la voiture.

En matière de bruit routier

La densité participera à la maîtrise du bruit. Le degré de densification d'un territoire étant inversement proportionnel à la vitesse de déplacement nécessaire pour utiliser ce territoire, une densification supposera une vitesse moyenne de déplacement plus basse, ce qui luttera efficacement contre le bruit routier et rendra concurrentiel le report vers les modes doux.

En matière de consommation énergétique dans les bâtiments

La densité urbaine n'est pas toujours synonyme de rendement énergétique des bâtiments. C'est la compacité et la recherche de mitoyenneté des bâtiments qui concourent à limiter les surfaces d'enveloppe à isoler. Les typologies urbaines des villes anciennes sont à cet égard les plus performantes. En revanche, la densité a un impact sur le rendement énergétique parce qu'elle permet de limiter les pertes en ligne dans les réseaux de distributions électriques et dans le cas où elle permet des économies d'échelle via des solutions collectives de chauffage urbain par exemple.

En matière d'eau

Une densité élevée consommera moins de terrain et réduira les surfaces imperméabilisées. À l'échelle locale, cela peut sembler contradictoire lorsque l'on compare un centre-ville dense et minéralisé avec une périphérie verte. La contradiction est levée cependant lorsque l'on considère les kilomètres de routes nécessaires pour viabiliser un territoire sous-densifié.

En matière d'air

En rendant possible une mobilité plus durable dans l'hypothèse où emplois et logements à proximité sont disponibles l'un et l'autre, la densité contribue à lutter contre la pollution de l'air.

En matière de paysage et de biodiversité

Chaque logement que l'on ne construit ou ne rénove pas en ville se construira à la campagne et rendra leurs occupants plus dépendants de la voiture. La densité permet de conserver des activités et des paysages agricoles en luttant contre le mitage des campagnes. Elle permet de mieux considérer les espaces riches en biodiversité car elle contient mieux la ville et son étalement. Elle permet de lutter contre la pollution de l'eau et de l'air en rendant possible une mobilité douce et un meilleur rendement du chauffage.

En matière de déchets

En soi la densité a peu d'impact sur la maîtrise et le traitement des déchets, si ce n'est qu'elle permet certaines solutions collectives comme la mise en place de conteneurs de tri sélectif.

En matière de sols

La densité permet un usage parcimonieux du sol mais n'a pas vraiment d'impact en soi sur les questions de déblais, remblais, pollution du sol etc.[21]

21 COOPARCH-RU. *L'introduction de critères de développement durable lors de l'élaboration de plans d'aménagement*, mai 2007, p. 14-18.

6. MOTIVATIONS DU PUBLIC

6.1 Le facteur humain

Préambule

Dans les sociétés développées actuelles, l'énergie est principalement utilisée pour améliorer notre confort et pour gagner du temps, *ou en tout cas ce que l'on croit être le confort ou le gain de temps*. Les habitudes de chaque jour ont certaines significations symboliques, qui ne sont pas forcément la réponse à un besoin primaire. Nos modes de vies constituent une construction complexe, dépendant de paramètres socio-techniques, socio-symboliques et socio-temporel.

L'étude SEREC de 2007 caractérise les habitudes des consommateurs selon divers paramètres, à savoir : la région concernée, l'âge de la personne interrogée, le sexe de cette dernière, le type de logement, la taille du ménage, la composition du ménage, la composition associée à la personne interrogée, et enfin le revenu.

La culture

La culture constitue un premier facteur principal influençant nos comportements énergétiques. Certaines études (Hackett and Lutzenhizer, 1991) montrent par exemple que, pour réduire la consommation d'énergie dans leur maison, les personnes du Sud et des alentours de la Méditerranée réduiront la température de l'eau chaude sanitaire, tandis que les Européens préféreront limiter la température des locaux, et porter des vêtements plus chauds en hiver, et éteindre la climatisation en été, tandis que les Américains utiliseront le thermostat toute l'année. D'autres études portant sur la lumière et l'éclairage (Oxford Study concerning residential light, 1998) mettent en évidence les habitudes différenciées des habitants de l'Europe du Nord, du Sud, et du Japon par exemple, où l'usage des lampes fluorescentes est nettement plus répandu qu'en Europe.

Les facteurs socio-économiques

Les facteurs socio-économiques viennent en second plan, avec comme principal paramètre le revenu des ménages. La consommation d'énergie directe et indirecte croît avec le revenu, bien que la prise de conscience du problème environnemental augmente elle aussi avec le niveau de revenu (et d'éducation). Les ménages ayant des salaires élevés consomment plus d'énergie, et ce pour gagner du temps et pour maintenir leur confort habituel. Cependant, on constate que ces ménages ont proportionnellement des dépenses énergétiques moins grandes que les ménages à bas revenu, ce qui s'explique par le fait qu'ils utilisent des appareils plus efficients (plus récents). En effet, les moyens financiers dont ils disposent leur permettent d'investir dans des appareils énergétiquement efficaces, ce qui n'est pas le cas des familles à bas revenus.

Le niveau d'éducation

Le niveau d'éducation est également synonyme de différences. Parmi les personnes ayant un niveau d'éducation élevé, la prise de conscience du problème environnemental est plus répandue et, cette catégorie de personnes semble plus concernée par les défis environnementaux que les personnes possédant un niveau d'éducation plus faible. Cependant, certaines études (Anker-Nilssen, 2003) mettent en évidence le fait que bien que les personnes d'un niveau d'éducation plus élevé soient plus conscientes des problèmes environnementaux, leurs comportements ne sont pas plus économes d'un point de vue énergétique.

L'âge

L'âge peut également exercer une certaine influence. Les données sont différentes selon les pays et sont parfois contradictoires. Au États-Unis par exemple, il semble que les personnes plus âgées soient moins concernées par les problèmes environnementaux que les plus jeunes, alors qu'en Angleterre c'est la situation inverse qui se dégage. L'âge peut également influencer les consommations par le biais de la présence à la maison.

Le sexe

Par ailleurs le sexe du consommateur est également mis en évidence, les femmes étant manifestement plus concernées par l'environnement et plus engagées dans les pratiques économisant l'énergie que les hommes.

La composition du ménage

La composition du ménage intervient dans le bilan énergétique total. Les consommations absolues augmentent avec la taille du ménage, mais les consommations par personnes diminuent en raison des économies d'échelle qui s'ensuivent.

6.2 les différentes consommations

Le chauffage

Les habitudes varient fort d'une personne à l'autre et selon le contexte. Certaines personnes ne chauffent que le local dans lequel elles se trouvent (les études de cas dans ce guide montrent que c'est souvent dans le cas de la sous occupation du logement que l'on rencontre ce cas de figure, quand une personne seule ou un couple sans enfants habite une maison assez grande), tandis que d'autres préfèrent une température élevée dans toute la maison.

Selon l'étude SEREC, la majorité des Belges estiment que la température de leur séjour est égale ou supérieure à 21° C en hiver. On a respectivement 56 % des personnes interrogées en Wallonnie qui expriment ce type d'exigence de confort, 62,4 % en Flandre et 44,6 % en région Bruxelloise.

La pratique consistant à diminuer la température pendant la nuit ou en cas d'absence semble assez répandue en Belgique.

Réduire la température ambiante de 1° C est une proposition plutôt bien acceptée par la population, mais cette mesure est fortement liée au revenu. Il semble effectivement que les ménages dont le revenu est plus faible sont plus favorables à cette mesure. Certains obstacles comme l'absence de régulation sont cependant à contourner. De même le remplacement de la chaudière, ou la mise en œuvre d'équipements plus performants au niveau thermique est une action qui semble pouvoir être acceptée par les ménages, particulièrement par ceux possédant un revenu élevé.

Par ailleurs, l'enquête sur la qualité de l'habitat en région wallonne nous apprend que, quel que soit le type de combustible utilisé, la consommation annuelle est plus élevée chez les propriétaires que chez les locataires.[22] Ceci peut s'expliquer par différents facteurs, comme par le type de logement. Par leur statut du propriétaire qui possède souvent des revenus plus élevés, par le type de combustible (le bois est par exemple utilisé comme combustible d'appoint chez les propriétaires).

L'eau chaude sanitaire

La consommation d'eau chaude sanitaire est plutôt liée à certaines variables socio-économiques, comme le revenu, le type de maison, l'âge etc.

22 80,8 % des maisons unifamiliales sont habitées par leur propriétaire, et 72 % des bâtiments divisés en plusieurs logements ainsi que 67,4 % des appartements au seins des immeubles d'appartements sont occupés par des locataires.

Il apparaît que les plus grands consommateurs sont essentiellement les plus jeunes, les personnes vivant dans une maison et les ménages à haut revenu. Peu de personnes associent le fait de prendre un bain ou une douche à autre chose que de l'hygiène ou du confort. La raison principale poussant les gens à prendre une douche plutôt qu'un bain réside dans le gain de temps que cela procure, les préoccupations environnementales ont peu d'impact sur ce type de comportement.
Installer des pommeaux de douches économiques semble constituer la première action visant à réduire les consommations, proposition qui est majoritairement acceptée par les personnes jouissant d'un faible revenu, et par celles habitant un appartement.

L'électricité

Le nombre d'appareils électroménagers ne cesse d'augmenter, ce qui contrebalance le fait qu'ils deviennent de plus en plus efficients. Les caractéristiques des appareils électriques influencent largement les consommations électriques des ménages. Les électroménagers les plus efficaces consomment environ 40 % à 60 % de moins que les électroménagers classiques. En prenant le comportement des personnes vis-à-vis de l'éclairage comme base d'un comportement général (rappelons que l'éclairage représente une assez petite part de la consommation électrique comparée aux appareils 'électro-thermiques'comme les taques de cuisson électriques, les lave-linge, les sèche-linge ou les lave-vaisselle), l'étude met en évidence les comportements suivants.

Seulement le quart des personnes interrogées affirment éteindre les lampes chaque fois qu'elles quittent un local, même pour cinq minutes, et 42,5 % ne le font jamais. On ne constate pas de différences appréciables selon les variables telles que les régions ou le type de constructions. Par contre, le revenu, la taille du ménage ou l'âge ont une influence significative : près de 50 % des personnes à bas revenus admettent ne jamais éteindre la lampe derrière eux, contre 37 % pour les revenus élevés. Les personnes vivant seules et les personnes plus âgées ont également moins tendance à éteindre la lampe lorsqu'elles quittent un local. Il faut également noter que la première réponse à la question de savoir à quel aspect énergétique les personnes font le plus particulièrement attention est l'éclairage (qui ne représente pas un grand volume de consommations électriques).

L'étude montre que le Belge possède en moyenne cinq appareils domestiques électriques (un lave-linge, un séchoir, un frigo, un four et un lave-vaisselle) et quatre consacrés à l'information et à la communication (radio, télévision, lecteur DVD, ordinateur, console de jeux). Le nombre d'appareils décroît avec l'âge et augmente avec la taille du ménage, et donc corollairement avec la taille du logement.

57,8 % des Wallons possèdent au moins un appareil électroménager de classe A ou B, la Wallonie présentant un score légèrement inférieur à la moyenne Belge de 62 %. Cette proportion est plus importante pour les maisons que pour les appartements, ainsi que pour les personnes possédant un revenu plus élevé.

On constate que la majorité des personnes possèdent leur propre machine à lessiver, et 80 % des gens l'utilisent une fois par semaine au moins. Les personnes vivant dans des appartements présentent cependant un score plus faible, tant pour les lave-linge, que pour les séchoirs et les lave-vaisselle. Il en va de même pour les personnes isolées et celles à faible revenu. L'utilisation des différents appareils est plus fréquente en Flandre qu'en Wallonie.
Une autre pratique corrélée à la consommation électrique est la mise en veille de certains appareils électrique, comme la télévision, l'ordinateur etc. Il apparaît que tout le monde ne connaît pas la différence entre la mise la mise en veille et l'extinction d'un appareil et que certains utilisent le mode veille sans en avoir conscience. 81 % des personnes interrogées

savent pourtant qu'un appareil en veille consomme de l'électricité. En ce qui concerne la télévision, appareil très répandu puisque seulement 1 % de la population n'en possède pas, on peut dire qu'en moyenne 32 % des Wallons laissent toujours leur télévision en mode veille s'il ne la regarde pas, que 16 % de ces derniers la laissent parfois et que 34 % ne la laissent jamais en veille.

80 % des personnes interrogées déclarent être pleinement d'accord d'utiliser l'énergie renouvelable. Cependant, différents obstacles freinent cette évolution, principalement des obstacles financiers ou des carences du niveau de connaissances. Investir plus dans des appareils consommant moins d'énergie semble bien accepté par la population, à raison de 70 % environ. Mais cela reste conceptuel dans la mesure où peu de gens reconnaissent que la consommation des appareils fasse partie des critères d'achat. Les habitudes sont aussi très présentes, et seulement 11 % des personnes accepteraient de ne pas utiliser de séchoir.

6.3 La représentation sociale

La corrélation entre revenu et consommation énergétique a été mise en évidence par de nombreux auteurs. Comme énoncé ci-dessus, d'une part les consommations des locataires sont en moyennes inférieures à celles des propriétaires, et d'autre part les ménages qui disposent des revenus les plus élevés consomment le plus d'énergie. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cet état de fait, comme le type (maison versus appartement) et la surface du logement (les logements les plus vastes sont souvent ceux des propriétaires).

Les ménages aux revenus élevés remplacent ou rénovent plus souvent les équipements et le logement. Les bas revenus sont donc susceptibles d'habiter les logements dont les déperditions de chaleur sont importantes, et font face au manque d'information et de moyens.
Répondre aux besoins de ce groupe de population permettrait de concilier enjeux sociaux et environnementaux.

Les motivations conduisant à des pratiques réduisant l'énergie sont multiples. Les résultats obtenus concernant la principale motivation invoquée par les participants à l'enquête sont les suivants :

- Éducation : 8,7 %
- Raisons économiques : 14,7 %
- Sentiments de responsabilité collective : 17,7 %
- Protection de l'environnement : 28,8 %
- Contre le gaspillage : 24,8 %
- Intérêt pour les nouvelles technologies : 24,8 %
- Aucune motivation : 0,6 %

6.4 Évaluation du niveau de connaissance

Selon une étude menée en 2003 par Boardman et Palmer, la majorité des gens ne se sentent pas concernés par les changements climatiques, ou trop peu, et le niveau de connaissance concernant les émissions de CO_2 dans l'atmosphère est insuffisant. De plus, la confusion entre les différentes notions comme la couche d'ozone ou la pollution et les émissions de gaz à effet de serre est assez répandue. Cette prise de conscience est cependant en évolution ces dernières années et la médiatisation de plus en plus importante de la question climatique y est pour beaucoup.
On constate que le niveau de connaissance augmente avec le revenu et avec la taille du ménage. Les ménages habitant des maisons « 4 façades » ont une meilleure connaissance des problèmes environnementaux. La relation entre le niveau de connaissance et la mise en pra-

tique d'actions visant à réduire la consommation d'énergie mérite qu'on l'approfondisse.
Les personnes possédant un grand nombre d'appareils électriques ont le plus haut niveau de connaissance sur les consommations de ces appareillages électriques (nombre d'appareils et utilisation), mais la mise en pratique de ces connaissances théoriques est rarement faite. La connaissance n'est donc pas suffisante à elle seule pour changer les habitudes de vie, et la majorité des gens restent préoccupés par le quotidien, sans réaliser le confort et le luxe inhérent atteint dans les pays développés. On remarque que peu de liens sont établis entre changements climatiques et consommation d'eau chaude sanitaire, température ambiante ou ventilation. Par contre, la relation avec la diminution de température pendant les absences est plus présente. La même constatation peut-être faite en ce qui concerne les énergies renouvelables : une meilleure connaissance de l'existence et de l'utilisation des énergies renouvelables n'est pas associée aux pratiques visant à économiser l'énergie.
Par ailleurs, les mesures de déductions fiscales associées aux économies d'énergie ne sont pas connues de toute la population, dans certains cas la moitié des personnes interrogées n'en sont pas informées. Il est à noter que les plus bas revenus qui ne payent pas ou peu d'impôts sont peu concernés par ces mesures.

6.5 Choix résidentiels et acceptabilité des mesures

Les choix résidentiels influencent considérablement les consommations énergétiques. La localisation et les critères qui y sont liés comme la densité, l'orientation constituent des facteurs clés. Les caractéristiques du bâtiment comme le nombre de façades, la superficie par habitant, la compacité, constituent un deuxième volet de variables importantes. Ces aspects résultent de choix à long terme de la part des habitants, mais sont également influencés par les politiques d'aménagement du territoire. La source énergétique et l'utilisation quotidienne de cette dernière complète cette liste de paramètres importants. L'acquisition d'un logement et dans une moindre mesure sa location sont des choix à long terme qu'il semble difficile de modifier aisément. Par contre, les frais de chauffage et de transports peuvent être considérés comme frais variables sur lesquels le « sentiment de contrôle » est plus important.
De façon générale, les améliorations techniques sont préférées aux mesures visant les changements de comportements, en particulier parmi les ménages à hauts revenus. De plus, les mesures relatives à la consommation énergétiques des logements sont préférées aux politiques visant à modifier les habitudes en matière de transport comme celles visant à réduire l'utilisation des véhicules individuels.

6.6 Conclusions

Les différents résultats de l'étude démontrent que l'intérêt collectif pour l'environnement est assez largement partagé en Belgique, mais beaucoup de personnes pensent que les solutions doivent venir d'un autre groupe que le leur. On peut aussi constater qu'une bonne connaissance des problèmes environnementaux n'est pas synonyme d'un fort investissement environnemental. D'autres facteurs que la connaissance interviennent également, et les habitudes et actions forment un système complexe ou le paraître, le statut social jouent un rôle crucial.

La principale raison qui retient les gens d'investir dans leur maison pour réduire les dépenses énergétiques est la peur de perdre leur confort. L'impression de réaliser une action insignifiante et la limitation financière des ménages interviennent également dans le manque de prise de décision que l'on constate à l'heure actuelle.

Les ménages auraient une idée assez vague de l'utilisation de l'énergie des différents secteurs, surestimant l'énergie utilisée par l'industrie et sous-estimant celle utilisée par les ménages et le transport. De plus ils connaîtraient peu la consommation respective et les coûts financiers et environnementaux de leurs différents usages énergétiques (chauffage, eau chaude sanitaire et électricité). Au-delà de la diffusion d'information, qui semble nécessaire, un travail de sensibilisation est également nécessaire dans la mesure où la consommation énergétique est encore trop souvent considérée comme un signe de richesse.[23]

23 Scientific Support Plan for a Susttainable Development Policy (SPSD II), La consommation d'énergie dans le secteur residentiel : facteurs socio-techniques SEREC, Belgian Science Policy, janvier 2006

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALITÉS

- NBN EN 15251, Critères d'ambiance intérieure pour la conception et évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique, 2007

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE CONFORT THERMIQUE ET VENTILATION

- ARCHITECTURE ET CLIMAT, Énergie+, www.energieplus-lesite.be, Louvain-la-Neuve, 2010
- LUCIEN FEBURE, La sensibilité et l'histoire, Annales d'Histoire Sociale, 1941
- BÉATRICE FONTANEL, Nos maisons du moyen âge au xx^{e} siècle, Seuil, 2010
- ADELINE GUERRIAT, Maisons passives, Hommes-Habitat-Environnement, l'Inédite, 2008
- NBN D50-001, Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitations, 1991
- NIT192 : La ventilation des habitations, 1re partie : principes généraux, CSTC, 1994
- NIT 203 : La ventilation des habitations, 2^{e} partie, mise en œuvre et performances des systèmes de ventilation
- NBN EN 62-002 : Performances thermiques de bâtiments - Calcul des coefficients de transmission thermique (valeurs U) des composants et éléments de bâtiments - Calcul des coefficients de transfert de chaleur par transmission (valeur HT) et par ventilation (valeur Hv), 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : ENE00 - problématique et enjeux de l'Énergie, in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : ENE02 - développer une stratégie du chaud, in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : ENE03 - développer une stratégie du froid, in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, 2008
- MATRICIEL, ARCHITECTURE ET CLIMAT UCL, Projet Reloso, Étude pour le renouveau du logement social, Service Public de Wallonie, Département de l'Énergie et du Bâtiment durable, chapitre 6 Assurer le confort thermique d'été, 2009
- MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE (MRW), DIRECTION GÉNÉRALE DES TECHNOLOGIES, DE LA RECHERCHE ET DE L'ÉNERGIE, Guide pratique de la ventilation naturelle des habitations, 2002
- MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE (MRW), DIRECTION GÉNÉRALE DES TECHNOLOGIES, DE LA RECHERCHE ET DE L'ÉNERGIE, Guide pratique de la ventilation mécanique des habitations, 2004

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE CONFORT VISUEL

- REITER, S. et DE HERDE A., L'éclairage naturel des bâtiments, Ministère de la Région Wallonne, 2001
- NBN EN 15193, Performances énergétiques des bâtiments – Exigences pour l'éclairage, 2007
- MATRICIEL, ARCHITECTURE ET CLIMAT UCL, Projet Reloso, Étude pour le renouveau du logement social, Service Public de Wallonie, Département de l'Énergie et du Bâtiment durable, chapitre 5 Assurer le confort visuel, 2009

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE POLLUTION INTÉRIEURE

- DEOUX, S. et P., L'écologie c'est la santé, Éditions Frison-Roche, Paris, 1993
- ROULET, C.-A., Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
- DE CUYPER, K., Maîtrise de la légionelle : quelle longueur pour le branchement en amont du robinet ?, CSTC, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS07 - Assurer la qualité de l'air ENE23 in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008

- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS08 - Limiter les sources de pollution intérieure : pollution chimique et physique in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS09 - Colles et peintures : tenir compte de leur impact sur la santé et sur l'environnement in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS10 - Traitements du bois : tenir compte de leur impact sur la santé et l'environnement in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS11 - Limiter les sources de pollution intérieure : biocontaminants in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : CSS12 - Limiter les sources de pollution intérieure : pollution magnétique, IBGE, 2008
- Belgian Bio Electro Magnetic Group (BBEMG), s'intéresse particulièrement aux effets des champs électriques et d'induction magnétique générés par le transport et l'utilisation de l'énergie électrique dans notre vie quotidienne ou sur notre lieu de travail
- Outil SQuATte, Bruxelles Environnement-IBGE, www.bruxellesenvironnement.be, SQuATe est un outil dynamique dont l'objectif est de vous faciliter la tâche lorsque vous voulez mettre en relation un problème de santé et les polluants intérieurs qui peuvent en être l'origine.

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE CONFORT ACOUSTIQUE

- La nouvelle norme NBN S 01-400-1, Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation, 2007
- IEA SHC TASK 37, Sophie Trachte-André De Herde, Avanced and sustainable housing renovation - A guide for designers and planners - SHC Program Task 37, 2010 - Service public de Wallonie - Département de l'énergie

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE CADRE DE VIE

- COOPARCH-RU, L'introduction de critères de développement durable lors de l'élaboration de plans d'aménagement, 2007
- DEVILLERS, C., HAUMONT, A., NAPPI-CHOULET, I., WARNIER, B., SALLEZ, A., Formes d'habitat et densités urbaines : Quelles opportunités pour la ville de demain, Observatoire de la Ville, 2007
- OBSERVATOIRE DE LA VILLE, Réflexions et proposition du comité d'experts de l'observatoire de la ville : Formes d'habitat et densité urbaines, Risques et opportunités pour les villes de demain, Observatoire de la Ville 2007
- MATRICIEL et CERAA, Info fiches eco-construction : TER01, Offrir des opportunités d'échanges sociaux in Guide pratique pour la construction et la rénovation de petits bâtiments, IBGE, 2008

LECTURES COMPLÉMENTAIRES ET BIBLIOGRAPHIE MOTIVATION DU PUBLIC

- SCIENTIFIC SUPPORT PLAN FOR A SUSTTAINABLE DEVELOPMENT POLICY (SPSD II), La consommation d'énergie dans le secteur residentiel : facteurs socio-techniques SEREC, Belgian Science Policy, 2006