



Construire sain

Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage
et maîtres d'œuvre pour la construction
et la rénovation

mise à jour d'avril 2013



MINISTÈRE
DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES
ET DU LOGEMENT
www.territoires.gouv.fr

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE
www.developpement-durable.gouv.fr

Structuration du guide

Quatre grandes thématiques sont abordées :



L'air



L'eau



Le confort
acoustique, visuel
et hygrothermique



Les risques
émergents

Chaque thématique est structurée de la façon suivante :

1 • Le contexte

2 • Les paramètres de qualité et les risques sanitaires

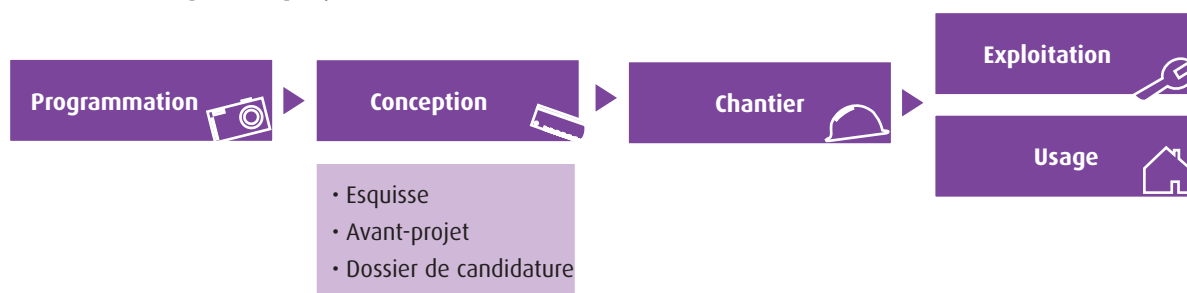
3 • Les textes de référence et en particulier la réglementation en vigueur

4 • Les méthodes de construction saine avec présentation des « bons gestes » à effectuer pour chaque étape du projet :

- **programmation** : phase qui permet au maître d'ouvrage de définir son projet sous tous ses aspects (fonctionnel, technique, etc.)
- **conception** : phase pendant laquelle l'équipe de maîtrise d'œuvre conçoit le projet et le définit sous forme de plans et pièces écrites
- **chantier** : phase durant laquelle les entreprises construisent l'opération sous le contrôle du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre
- **usage et exploitation** : phase d'utilisation du bâtiment

5 • Un mémo rappelant « Les points clés »

Toutes les étapes du projet sont abordées :



Remerciements

Ce document a été examiné et complété grâce à l'expertise des personnes suivantes, qui sont remerciées pour leur précieuse collaboration :

- Muriel BARBAT, Martine BIANCHINA et Marie-Josèphe LAGOGUE, COSTIC,
- Jean-Marc DAUTIN, SOCOTEC,

- Suzanne DEOUX, docteur en médecine, professeur associé à l'Université d'Angers, gérante de MEDIECO Ingénierie de santé dans le bâtiment et l'aménagement urbain, auteur des ouvrages « Le guide de l'habitat sain » et « Bâtir pour la santé des enfants »,
- Christian FELDMANN, consultant,
- Aline GAULUPEAU, PEUTZ et ASSOCIES.

Préambule

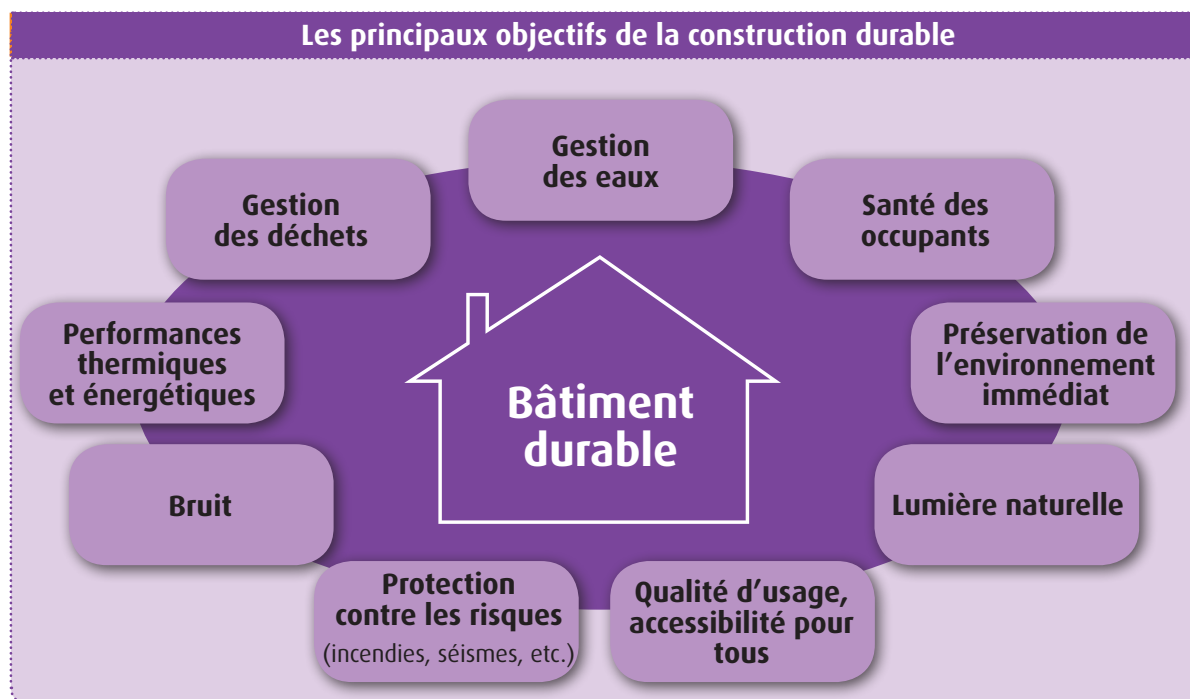
La santé et la sécurité des occupants et utilisateurs des bâtiments sont une préoccupation majeure des pouvoirs publics. Le dossier de l'amiante en particulier a servi de révélateur il y a quelques années.

La politique de prévention des risques sanitaires passe notamment par des bâtiments à faibles impacts sanitaires. Elle s'appuie sur une attente sociétale forte, dont le premier plan national santé-environnement (PNSE 1) s'est fait l'écho en 2004, relayé en 2007 par le Grenelle Environnement et, en 2009, par le second plan national santé-environnement.

Il est aujourd'hui avéré que les techniques et matériaux de construction peuvent, dans certains cas, présenter un risque pour la santé. Une construction saine dépend de

tout un ensemble de facteurs tels que le climat, l'environnement (qu'il soit végétal ou urbain), la qualité de l'air et de l'eau, le bruit, la lumière naturelle, les questions relatives à l'énergie, les infrastructures de transports proches, la gestion des déchets, etc.

Les enjeux de la « construction durable » sont de créer des bâtiments sains et confortables dont l'impact sur l'environnement, sur l'ensemble de son cycle de vie, est durablement minimisé.



Grâce aux connaissances scientifiques et techniques actuelles, mais aussi aux réglementations en vigueur, il est possible de répondre de plus en plus précisément à la question : **que signifie construire sain et comment s'y prendre ?**

Le Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement (METL) et celui de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) ont ainsi souhaité éditer ce guide à destination des maîtres d'ouvrage et concepteurs pour leur proposer des solutions pratiques permettant de prévenir diverses pollutions rencontrées dans les bâtiments (notamment de l'air et de l'eau) mais aussi d'améliorer

le confort acoustique, visuel et hygrothermique et de prendre en compte certains risques émergents (perturbations électromagnétiques, nanoparticules).

Les réponses apportées dans ce guide concernent la construction de bâtiments neufs ainsi que les rénovations lourdes de bâtiments existants, sans distinction d'usage (maisons individuelles, immeubles collectifs d'habitation, établissements recevant du public, bureaux, etc.). Ce guide n'aborde pas, en revanche, les particularités liées aux bâtiments ayant un usage spécifique comme les piscines, les laboratoires, etc.

Sommaire

Un air sain

Que disent les textes de référence ?
Bâtissez sain !
Mémo « Les points clés »

p. 6
p. 12
p. 18
p. 27

Une eau de qualité

Que disent les textes de référence ?
Bâtissez sain !
Mémo « Les points clés »

p. 28
p. 30
p. 32
p. 38

Un bon confort acoustique, visuel et hygrothermique

Le confort acoustique
Que disent les textes de référence ?
Bâtissez sain !

La lumière et le confort visuel
Que disent les textes de référence ?
Bâtissez sain !

Le confort hygrothermique
Que disent les textes de référence ?
Bâtissez sain !

Mémo « Les points clés »

p. 39
p. 39
p. 41
p. 42

p. 46
p. 48
p. 49

p. 52
p. 53
p. 54

p. 56

Prendre en compte les risques émergents

Les champs électromagnétiques
Les nanomatériaux

p. 57
p. 57
p. 61

Acronymes

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFNOR	Association française de normalisation
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence régionale de santé
AVEMS	Association professionnelle des industriels français pour la valorisation en ventilation de l'extraction mécanique-statique ou statique
CETIAT	Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques
Cofrac	Comité français d'accréditation
COSTIC	Centre d'Études et de Formation Génie Climatique Équipement Technique du Bâtiment
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DDT	Direction départementale des territoires
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
INRS	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
InVS	Institut de veille sanitaire
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur



Un air sain

Contexte

La qualité de l'air intérieur est une préoccupation grandissante et un enjeu majeur de santé publique. Si la prise de conscience date du début des années 1900, la publication scientifique à ce sujet ne s'est intensifiée qu'à partir de 1980. L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur a par ailleurs été créé en 2001 (voir encadré ci-dessous).



La construction de bâtiments confortables, sains et économes en énergie nécessite de concilier les performances énergétiques que les bâtiments doivent aujourd'hui atteindre et la qualité de l'air intérieur.

Nous passons en moyenne 80 % de notre temps en espace clos ou semi-clos, que cela soit dans les logements, lieux de travail, écoles, espaces de loisirs, commerces, transports, etc. Pour de nombreux polluants, les concentrations intérieures aux bâtiments sont souvent plus élevées que les concentrations extérieures.

De nature physique, chimique ou biologique, les polluants présents dans l'air intérieur sont nombreux et leurs sources multiples :

- ✿ l'environnement du bâtiment, plus précisément le sol et l'air extérieur, peuvent être à l'origine de divers polluants parmi lesquels le radon, le monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des particules et certains composés organiques volatils (COV) ;
- ✿ les appareils à combustion (notamment de chauffage et de production d'eau chaude) peuvent émettre en particulier du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des particules ainsi que certains COV ;
- ✿ les matériaux et produits de construction, d'ameublement, de décoration, d'entretien et de bricolage peuvent également émettre des COV, fibres et particules ;
- ✿ les plantes et les animaux sont à l'origine de polluants biologiques tels que les pollens et les allergènes de chat, de chien et d'acariens ;
- ✿ la présence et certaines activités humaines telles que le tabagisme, les activités de cuisine ou d'entretien, l'utilisation des salles d'eau, les activités de bricolage, l'utilisation d'équipements de bureautique, etc.) sont également sources d'humidité et de nombreux polluants parmi lesquels des particules, du monoxyde de carbone et certains COV.

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI)

Missionné par les pouvoirs publics dans le cadre d'une convention, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a pour enjeu de mieux connaître la pollution intérieure, ses origines et ses conséquences pour la santé des occupants, afin de mettre au point des recommandations dans le domaine du bâtiment pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

L'Observatoire organise des campagnes de mesures pour apporter des solutions adaptées à la prévention et au contrôle de la qualité de l'air intérieur à travers la sensibilisation des professionnels et l'information du grand public. L'Observatoire apporte des éclairages sur les orientations à prendre en matière de réglementation sur les matériaux, les équipements, la maintenance et les pratiques constructives ainsi que sur l'étiquetage des produits de consommation courante.

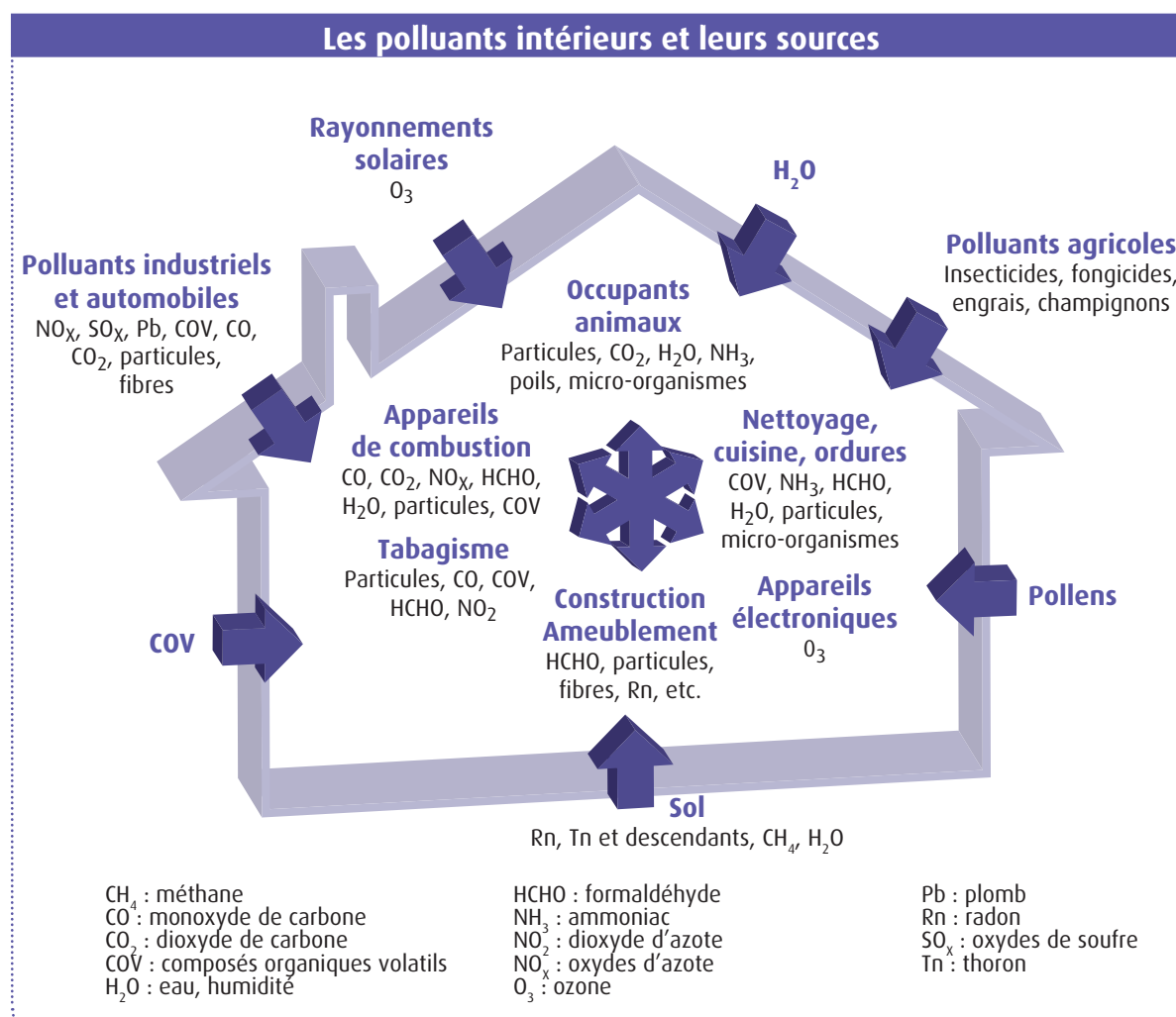
Pour plus d'informations :

▣ www.air-interieur.org



La multiplicité de ces facteurs rend la pollution de l'air intérieur très difficile à appréhender. L'objectif de cette partie est de donner aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre des éléments leur permettant de mieux traiter cette thématique. Pour cela, deux

approches seront systématiquement étudiées : **la réduction des émissions à la source** d'une part, **les procédés d'évacuation par l'aération et la gestion des pollutions** d'autre part.





Paramètres de la qualité de **l'air intérieur** et risques sanitaires

La qualité de l'air intérieur est l'un des éléments déterminants de la qualité sanitaire d'un bâtiment. Les principales sources de pollution et les risques sanitaires liés sont présentés ci-dessous.

Paramètres de nature physique

Amiante

L'amiante est un minéral naturel fibreux. Il a été intégré dans la composition de nombreux matériaux de construction pour ses propriétés d'isolation thermique, d'isolation acoustique, de résistance mécanique et de protection contre l'incendie.

En raison du caractère cancérigène de ses fibres, ses usages ont été totalement interdits en 1997. Toutefois, il est toujours présent dans de très nombreux bâtiments construits avant cette date. Les matériaux et produits contenant de l'amiante peuvent libérer des fibres d'amiante en cas d'usure anormale ou lors d'interventions dégradant le matériau (notamment en cas de travaux). Ces situations peuvent alors conduire à des expositions importantes si des mesures de précautions renforcées ne sont pas prises. L'amiante est également présent dans certaines roches dites « amiantifères ». Ces roches peuvent conduire à l'émission de fibres d'amiante dans l'air sous l'effet de certains processus naturels (érosion, intempéries, etc.) ou sous l'effet de l'activité humaine.

Particules (PM₁₀ - PM_{2,5})

Il s'agit de particules en suspension dans l'air dont la valeur maximale du diamètre aérodynamique médian en micromètres est indiquée par le chiffre associé (par exemple : les PM₁₀ correspondent aux particules de taille inférieure à 10 µm). Ces particules sont présentes dans le bâtiment soit par transfert depuis la pollution extérieure (trafic automobile en particulier), soit parce qu'elles sont émises par la combustion (tabac, chauffage, encens), par la cuisson des aliments ou les activités de ménage. Leur impact sanitaire est reconnu : aggravation de l'asthme et des bronchites chroniques, risque accru de maladie cardiovasculaire et cancer du poumon. **Les particules peuvent**

également véhiculer des bactéries et virus favorisant ainsi la dissémination des maladies infectieuses.

Radon (Rn)

Le radon est un gaz radioactif, d'origine naturelle, qui est issu de la désintégration du radium. Sa présence dans le bâtiment est majoritairement liée à un transfert depuis le sol. Il peut également être présent dans certains produits de construction (notamment en granite), même si cette source est souvent négligeable.

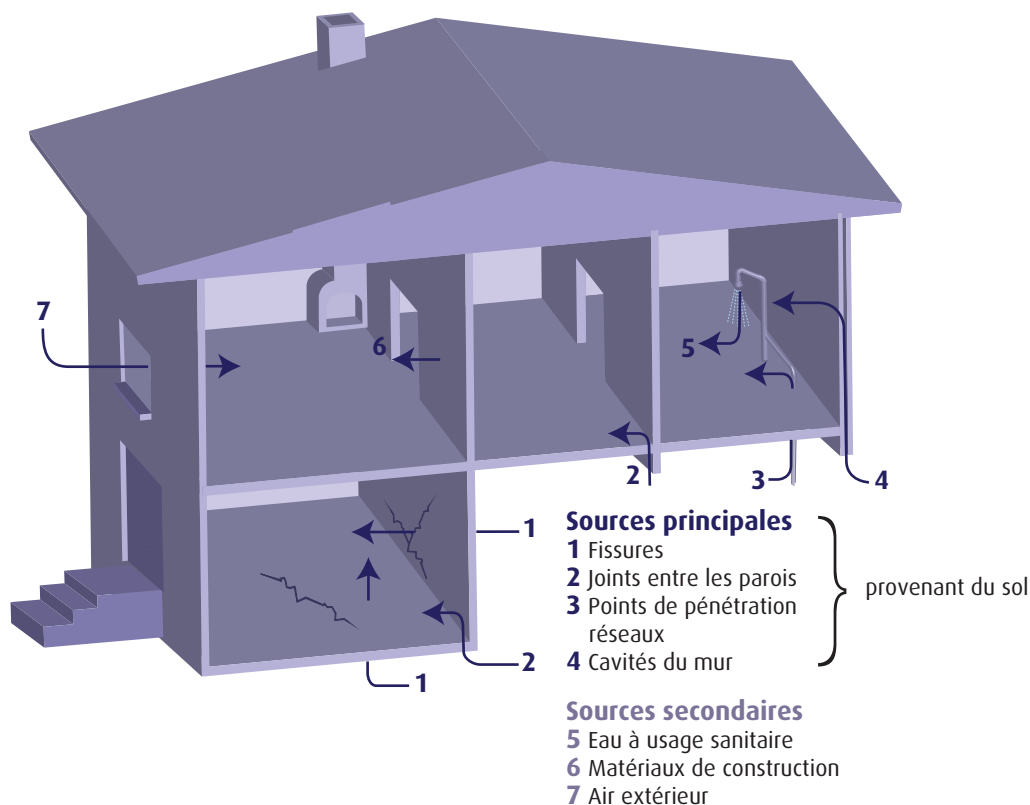
Le radon est classé comme « cancérigène certain pour l'homme » par le Centre international de recherche sur le cancer depuis 1987.

En France, selon les estimations de l'Institut de veille sanitaire (InVS), entre 5 % et 12 % des décès par cancer du poumon observés chaque année seraient attribuables à l'exposition domestique au radon, soit entre 1 200 et 2 900 cancers par an. Cela en fait le polluant intérieur le plus néfaste pour la santé des occupants après le tabac.

Pour plus d'informations :

- ▣ [www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Radon](http://www.developpement-durable.gouv.fr_rubrique_Ville_durable_aménagement_et_construction_durable_>_Bâtiment_et_construction_>_Bâtiment_et_santé_>_Radon)
- ▣ [www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Radon](http://www.territoires.gouv.fr_rubrique_Bâtiment_et_construction_>_Bâtiment_et_santé_>_Radon)
- ▣ www.invs.sante.fr

Sources d'entrées du radon dans les bâtiments



Paramètres de nature chimique

Composés organiques volatils (COV)

Ce terme générique regroupe de nombreux composés : hydrocarbures, aldéhydes, cétones, etc. Les COV proviennent des matériaux de construction, d'ameublement, des équipements de bureautique, de l'activité humaine (bricolage, ménage et tabagisme), etc. Ils ont comme particularité de se volatiliser facilement à température ambiante et de se répandre dans l'air sous forme de gaz.

Les effets sur la santé des COV varient selon la substance et les concentrations rencontrées. Pour le seul formaldéhyde (classé depuis juin 2004 comme polluant cancérigène certain par le Centre international de recherche contre le cancer mais comme cancérigène possible seulement par l'Union Européenne), les effets suivants sur la santé peuvent être cités : irritation des yeux, du nez et de la gorge, voire, en cas de fortes expositions, manifestations allergiques (asthme, eczéma), inflammation des muqueuses de l'appareil respiratoire ou cancer du

nasopharynx, dont la fréquence est toutefois peu élevée. Bien que les effets individuels des COV soient habituellement limités (sauf parfois pour certains composés comme le formaldéhyde et le benzène), on recherche souvent les COV totaux en raison de la cumulation des effets (effet « cocktail »).

Dioxyde d'azote (NO₂)

Généré par une combustion, ce polluant est principalement dû à un transfert de pollution de l'extérieur du bâtiment vers l'intérieur. Il peut également être issu de l'installation de chauffage si celle-ci est défectueuse (par exemple, prise d'air obturée, appareil non raccordé à un conduit d'évacuation des produits de combustion à l'extérieur).

Le dioxyde d'azote est un oxydant puissant. Il pénètre profondément dans le poumon jusqu'aux alvéoles pulmonaires et peut provoquer une exacerbation des symptômes respiratoires et de l'asthme.



Monoxyde de carbone (CO)

L'émanation du monoxyde de carbone provient d'une combustion incomplète liée à une mauvaise alimentation en air frais et/ou une mauvaise évacuation des produits de combustion.

C'est un gaz incolore, inodore et très toxique. Il est la cause d'intoxications domestiques graves pouvant entraîner le décès. **Une exposition chronique à faible dose entraîne fatigue, maux de tête, vertiges, nausées ou encore gêne respiratoire.**

Chaque année, près de 5000 personnes sont victimes d'une intoxication au monoxyde de carbone : 1000 doivent être hospitalisées (ces accidents peuvent laisser des séquelles à vie) et 100 en décèdent.

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Monoxyde de carbone

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Monoxyde de carbone

□ www.invs.sante.fr



Ozone (O₃)

L'ozone est un polluant secondaire, formé sous l'effet du rayonnement solaire par la transformation chimique de polluants primaires (principalement oxydes d'azote NO_x et COV).

Au sein des bâtiments, l'ozone provient de l'air extérieur mais peut également être produit par réactions chimiques à l'intérieur des bâtiments et par certains équipements (ioniseurs, imprimantes lasers et photocopieurs).

En environnement intérieur, l'ozone peut réagir avec les terpènes émis notamment par les produits d'entretien pour former du formaldéhyde.

L'ozone est un gaz irritant pour les muqueuses oculaires et respiratoires qui provoque différents symptômes respiratoires et accentue les crises d'asthme.

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Energies, Air et Climat > Air et pollution atmosphérique > État des données et des connaissances > Ozone

Pesticides

Les sources de pesticides dans l'air intérieur sont variées (air extérieur, produits de traitement des meubles, bois, plantes d'intérieur, insecticides, etc.) et les substances concernées nombreuses.

Il faut savoir que l'air intérieur peut contenir des concentrations en pesticides 5 à 10 fois plus élevées que l'air extérieur.

Les principales pathologies liées aux pesticides sont des cancers (notamment pour les enfants), des perturbations des systèmes hormonaux et nerveux, ainsi qu'une sensibilité chimique multiple.

Pour plus d'informations :

□ www.observatoire-pesticides.gouv.fr

Composés organiques semi-volatils (COSV)

On retrouve ces composés dans certains matériaux de construction et dans certains équipements (ameublement, équipements électroniques, etc.). Ces substances, du fait de leurs propriétés physico-chimiques, peuvent, dans les environnements intérieurs, se volatiliser dans l'air et être présentes en phase gazeuse et/ou particulaire ainsi que dans les poussières déposées au sol ou sur le mobilier.

Parmi les COSV, on peut citer par exemple les composés bromés, les perfluorés, les phtalates. Ces derniers sont en particulier utilisés comme agents fixateurs dans les cosmétiques et comme plastifiants du PVC afin de lui conférer souplesse, extensibilité et élasticité. On retrouve notamment des phtalates dans la composition des revêtements de sols en PVC. **Leur effet sur la santé fait débat. En effet, bien qu'il n'y ait pas de preuve absolue de lien entre cancer et phtalates, il est possible que ces derniers aient des effets allergisants et soient des perturbateurs endocriniens (ils altèrent le fonctionnement des hormones), en particulier chez les enfants.**

Le Syndrome des Bâtiments Malsains, qu'est-ce que c'est ?

Le bâtiment lui-même peut être à l'origine de symptômes regroupés sous le nom de « Syndrome des Bâtiments Malsains » (SBM). Ce terme a été introduit dans les années 1970 et validé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 1983 pour décrire un excès d'apparition de symptômes fonctionnels dont aucune cause spécifique n'a été identifiée chez une partie des occupants de bâtiments non industriels.

« Ces symptômes, observés dans le cadre d'épisodes collectifs, peuvent se manifester de façon isolée ou associés, sont souvent bénins, et disparaissent généralement une fois que les personnes concernées sont hors du bâtiment ; ont été décrits des troubles respiratoires et ORL, des irritations oculaires, cutanées, des céphalées, des troubles de la concentration. Ils seraient liés non pas à une cause unique, mais à une concomitance de plusieurs facteurs, tels que les conditions de ventilation, de température, d'hygrométrie et d'éclairage du bâtiment, la présence de certains polluants dans l'air intérieur. »

Source : travaux de Fabien SQUINAZI LHVP (Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris) et Véronique EZRATTY (Service d'études médicales d'EDF-GDF)

L'appellation *building related illness* * (BRI) décrit quant à elle toutes les maladies avérées dues aux bâtiments et à leur environnement spécifique : infections (légionellose pulmonaire), maladies oncologiques (liées au radon et à l'amiante) et allergiques (dues aux acariens et aux moisissures). Il ne s'agit donc pas, dans ce cas, de syndromes collectifs inexpliqués puisqu'une étiologie est bien identifiée.

Pour plus d'informations :

■ www.invs.sante.fr/publications/2010/syndromes_collectifs_inexpliques/index.html

Paramètres de nature biologique

Moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux. Il en existe des milliers de variétés dont plus de 120 recensées dans les bâtiments en France. Le développement fongique dépend d'abord de la présence d'humidité, ensuite de la chaleur et de nutriments organiques (cellulose, cuir, encrassement, etc.). Les causes d'humidité propices au développement des moisissures sont diverses : condensation sur toute surface froide, évacuation insuffisante de la vapeur d'eau par défaut d'aération, infiltrations et dégâts des eaux.

Les moisissures émettent des spores allergisantes, des substances irritantes (glucans), des composés organiques volatils microbiens (générant des odeurs) et des mycotoxines (dont certaines ont des potentialités cancérigènes). **Les problèmes de santé sont donc à la fois**

irritatifs, allergiques (rhinite, bronchite, asthme) et infectieux (aspergillose pulmonaire).

Acariens

Les acariens sont des arachnides de faible taille (la plupart font quelques micromètres). Ils se nourrissent de fibres textiles et de squames humains. Leur développement est favorisé par la chaleur et une humidité relative supérieure à 45 %, conditions offertes par des chambres surchauffées et peu aérées. La literie (matelas, sommiers et oreillers), les fauteuils et canapés représentent leur habitat principal. Dans les logements, les moquettes et tapis peuvent être contaminés alors que dans les bureaux, la présence d'allergènes d'acariens est rare. **Les acariens sont à l'origine de sensibilisation et de réactions allergiques (rhinite, asthme).**

Paramètres généraux

Confinement

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un bon indicateur du confinement d'un local, lié à un renouvellement d'air insuffisant de ce local. Des études ont notamment mis en évidence une baisse de la concentration et des performances scolaires, ainsi que la survenue de maux de tête dans des ambiances confinées, dans lesquelles la concentration en CO₂, ainsi que celle de polluants présents dans les locaux, se trouve augmentée par rapport à des locaux normalement aérés.

Humidité

Au regard de la définition donnée par l'OMS, l'humidité dans l'environnement intérieur est considérée comme un

polluant. La présence d'humidité dans un bâtiment peut provenir de différentes sources : l'air extérieur, les infiltrations d'eau par les parois, les réactions métaboliques des êtres vivants, les activités humaines (cuisson, toilette, séchage du linge, etc.), l'utilisation de certains appareils tels qu'un humidificateur. Les actions de l'humidité sur l'homme peuvent être directes ou indirectes. Une humidité importante, supérieure à 70 %, va favoriser le développement des moisissures et autre flore fongique à l'origine d'allergies ou de problèmes respiratoires. A l'opposé, une humidité inférieure à 30 % devient très inconfortable car elle provoque un dessèchement des muqueuses et rend, par exemple, difficile le port des lentilles. Au niveau respiratoire, cet assèchement peut entraîner une diminution de « performances » : non filtration de l'air inspiré et développement d'infection bactérienne ou virale (sinusite, bronchite, infections pulmonaires).

* Maladies liées aux bâtiments.



Que disent les **textes de référence** ?

Aération

Les exigences réglementaires relatives à l'aération des locaux en construction neuve ont évolué au fil du temps avec une formulation et une nature différentes en habitat et en secteur autre que d'habitation, ainsi que des dispositions spécifiques figurant par ailleurs dans le code du travail. Ces exigences concernent les conditions d'aération des locaux. Elles consistent notamment en des tailles minimales d'ouvrants ou des volumes minimaux de locaux, des exigences relatives aux grilles d'entrée ou de sortie d'air, aux conduits de ventilation naturelle, ainsi que des valeurs de débits minimaux d'air extrait (habitat) ou d'air neuf entrant (bâtiments autres que d'habitation).

Aération des logements

La première réglementation nationale relative à l'aération des logements a été instaurée par décret du 22 octobre 1955. Avant cette date, le premier Règlement sanitaire départemental type (RSDT) de 1937 prévoyait une aération par pièce d'habitation réalisée par des ouvrants de surface minimale. Ce RSDT était défini par un arrêté du 1^{er} avril 1937 du ministre en charge de la Santé, qui imposait aux préfets de l'adapter à leurs départements (arrêtés préfectoraux établissant les règlements sanitaires départementaux [RSD]).

Par la suite, ce sont des arrêtés interministériels (pris en application de décrets fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation) qui ont fixé les exigences applicables au niveau national en matière d'aération dans les bâtiments neufs. Les RSD* fixent les exigences applicables à l'équipement et à l'aménagement des locaux d'habitation existants ainsi que les exigences d'aération applicables à la construction des bâtiments autres que d'habitation.

Différentes réglementations se sont succédé dans l'habitat neuf.

→ **Décret du 22/10/1955** fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation. L'article 8 prévoit en particulier une aération par pièce en cuisine et par pièce principale ainsi qu'une surface minimum de la partie ouvrante des baies. (En cas de fenêtre étanche dans une pièce, il y a obligation d'aération permanente de cette pièce hors ouverture de baie. Il est prévu également une obligation d'aération permanente en cas de logement dont toutes les baies donnent sur une même façade).

→ **Arrêté du 14/11/1958** relatif à l'aération des logements. Il précise les dispositions de l'article 8 du décret du 22/10/1955, notamment pour les cas où une aération permanente par pièce est requise par le décret (ouvertures d'entrée d'air et de sortie d'air).

→ **Arrêté du 22/10/1969** relatif à l'aération des logements. Il instaure le principe d'aération générale et permanente du logement, l'entrée d'air se faisant en pièces principales, l'extraction d'air s'effectuant en pièces de service (cuisines, toilettes, salles de bains) par conduits à tirage naturel ou par extraction mécanique.

→ **Arrêté du 24/03/1982** relatif à l'aération des logements. Le principe d'aération générale et permanente du logement est repris. L'arrêté précise les valeurs de débits minimums extraits par pièce de service et de débit total extrait selon le nombre de pièces principales du logement. Il prévoit la possibilité de diminuer le débit minimum en cuisine (dispositif individuel de réglage par l'occupant).

→ **Arrêté du 28/10/1983** modifiant l'arrêté du 24/03/1982. Il permet une modulation automatique du renouvellement d'air du logement avec réduction du débit total minimal extrait par rapport à celui imposé par l'arrêté du 24/03/1982.

Remarque : dans le cadre de l'arrêté du 22/10/1969 comme dans celui du 24/03/1982 modifié le 28/10/1983, l'aération permanente peut être limitée à certaines pièces seulement dans certaines zones climatiques et pour certains types d'habitat.

* À noter qu'en ce qui concerne les exigences d'aération dans l'habitation, les RSD contiennent principalement des exigences en matière d'occupation, d'usage et d'entretien.

→ **Arrêté du 26/07/1982** relatif à l'aération des foyers. Il concerne les logements-foyers tels que foyers de jeunes travailleurs et foyers pour personnes âgées et reprend les exigences de l'arrêté du 24/03/1982 pour l'aération des logements inclus dans un foyer (mais n'a pas repris les possibilités de modulation automatique des débits autorisés en habitat par l'arrêté du 8/10/1983).

→ **Arrêté du 17/04/2009** relatif à l'aération des bâtiments d'habitation neufs dans les DOM.

En cas de travaux dans l'habitat existant, les exigences réglementaires à appliquer sont celles qui étaient en vigueur au moment de la date de dépôt de la demande du permis de construire. Il est toutefois possible d'appliquer les exigences de réglementations ultérieures plus contraignantes, le principe général étant, en cas de travaux, de ne pas entraîner de dégradation par rapport aux performances antérieures.

Performances énergétiques et aération en habitat existant

Lorsque des travaux d'amélioration de la performance énergétique sont réalisés dans les bâtiments existants, des exigences minimales sont requises notamment en aération.

Dans le cas de rénovations lourdes portant sur des bâtiments de plus de 1 000 m² achevés après 1948, ceux-ci doivent respecter une exigence de performance énergétique globale et un renouvellement d'air minimal doit pouvoir être assuré (aération par pièce avec entrées d'air minimum en pièces principales ou système de ventilation générale et permanente).

Les autres bâtiments faisant l'objet de travaux d'amélioration de la performance énergétique sont soumis à la réglementation thermique dite « élément par élément ». Celle-ci impose des performances thermiques minimum par élément faisant l'objet de travaux. En particulier, en cas de remplacement de fenêtres en locaux d'habitation ou d'hébergement, les nouvelles fenêtres doivent être équipées d'entrées d'air minimums en pièces principales (sauf naturellement dans les locaux déjà munis d'entrées d'air).

→ **Arrêté du 3/05/2007** relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (réglementation thermique dite « élément par élément »).

→ **Arrêté du 13/06/2008** relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 m² lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants (réglementation thermique dite « globale »).

Aération des bâtiments autres que d'habitation

Les exigences d'aération des bâtiments autres que d'habitation sont définies par différents textes :

→ **le règlement sanitaire départemental**, pris par arrêté préfectoral sur la base du RSDT (Règlement sanitaire départemental type) et dont les exigences prennent

en compte les personnes non salariées des bâtiments considérés ;

→ **le code du travail**, dont les exigences prennent en compte les salariés de ces mêmes bâtiments.



Règlement sanitaire départemental type (RSDT)

Le titre III du Règlement sanitaire départemental type prévoit aux articles 62 à 66 les dispositions relatives à la ventilation des bâtiments autres que d'habitation. Celle-ci peut être mécanique ou naturelle par conduits ou s'effectuer, pour les locaux donnant sur l'extérieur, par l'ouverture de portes, fenêtres ou autres ouvrants.

Une distinction est faite entre les « locaux à pollution non spécifique » (pollution liée à la seule présence humaine, hors WC et locaux de toilette) et les « locaux à pollution spécifique » (cuisines, salles d'eau, WC, laboratoires et locaux où sont émis certains polluants gazeux non rejetés directement à l'extérieur).

En cas de ventilation mécanique ou naturelle par conduits (**article 64**), des exigences sont spécifiées concernant le débit minimal d'air neuf à introduire par local, d'une part

pour les locaux à pollution non spécifique, d'autre part pour les locaux à pollution spécifique équipés d'une ventilation indépendante.

En cas de ventilation par ouvrants extérieurs (**article 66**), des exigences de volume minimum par occupant et de surface minimum d'ouvrants selon la surface au sol des locaux sont fixées.

Par ailleurs, **l'article 63** impose que les prises d'air neuf et les ouvrants soient situés au moins à 8 mètres de toute source éventuelle de pollution (véhicules, débouchés de conduits de fumée, sortie d'air extrait) ou comprenant des aménagements tels qu'une reprise d'air pollué n'est pas possible.

Code du travail

Le code du travail distingue également les locaux à pollution spécifique ou non spécifique et le cas d'aération par ouverture des ouvrants d'une part (exigences de volume minimum par occupant et d'ouvrants donnant directement sur l'extérieur) et d'aération par ventilation mécanique ou naturelle permanente d'autre part (exigences de débit minimal d'air neuf entrant par locaux). Ces exigences sont renforcées par rapport à celles du RSDT et concernent les salariés de ces locaux.

→ **Articles R. 4222-4 à R. 4222-6.**

Remarque : pour les établissements de santé et les hôpitaux, pour certaines salles spécifiques, il est possible de se reporter à la norme NF S90-351:2003 « Établissements de santé, maîtrise de la contamination aéroportée » relative aux salles propres et environnements maîtrisés apparentés (pièces où des gestes interventionnels ou des manipulations de produits peuvent faire courir un risque de contamination au patient). Cette norme est relativement exigeante en termes de maîtrise de la contamination aéroportée dans ces espaces et plus particulièrement de taux de brassage d'air total.

Pour plus d'informations sur la réglementation relative à l'aération des bâtiments :

- ▣ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Qualité de l'air intérieur > Aération ventilation
- ▣ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Qualité de l'air intérieur > Aération ventilation

Normalisation européenne : préconisations

Dans la **norme européenne NF EN 13779**, les débits de ventilation recommandés diffèrent pour les bâtiments non résidentiels et non industriels. Cette norme propose des débits de ventilation en relation avec différents objectifs de niveaux de qualité d'air intérieur. Un maître d'ouvrage souhaitant respecter cette norme devra toutefois évaluer l'impact énergétique de cette application et notamment sa compatibilité avec la réglementation thermique 2012 (« RT 2012 »).

La norme NF EN 13779 donne également des recommandations pour le choix des filtres en bâtiments non résidentiels et non industriels.

Monoxyde de carbone

Les premières exigences réglementaires visant à limiter le risque d'intoxication au monoxyde de carbone dans les bâtiments neufs et existants ont été introduites il y a maintenant plus de trente ans. D'autres textes sont ensuite venus compléter le dispositif en place, renforçant ainsi les mesures de prévention.

→ **Articles L. 131-7 et R. 131-31 à R. 131-37 du code de la construction et de l'habitation.**

→ **Arrêté du 22/10/1969** relatif aux conduits de fumée dans les logements.

→ **Arrêté du 2/08/1977** relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances.

→ **Arrêté du 23/06/1978** relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public.

→ **Arrêté du 23/02/2009** pris pour l'application des articles R. 131-31 à R. 131-37 du code de la construction et de l'habitation relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation.

Ce texte précise notamment les dispositions techniques d'aménagement et de ventilation des locaux à usage d'habitation ou leurs dépendances dans lesquels fonctionnent des appareils fixes de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire, utilisant des combustibles solides ou liquides.

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Monoxyde de carbone

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Monoxyde de carbone

Radon

Il n'y a pas à l'heure actuelle d'obligation réglementaire pour les constructions neuves. La réglementation en vigueur consiste en une obligation de surveillance des bâtiments existants.

Protection de la population générale

→ **Articles L. 1333-10 et R. 1333-15 à R. 1333-16 du code de la santé publique.**

→ **Arrêté du 22/07/2004** relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public.

Depuis 2004, dans les zones géographiques considérées comme prioritaires (soit 31 départements), les propriétaires des établissements sanitaires et sociaux disposant d'une capacité d'hébergement (notamment les crèches et hôpitaux), ainsi que des établissements d'enseignement, pénitentiaires ou thermaux doivent faire réaliser des mesures de surveillance de radon et mettre en

œuvre des actions correctrices lorsque les concentrations en radon sont supérieures à 400 Bq/m³.

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Radon > Obligations pour les lieux ouverts au public

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Radon > Obligations pour les lieux ouverts au public

Protection des travailleurs

→ **Articles R. 4451-136 à R. 4451-139 du code du travail** relatifs à la protection des travailleurs vis-à-vis de l'exposition au radon d'origine géologique.

→ **Arrêté du 7/08/2008** relatif à la gestion du risque lié au radon dans les lieux de travail.

Dans les locaux de travail souterrains et les établissements thermaux, pour des activités professionnelles bien spécifiques, les employeurs doivent faire réaliser des mesures de concentration en radon et mettre en œuvre des actions correctives lorsque les concentrations en radon sont supérieures à 400 Bq/m³.



Amiante

Les exigences réglementaires consistent notamment en une recherche des matériaux amiantés, une surveillance de ces matériaux et, le cas échéant, des obligations de travaux.

→ **Décret du 24/12/1996** relatif à l'interdiction d'amiante, pris en application des codes du travail et de la consommation.

Protection de la population générale

→ **Décret n°2011-629 du 3 juin 2011** relatif à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis

→ **Articles L. 1334-12-1 à L. 1334-17 et R. 1334-14 à R. 1334-29-9 du code de la santé publique.**

Les textes législatifs et réglementaires définissent, pour les bâtiments construits avant 1997, les repérages, constats et mesures d'empoussièrement à effectuer et les éventuelles mesures de protection ou de prévention à prendre en fonction des résultats de ces derniers (travaux, surveillance, mesures d'empoussièrement,

recommandations de gestions adaptées aux besoins de protection des personnes, etc.).

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Amiante

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Amiante

Protection des travailleurs

→ **Décret n° 2012-639 du 4 mai 2012** relatif aux risques d'exposition à l'amiante

→ **Articles R. 4412-94 à R. 4412-148 du code du travail.**

Concernant la protection des travailleurs, les textes réglementaires définissent les moyens de sécurité à mettre en œuvre et les formations à dispenser

Pour plus d'informations :

□ www.travailler-mieux.gouv.fr

Étiquetage des produits de construction

Les dispositions législatives et réglementaires visent à informer les consommateurs des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration (peintures, vernis, revêtements de mur, sol ou plafond) mis sur le marché.

→ **Articles L. 221-10 et R. 221-22 à R. 221-28 du code de l'environnement.**

→ **Arrêté du 19/04/2011** relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils. Complété par l'arrêté modificatif du 20/02/2012

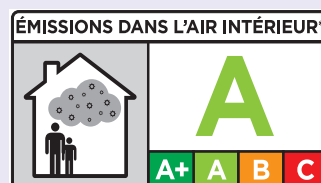
Depuis le 1^{er} janvier 2012, les nouveaux produits de construction et de décoration mis à disposition sur le marché doivent être munis d'une étiquette qui indique le niveau d'émission du produit en polluants volatils, par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Cette obligation s'applique à compter du 1^{er} septembre 2013 pour les produits déjà sur le marché. Les produits concernés par cette nouvelle réglementation sont les produits de construction ou de revêtement de mur, sol ou plafond amenés à être utilisés à l'intérieur des locaux, ainsi que les produits utilisés pour leur

incorporation ou leur application. Sont ainsi concernés cloisons, revêtements de sol, isolants, peintures, vernis, colles, adhésifs (etc.), dans la mesure où ceux-ci sont destinés à un usage intérieur.

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Qualité de l'air intérieur > Étiquetage des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Bâtiment et santé > Qualité de l'air intérieur > Étiquetage des émissions en polluants volatils des produits de construction et de décoration



Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

- **Article L. 221-8 du code de l'environnement.** Cet article impose aux propriétaires ou exploitants de certains établissements recevant du public une surveillance de la qualité de l'air intérieur de leur établissement. Les modalités de cette surveillance sont définies par décret :
- **Décret n° 2011-1728 du 2 décembre 2011** relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.
- **Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012** relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public.

Valeurs-guides pour l'air intérieur

- **Article L. 221-1 du code de l'environnement.** Cet article prévoit la définition, par décret, de valeurs-guides pour l'air intérieur.
- **Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011** relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.



Bâtissez **sain** !



En phase programmation

Lors du choix du site, il est essentiel que les aménageurs prennent en compte pour leurs travaux les **cartographies relatives aux émissions atmosphériques polluantes*** et aux concentrations en polluants atmosphériques.

Toutes ces données et des informations complémentaires sont disponibles en région auprès des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et sur le site de la Base de Données de la Qualité de l'Air (BDQA). Ces données peuvent être complétées par des mesures plus fines car elles ne concernent que les polluants réglementés et peuvent ne pas prendre en compte certains polluants.

Pour plus d'informations :

- ❑ www.atmo-france.org
- ❑ www.buldair.org

Il est également important de **prendre en compte les éventuelles pollutions du sol et des eaux souterraines** lors du choix du site et de prévoir un éventuel traitement de ces pollutions dans le montage de l'opération.

Des bases de données officielles accessibles librement sur Internet telles que BASOL (Base des sites et solspollués <http://basol.ecologie.gouv.fr>) ou BASIAS (Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service <http://basias.brgm.fr>) peuvent notamment être consultées. Ces bases de données ont pour objectif commun de recenser toutes les données qualitatives et/ou quantitatives relatives à l'état d'un terrain et d'informer sur les actions menées par les pouvoirs publics.

Afin de mener une enquête détaillée et complète sur l'état du site, des études spécifiques de pollution du sol ou des eaux souterraines peuvent également être réalisées : recherches historiques sur le site, archives départementales, photos aériennes, etc.

Ces informations sont indispensables pour mettre en adéquation, dès la phase de programmation, les exigences techniques de l'ouvrage avec les éventuelles pollutions de l'air et du sol. Le cas échéant, pour un projet dont les utilisateurs seraient particulièrement sensibles à la qualité de l'air, il sera nécessaire de prévoir le surcoût engendré par l'éventuel traitement des pollutions recensées, voire la recherche d'un nouveau site pour l'implantation du projet.

Adoptez les bons gestes !



- ✚ Renseignez-vous au niveau du Plan local d'urbanisme (PLU) pour recueillir d'éventuelles informations liées au risque radon ou à l'amiante environnemental concernant la parcelle étudiée.
- ✚ Si un bâtiment accueillant une population sensible (notamment établissement de petite enfance, hospitalier ou sportif) est situé à proximité d'une source de pollution, réalisez une étude d'impact pour positionner le bâtiment et ses prises d'air de façon optimale.
- ✚ Définissez au plus tôt, si possible dès le programme, les modalités de maintenance du projet. Il est en particulier important de s'assurer que le niveau de formation des exploitants, gestionnaires et occupants sera compatible avec la technicité demandée pour les équipements mis en place.
- ✚ Le programme doit fournir au maître d'œuvre des informations sur l'occupation prévue des locaux afin qu'il puisse en tenir compte pour concevoir la régulation du système de ventilation.
- ✚ Faites un choix technico-économique au niveau de l'équilibre entre qualité sanitaire de l'air intérieur et consommation d'énergie. Un compromis doit être trouvé pour optimiser un renouvellement d'air assurant une qualité sanitaire satisfaisante sans engendrer des consommations énergétiques superflues. Dans ce cadre, il est important de limiter les pollutions à la source mais aussi de prévoir, lorsqu'un système de ventilation est prévu, des débits d'air et des qualités de filtres adaptés.
- ✚ Si la mise en place de ventilation naturelle est souhaitée, cette demande doit être intégrée dans le programme.
- ✚ En cas de rénovation de bâtiment équipé de ventilation naturelle par conduits, étudiez les possibilités de maintien de ce principe de ventilation, en l'améliorant le cas échéant (bouches hygrorégulables, assistance mécanique si besoin, etc.).

* Un inventaire national spatialisé (INS) relatif aux émissions d'une quarantaine de polluants émis par toutes les sources recensées – activités anthropiques ou émissions naturelles – est en cours de réalisation : www.developpement-durable.gouv.fr.

L'exigence sur les produits de construction est possible dès la programmation !

Étiquetage des produits de construction (cf. partie « textes de référence »). Il donne une information sous la forme d'une classe de performance, allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Le maître d'ouvrage a donc la possibilité d'exiger, dès l'élaboration de son programme, une classe minimale de performance pour chacun des produits de construction à mettre en œuvre.

Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES). Certains industriels ou syndicats d'industriels ont rédigé, selon la norme NF P 01-010, des Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES). Ces fiches peuvent présenter les émissions en substances polluantes des produits en termes notamment de COV et formaldéhyde, les risques d'émission de fibres, la résistance aux micro-organismes, le confort hygrothermique, etc.

Pour plus d'informations :

□ www.inies.fr

Sur la base d'une démarche volontaire, certains fabricants testent leurs produits à l'aide de la « procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration » proposée par l'Anses (ex-Afsset) en octobre 2009. Les matériaux satisfaisant à ce protocole peuvent être qualifiés de faiblement émissifs. Leur utilisation peut ainsi être encouragée.

En phase conception



Choisir le type de ventilation

Réglementation thermique 2012 (« RT 2012 ») et aération

Ni les réglementations spécifiques à l'aération, ni la réglementation thermique 2012 n'imposent de prévoir un système de ventilation mécanique. Lorsqu'un tel système est choisi, il peut être à simple ou double flux.

Il est indispensable de prendre en compte l'occupation prévue des locaux et la qualité d'air visée pour déduire les taux de renouvellement d'air nécessaires dans les différents espaces.

Une étude du Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques (CETIAT) a, par exemple, montré que des salles de réunion d'un bâtiment de bureaux pouvaient être occupées seulement 10 % du temps et que, pendant ce temps d'occupation, un système de ventilation couplé à une sonde de CO₂ était envisageable. Dans ce cas, le couple qualité de l'air intérieur (QAI)/performance énergétique est optimisé.

Différents principes d'aération et systèmes de ventilation sont envisageables selon les types de bâtiments (à usage d'habitation ou autre) et selon une intervention dans les bâtiments neufs ou existants. Les principes d'aération et systèmes les plus courants sont présentés ci-après.

Aération par ouverture des fenêtres

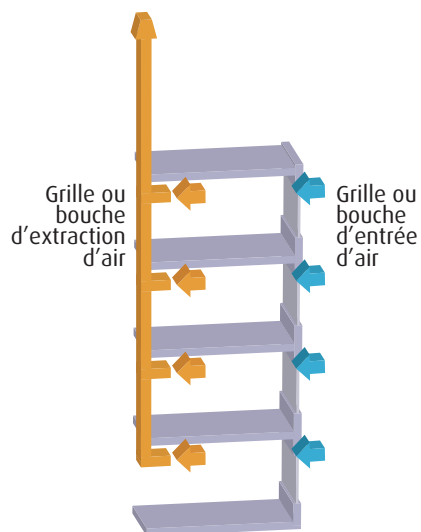
L'aération est assurée par pièce par l'ouverture des fenêtres.

Courante avant l'entrée en vigueur de l'arrêté du 22/10/1969, l'aération des logements par ouverture des fenêtres reste autorisée dans les bâtiments construits avant cette date, ainsi que dans les bâtiments plus récents situés dans certaines zones climatiques et pour certains types d'habitat. Ce type d'aération est courant dans les bâtiments (neufs et existants) autres que d'habitation.



Ventilation naturelle

La ventilation se fait naturellement par des entrées et sorties d'air spécifiques (grilles et/ou conduits à tirage naturel).



Plus rarement utilisée pour la construction neuve, la ventilation naturelle est autorisée par la réglementation et nécessite des entrées et sorties d'air spécifiques. Il est possible d'utiliser des bouches hygroréglables pour limiter les déperditions énergétiques en hiver. Ce choix de ventilation, qui permet de favoriser les solutions passives pour ventiler les espaces, doit de préférence être précisé dès le programme. Le type de conception qu'il nécessite impose en effet à l'architecte et au bureau d'étude une collaboration très étroite.

Pour améliorer l'efficacité de la ventilation naturelle, il est possible de mettre en place des extracteurs statiques basés sur le principe du venturi (tuyère à cônes divergents) ou d'autres dispositifs, qui créent sous l'action du vent une dépression suffisante dans le conduit d'extraction pour maintenir un débit d'air minimum.



Conduits de ventilation naturelle



Conduits de ventilation naturelle



Conduits de ventilation naturelle assistée

Ventilation naturelle assistée

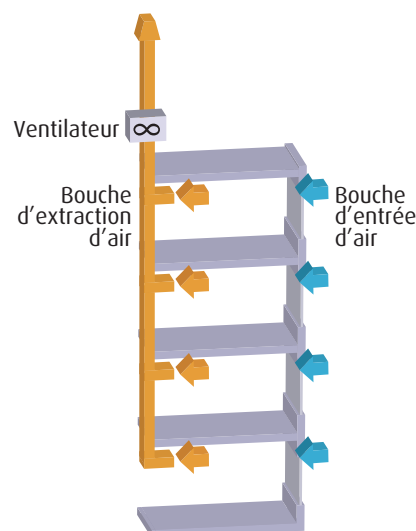
La ventilation naturelle assistée privilégie les forces motrices naturelles pour assurer la ventilation du local. Lorsque les conditions extérieures (température, vitesse du vent) ne permettent pas un tirage suffisant, une assistance mécanique est mise automatiquement en fonctionnement. Ces systèmes peuvent être associés à des bouches autoréglables ou hygroréglables.

Ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux autoréglable par extraction

L'air neuf est admis par des entrées d'air dans les pièces principales des logements (ou les locaux à pollution non spécifique dans les bâtiments à usage autre que d'habitation), puis mis en mouvement par l'action d'un ventilateur (qui peut être installé par exemple en toiture) jusqu'à des bouches d'extraction situées en cuisine, salles d'eau et toilettes des logements (ou dans les locaux dits à pollution spécifique dans les bâtiments à usage autre que d'habitation).

L'air doit pouvoir circuler librement entre les pièces où s'effectue l'entrée d'air et les pièces où l'air est repris : aussi est-il nécessaire de prévoir que les portes intérieures soient détalonnées (espace en partie basse) ou équipées de grilles de transfert.

Il y a ainsi une mise en dépression des zones à pollution spécifique par extraction de l'air vicié. Des entrées d'air acoustiques peuvent être installées en zone de bruit pour améliorer l'isolation acoustique contre les bruits extérieurs.



Ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux hygroréglable par extraction

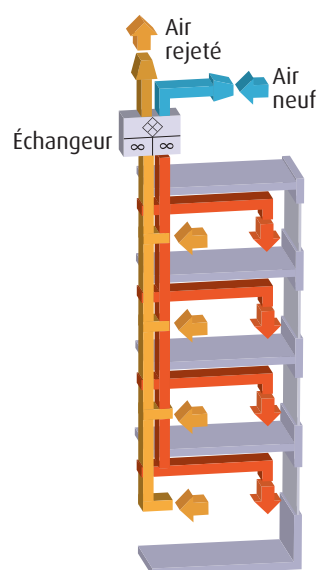
Le principe d'aération est le même que pour le système simple flux autoréglable, mais avec une régulation de débit en fonction de l'hygrométrie ambiante du local.

La ventilation est dite hygroréglable de type A lorsqu'elle associe des bouches d'extraction hygroréglables et des

entrées d'air autoréglables et de type B lorsqu'elle associe des bouches d'extraction et des entrées d'air toutes deux hygroréglables, la modulation des débits s'effectuant dans ce dernier cas aussi bien en extraction qu'en entrée d'air neuf.

Ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux

Ce type de système prévoit un réseau d'extraction de l'air comme sur une ventilation simple flux, et un réseau destiné à l'insufflation d'air. Une installation double flux comporte donc deux ventilateurs. Dans ce type d'installation, il est possible de mettre en place un système de récupération de chaleur ainsi qu'un dispositif de filtration.





Bien réguler la ventilation

Différents systèmes de débits modulés automatiquement sont envisageables en fonction du type de local. En effet, pour des raisons thermiques, il est intéressant de corréler les débits minimums de ventilation requis avec les scénarios d'occupation et d'activité des occupants.

Bâtiments d'habitation : des systèmes de modulation de débits peuvent être utilisés dans l'habitat. Il s'agit essentiellement de systèmes de ventilation hygroréglables comprenant des bouches d'extraction asservies à l'humidité en salle de bains et cuisine et à la présence d'une personne en WC, ces systèmes pouvant comporter également des entrées d'air hygroréglables.

Bâtiments à usage autre que d'habitation : les locaux à occupation intermittente (salles de réunion, salles de classe, bureaux paysagers, salles de restaurants, salles polyvalentes, amphithéâtres, etc.) sont particulièrement visés. Différents systèmes de modulation des débits répondent à ces besoins :

- **la détection de présence :** adaptée aux locaux à occupation ponctuelle (tels que sanitaires);
- **la détection d'activité :** adaptée aux locaux à

occupation intermittente et à activité variable (salles de réunions, locaux publics d'agences commerciales, salles polyvalentes, amphithéâtres, etc.);

Remarque : les deux systèmes présentés ci-dessus sont des systèmes optiques. Le premier traite en « tout ou rien » et le second par modulation.

- **la détection d'hygrométrie :** adaptée aux locaux à occupation intermittente dans lesquels l'humidité est le principal polluant;
- **la détection de CO₂ :** adaptée aux locaux à activité variable dont la source majoritaire de pollution est l'occupant (bureaux paysagers, salles de réunions, salles de classe, salles de sport, etc.);
- **la détection de CO, COV :** adaptée aux locaux où les polluants sont variés et/ou spécifiques (parking, laboratoires, etc.).

Bien choisir les éventuels filtres

Les filtres sont essentiellement utilisés dans les systèmes de ventilation à double flux. Ils peuvent se situer à plusieurs niveaux.

Au niveau du réseau d'insufflation :

- lorsque ce réseau comporte un seul filtre, il s'agit généralement d'un filtre fin placé près de la prise d'air neuf extérieur;
- lorsque ce réseau comporte deux filtres, il y a généralement un premier filtre grossier près de la prise d'air neuf extérieur et un filtre fin placé après le ventilateur d'insufflation, au départ du conduit desservant les locaux.

Au niveau du réseau d'extraction : un filtre est placé dans le conduit d'extraction avant le passage de l'air extrait dans le ventilateur d'extraction.

Le choix des filtres dépend du type d'ouvrage ainsi que du type d'activité dans chacun des locaux. Les filtres peuvent également être couplés si plusieurs niveaux de filtration sont nécessaires.

On distingue deux types de filtres, les particulaires et les moléculaires.

Particulaires, ceux-ci comprennent notamment :

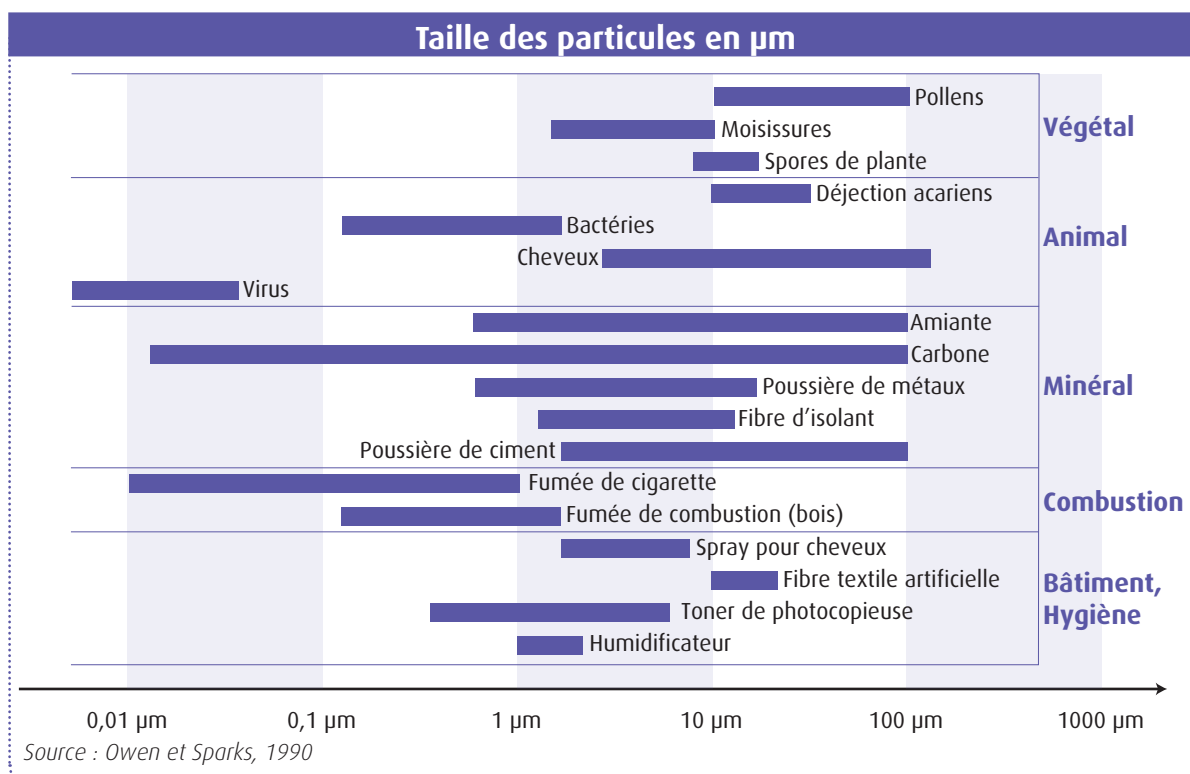
- les filtres grossiers (G) : ils permettent de filtrer les plus grosses particules (jusqu'à 10 µm);

- les filtres fins (F) : ils sont généralement utilisés pour un traitement approfondi de l'air dans les bâtiments tertiaires. Ils servent aussi à protéger les filtres absolus (jusqu'à 0,1 µm);
- les filtres absolus (H, E ou U) : ils permettent de protéger de plus petites particules (jusqu'à 0,001 µm).

Moléculaires : les plus utilisés sont les filtres à charbon actif: ils permettent de capter certains polluants au niveau moléculaire et donc de limiter les odeurs, protéger le process, épurer l'air des COV (jusqu'à 0,0001 µm).

Il est nécessaire de choisir les filtres en fonction de la qualité de l'air extérieur et de la qualité recherchée pour l'air intérieur. Il est également important de prévoir le changement régulier de ces filtres au niveau du plan de maintenance.

Il convient de souligner que l'encrassement des filtres augmente fortement les pertes de charges et les consommations d'énergie et dégrade la qualité de l'air apporté au bâtiment.



Pour plus d'informations sur l'aération des bâtiments :

- ❑ Site Internet du Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques (CETIAT), www.cetiat.fr
Sont en particulier téléchargeables :
 - *Ventilation performante dans les écoles*, 2001, guide de conception,
 - *La qualité de l'air dans les installations aérauliques*, 2004,
 - *Préconisations pour améliorer les performances des installations*, mars 2007,

- *Guide de la ventilation naturelle et hybride «VNHY»[®]*, AVEMS, 2010.

- ❑ Différents guides sont également téléchargeables sur le site Internet du Centre d'Études et de Formation pour le Génie Climatique et l'Équipement Technique du Bâtiment (COSTIC), notamment le guide *Hygiénisation des installations de ventilation*, publié en 2009 : www.costic.com, rubrique **Le Costic > Téléchargements Ventilation**

Prendre en compte le risque radon

Une réflexion, dès la conception du bâtiment, sur des techniques de réduction de présence du radon permet d'assurer une bonne efficacité de la solution pour un coût marginal.

Il s'agit notamment de :

- **limiter la surface en contact avec le sol** (plancher bas, sous-sols, remblais, murs enterrés ou partiellement enterrés);
- **assurer l'étanchéité (à l'air et à l'eau) entre le bâtiment et son sous-sol**, au niveau du plancher bas, mais aussi des remontées de réseaux et joints périmétriques;
- **veiller à la bonne aération du bâtiment et de son soubassement** (vide sanitaire, cave, etc.), en évitant

les différences de pression entre le soubassement et la partie habitée qui pourraient favoriser l'accumulation du radon dans la partie habitée.

Pour plus d'informations :

- ❑ Voir schéma p. 9.
- ❑ *Le radon dans les bâtiments : Guide pour la remédiation dans les constructions existantes et la prévention dans les constructions neuves*, CSTB, 2008.



Un air sain

Les puits climatiques

Les puits climatiques sont des systèmes géothermiques à air qui utilisent l'inertie thermique du sol pour préchauffer (puits canadiens) ou rafraîchir (puits provençaux) l'air neuf introduit dans un bâtiment.

En raison de leur principe, les puits climatiques ont le même intérêt dans l'habitat ou dans les bâtiments à usage autre que d'habitation.

Leur couplage avec des systèmes de ventilation est possible. Dans le cas de ventilation mécanique double flux avec échangeur, la pertinence technico-économique doit néanmoins être étudiée au cas par cas, les performances d'un tel couplage étant limitées, notamment en hiver, lorsque l'échangeur présente un rendement supérieur à 80 %.

Afin de ne pas affecter la qualité d'air intérieur des locaux desservis par ces puits climatiques (pollution de l'air extérieur, contamination bactériologique, mauvaises odeurs liées à la présence de moisissures, etc.), il importe de soigner particulièrement leur conception et leur mise en œuvre.

Pour limiter la pénétration de la pollution extérieure dans un puits climatique, il est important que la borne de prise d'air neuf soit installée à distance des sources de pollution et qu'elle soit en outre munie d'une grille anti-rongeurs, voire d'un filtre fin pour réduire plus efficacement les concentrations bactériennes et fongiques. Ces filtres doivent être changés régulièrement.

Il est également important que les tubes utilisés pour la réalisation des puits climatiques soient sans dégagement de composés volatils. Dans la mesure du possible, l'utilisation de tubes sans joint est à privilégier. A défaut, il conviendra de limiter le nombre de raccords et de soigner leur étanchéité (classe IP68 au sens de la norme AFNOR NF EN 60529 préconisée particulièrement en zone à risque radon. A noter que dans ces zones, l'installation de puits climatiques n'est pas conseillée). Les tubes devront par ailleurs avoir une forte résistance à l'écrasement.

Les phases de pose des conduits dans le sol et de remblaiement sont essentielles pour garantir la bonne stabilisation des tubes et assurer un bon échange thermique avec le sol.

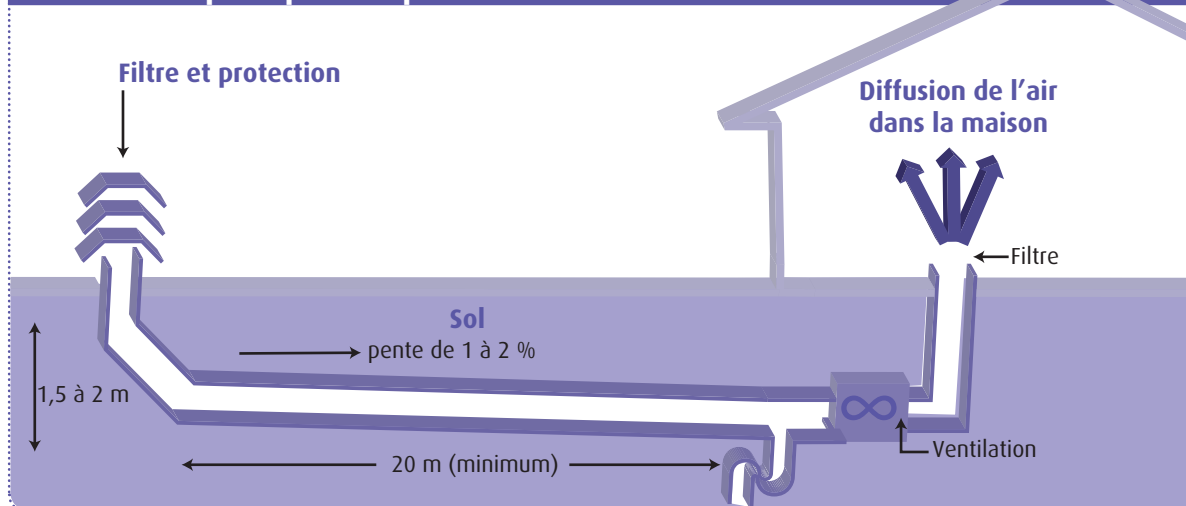
Enfin, le dispositif d'évacuation des condensats, nécessaire avec un puits climatique, doit être parfaitement étanche.

L'évacuation des condensats peut être réalisée soit par gravité jusqu'au bâtiment, avec un siphon pour évacuation vers le réseau d'eaux usées, soit par une pompe de relevage placée dans un regard étanche facilement accessible.

Pour plus d'informations :

- ❑ *Puits canadiens/provençaux*, CETIAT, janvier 2008.

Schéma de principe d'un puits canadien en maison individuelle



CONCEPTION

Adoptez les bons gestes !

- ❖ **Assurez de préférence la ventilation de locaux ou ensembles de locaux ayant des occupations, des usages ou des émissions de polluants nettement différents par des systèmes indépendants.**
- ❖ **Prévoyez des ouvrants donnant sur l'extérieur fonctionnels, aisément accessibles et manœuvrables, afin de faciliter dans tous les bâtiments l'aération par ouverture des fenêtres.** Pour les

bâtiments d'habitation, l'article R. 111-10 du code de la construction et de l'habitation impose que chaque pièce principale comporte au moins un ouvrant et des surfaces transparentes donnant sur l'extérieur (pouvant éventuellement donner sur un volume vitré comportant lui-même un ouvrant donnant sur l'extérieur).

Adoptez les bons gestes !

- ✚ **Veillez à prendre en compte les éventuelles pollutions extérieures : placez autant que possible les amenées ou prises d'air loin des pollutions extérieures** (notamment parkings, garages, cheminées de chauffage, stockages de déchets, niveau de la rue, bouches d'évacuation d'air vicié, etc.). Cela concerne dans un premier temps la conception du plan de masse puis celle des équipements techniques.
- ✚ **Les conduits rigides doivent être préférés aux conduits souples** pour les installations de ventilation mécanique car ils présentent moins de risques de dégradation (déchirure, percement) et leur entretien est plus aisé. La perte de charge engendrée est plus faible, les consommations d'énergie sont donc réduites.
- ✚ **Veillez à ce que l'ensemble des équipements soient accessibles** (réalisation de trappes de visite, bouchons, etc.) et que les opérations de maintenance (changement de filtres et nettoyage des conduits en particulier) puissent être réalisées sans difficulté.
- ✚ **Soyez attentif au niveau de filtration des éventuels filtres.**
- ✚ **L'architecte doit être vigilant au positionnement de locaux spécifiques sources de pollution**, tels que garage, local de reprographie, locaux dédiés aux déchets, etc.
- ✚ **L'architecte doit être vigilant au positionnement des bouches d'insufflation d'air** dans le cas d'un système de ventilation double flux afin de pas court-circuiter certaines zones et de bien respecter le principe de balayage des pièces.
- ✚ **L'équipe de maîtrise d'œuvre doit être vigilante au choix des produits.**
- ✚ **Lorsqu'une pollution du sous-sol a été détectée, la mise en place d'un vide-sanitaire ventilé est fortement conseillée et doit idéalement être étudiée.**
- ✚ **Les ponts thermiques sont à éviter afin de limiter la présence potentielle d'humidité et le développement des moisissures.**

En phase chantier

Il est prioritaire de s'assurer que le chantier lui-même ne va pas entraîner de pollution. Pour cela, l'ensemble des éléments présentant des risques doit être traité (laitance de béton, huile de décoffrage, accidents ponctuels, etc.). Il est également primordial de sensibiliser les entreprises au risque sanitaire encouru lors de l'utilisation d'un produit dangereux soumis à une Fiche de données de sécurité (FDS) mais aussi à

la nécessité de ne pas dégrader produits et matériaux lors du chantier. Une attention particulière devra en outre être apportée à la **qualité de la mise en œuvre** (en particulier, l'étanchéité du plancher bas pour limiter le risque d'exposition au radon, les ponts thermiques pour limiter le développement de condensation et moisissures) et au **fonctionnement des systèmes** (comme le système de ventilation).

Adoptez les bons gestes !

- ✚ **Intégrez dans le planning du chantier des vérifications et mesures de réception des systèmes de ventilation** : débits d'air, pressions, puissance électrique (vous pouvez pour cela vous référer à la norme NF X 10-236 « Degré d'étanchéité à l'air dans les réseaux de distribution en tôle »). Ce point est particulièrement sensible en habitat collectif où les délais sont très courts entre la fin du chantier et le début d'occupation des logements.
- ✚ **Intégrez dans le planning des délais permettant le séchage des supports et l'aération des locaux.** Les émissions en COV des peintures par exemple sont généralement plus importantes les premières semaines qui suivent l'application.
- ✚ **Stockez les réseaux de ventilation à l'abri des intempéries.** Les extrémités devront également être bouchées pendant le chantier pour éviter la livraison d'un réseau de ventilation déjà encrassé.
- ✚ **Protégez des intempéries tous les matériaux et produits d'origine végétale** afin d'éviter leur contamination fongique durant leur installation.
- ✚ **Veillez à la bonne étanchéité de l'ensemble du réseau de ventilation.**
- ✚ **Réalisez un test pour vérifier la bonne mise en œuvre et le bon fonctionnement des systèmes de ventilation.**
- ✚ **Assurez-vous que le montage des filtres est étanche.**
- ✚ **Une attention particulière doit être apportée aux matériaux fibreux.** En usage intérieur, ils doivent de préférence être revêtus d'un film ou d'une couche de peinture empêchant le défibrage.
- ✚ **Dans le cas d'une réhabilitation,** la présence d'amiante nécessitera une procédure adaptée (plans de préventions, formations, mise en œuvre d'équipements spécifiques, etc.) durant les travaux.
- ✚ **Afin de limiter le risque d'exposition au radon,** soyez particulièrement vigilant à l'étanchéité entre le plancher bas et le soubassement du bâtiment (en particulier au niveau des remontées de réseaux).
- ✚ **À cette phase, le maître d'œuvre doit vérifier que les caractéristiques des produits (notamment en termes d'émissions de COV, etc.) sont bien respectées.**



À l'usage / En exploitation

L'entretien et la maintenance du système de ventilation dans son intégralité sont essentiels pour assurer la longévité et l'efficacité de l'installation.

Pour plus d'informations :

- ❑ Guides du COSTIC sur l'entretien des réseaux de ventilation : www.costic.com.
- ❑ *Guide pratique - Gestion de la qualité de l'air intérieur*, ministère chargé de la Santé et l'InVS (Institut de veille sanitaire), 2010. Ce guide donne les clés pour identifier, évaluer et gérer la majorité des problèmes de qualité d'air intérieur dans les établissements recevant du public : www.sante-sports.gouv.fr/guide-de-gestion-de-la-qualite-de-l-air-interieur-dans-les-etablissements-recevant-du-public.html

Il est possible de réaliser des mesures de la qualité d'air intérieur à la livraison ou à l'occupation du bâtiment.

L'Association française de normalisation (AFNOR) a défini des normes proposant une marche à suivre pour réaliser un audit de la qualité de l'air en fonction du type de bâtiment :

- 🔗 norme AFNOR XP X 43-401 pour les bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires sauf locaux à pollution spécifique ;
- 🔗 norme AFNOR XP X 43-403 pour les bâtiments à usage d'habitation et locaux similaires ;

Valeurs guides de qualité d'air intérieur et valeurs de gestion

L'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [ex-Afsset]) a défini pour certains polluants des valeurs guides d'air intérieur qui sont des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles. Ces valeurs guides sont fondées exclusivement sur des critères sanitaires, excluant ainsi tout critère de faisabilité technico-économique. Sur cette base, le HCSP (Haut Conseil de Santé Publique) a défini des « valeurs repères » (notamment pour le formaldéhyde), atteignables immédiatement, y compris dans les bâtiments existants. Le HCSP a proposé des calendriers pour faire évoluer progressivement ces valeurs repères vers les valeurs guides.

- 🔗 norme AFNOR XP 43-407 pour les bâtiments à usage d'enseignement.

Remarque : ces normes doivent être complétées par des normes « analytiques » de la série ISO 16000 et par les normes de « confort » types NF EN 7730.

L'épuration de l'air par les plantes

Le recours à certaines plantes pour améliorer la qualité de l'air intérieur ne permet en aucun cas d'assurer une qualité d'air correcte dans les bâtiments. Une limitation des polluants à la source ainsi qu'un renouvellement d'air adapté, par des systèmes de ventilation mécanique ou naturelle, et, en complément, une aération régulière des pièces par ouverture des fenêtres permettent seuls d'assurer une bonne qualité d'air intérieur.

L'OQAI s'est penché sur différentes études relatives aux propriétés épuratrices des plantes d'intérieur. Il en ressort que si certains végétaux ont effectivement montré leurs capacités à éliminer des polluants organiques gazeux présents dans l'air intérieur en laboratoire, dans une enceinte de petite taille, dans des conditions contrôlées et dans un temps limité sur des polluants étudiés séparément, les résultats de ces études ne sont pas extrapolables aux bâtiments (et en particulier à l'habitat) en occupation réelle. Des études menées à l'échelle d'une pièce ont montré des « rendements d'épuration » souvent très faibles.

Les dernières études concluent que seuls les systèmes « actifs » faisant circuler mécaniquement l'air pollué à travers le substrat des plantes (biofiltration) se révèlent efficaces, mais ils ne sont pas pour le moment adaptés à l'habitat. D'une part ce sont des systèmes encombrants et, d'autre part, leur efficacité est limitée par divers inconvénients : consommation énergétique et bruit du ventilateur, contraintes de maintenance et d'entretien, formation éventuelle de polluants secondaires, etc.

Pour plus d'informations :

- ❑ www.air-interieur.org

Adoptez les bons gestes !



✿ **Entretenez ou faites entretenir régulièrement les bouches d'extraction et d'insufflation et les entrées d'air afin d'éviter l'encrassement et donc la baisse d'efficacité de l'éventuelle ventilation mécanique contrôlée (VMC).** Il est nécessaire de nettoyer régulièrement les bouches, quel que soit le type de VMC (simple-flux auto/hygroréglable, double flux). Il convient également d'entretenir les conduits, accessoires et ventilateurs.

Un guide précisant les modalités d'entretien de ces équipements peut pour cela être fourni par le maître d'ouvrage aux utilisateurs et gestionnaires. Il pourra être rédigé par la maîtrise d'œuvre en collaboration avec les entreprises.

✿ **Veillez à entretenir les éventuels filtres pour éviter encrassement et dégradation.** Il est essentiel que les filtres des différents systèmes de ventilation et de la centrale de traitement d'air soient vérifiés et changés régulièrement. Les informations relatives aux modalités et à la fréquence d'entretien de ces systèmes doivent être fournies par les entreprises aux maîtres d'ouvrage dans le dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage. Il est important que

les maîtres d'ouvrage transmettent ensuite ces informations aux gestionnaires et utilisateurs.

✿ **Sensibilisez les utilisateurs au fonctionnement et à l'entretien du système de ventilation mis à leur disposition.**

✿ **Sensibilisez les occupants à la nécessité de ne pas obturer les entrées d'air** ou les bouches d'extraction d'air afin de toujours avoir un débit d'air minimum dans les pièces de vie.

✿ **Sensibilisez les occupants au choix de l'ameublement, des produits d'entretien ou d'ambiance (bougies parfumées, encens synthétiques, etc.), d'antimites, etc.** Ce sont autant de facteurs pouvant augmenter la pollution de l'air intérieur.

✿ **Sensibilisez les occupants aux risques liés aux conditions inadaptées d'utilisation d'appareils d'appoint à combustion non raccordés.**

✿ **Aérez par ouverture des fenêtres**, même avec un système de ventilation, en particulier lors d'activités produisant de la vapeur d'eau, lors de cuissons ou lors de travaux de bricolage.

Mémo « Les points clés »



En phase programmation

- ✿ Informez-vous sur la qualité de l'air extérieur et faites une étude d'impact le cas échéant.
- ✿ Définissez les exigences d'aération à mettre en place par espace.



En phase conception

- ✿ Choisissez des matériaux émettant peu de polluants dans l'air intérieur.
- ✿ Concevez un système de ventilation respectant les exigences du programme.
- ✿ Veillez à ce que les réseaux de ventilation puissent faire l'objet d'un entretien le plus facile possible (accès aux filtres, positionnement des trappes, conduits rigides, etc.).



En phase chantier

- ✿ Intégrez dans le planning de l'opération des vérifications et mesures de réception des systèmes de ventilation.
- ✿ Dans les zones à risque radon, vérifiez l'étanchéité entre le bâtiment et son soubassement, au niveau du plancher bas, mais aussi des remontées de réseaux et joints périphériques et évitez les puits canadiens.



À l'usage

- ✿ Soyez vigilant au choix de l'ameublement.
- ✿ Accordez une attention particulière au choix des produits d'entretien et à leur composition.
- ✿ Sensibilisez les occupants à l'impact de l'utilisation de produits domestiques ou de produits d'ambiance, du tabagisme, etc.
- ✿ Sensibilisez les occupants à l'importance de l'ouverture des fenêtres d'une manière générale et d'autant plus si le principe d'aération retenu est basé uniquement sur l'ouverture des fenêtres.



En exploitation

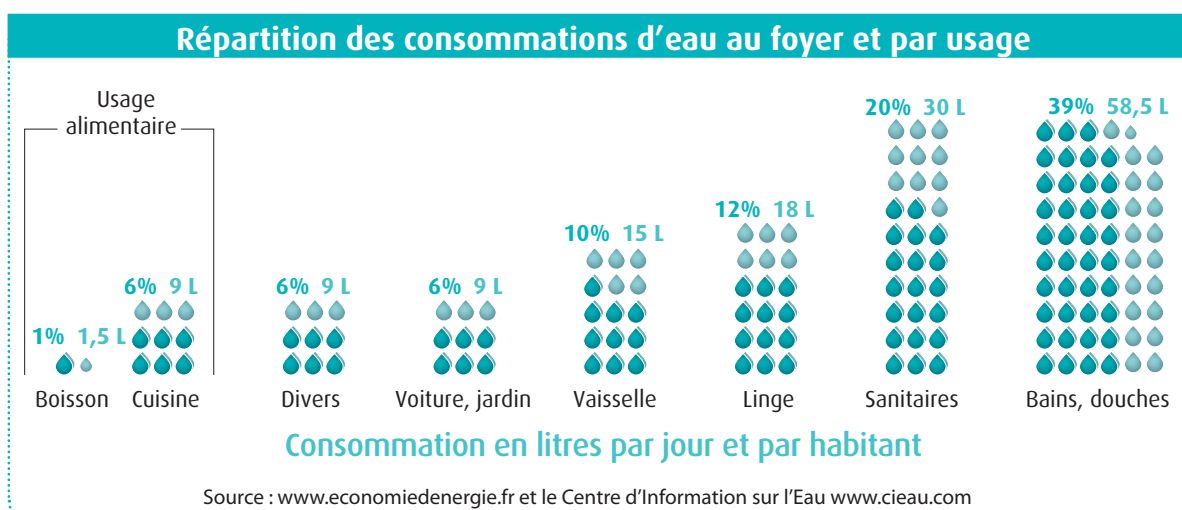
- ✿ Soyez vigilant à l'entretien des réseaux.
- ✿ Renouvelez les filtres dès que nécessaire.

2

Une eau de qualité

Contexte

En France, pour les usages sanitaires et domestiques, chaque habitant consomme en moyenne 150 litres d'eau par jour répartis de la manière suivante :



Depuis un siècle, une amélioration continue de la qualité de l'eau et de son contrôle a permis, en France, une diminution très importante du nombre d'épidémies (gastro-entérites, choléra, etc.) et a contribué à l'augmentation de l'espérance de vie.

On trouve en France un grand nombre de systèmes d'alimentation en eau potable, conséquence de la grande diversité des modes de gestion, des populations desservies et des types de ressources utilisées. L'ensemble de ce secteur est réglementé par le ministère chargé de la santé tandis que les Agences régionales de santé (ARS) (anciennement nommées DDASS pour Directions départementales des affaires sanitaires et sociales) sont chargées de vérifier l'application de cette réglementation dans chaque département.

Dans ce guide, nous ne considérerons que les bâtiments connectés au réseau public.



Risques sanitaires

Parmi les risques sanitaires liés à l'eau, il est nécessaire de distinguer :

- ◆ **les risques associés à la production/distribution (réseau public),**
- ◆ **les risques plus spécifiques à la distribution d'eau dans le bâtiment (réseau intérieur).**

Le présent guide s'intéresse uniquement à la deuxième catégorie.

L'un des risques principaux liés à l'eau est la contamination par des légionelles, agents pathogènes qui prolifèrent dans les installations où l'eau est maintenue entre 25 et 45 °C. Chaque année, on dénombre entre **1 200 et 1 500 cas** de légionellose en France (environ 100 décès en 2009). L'infection est provoquée par la conjonction d'une contamination de l'eau par des légionelles (il existe plusieurs souches de légionelles pathogènes), d'une aérosolisation sous forme de gouttelettes de moins de 5 micromètres, de l'exposition des personnes et de leur fragilité (certaines personnes sont particulièrement sensibles : personnes âgées, immunodéprimées, etc.).

Les légionelles peuvent notamment être présentes dans les eaux stagnantes et sols humides, les réseaux d'eau chaude sanitaire, les tours de refroidissement, les bains à remous ou encore les jacuzzis.

Les brûlures par l'eau chaude sanitaire sont par ailleurs des accidents très graves et parfois mortels. Elles ont une étendue significativement plus importante que celle observée pour les autres causes de brûlures. Les brûlures du troisième degré nécessitent une greffe de peau.

Les enfants et les personnes âgées, qui ont une résistance de la peau à la chaleur moins grande et des temps de réaction plus longs qu'un adulte en bonne santé, sont très vulnérables vis-à-vis du risque de brûlure. La baignoire est un lieu particulièrement à risque.

Que disent les **textes de référence** ?

La **directive 98/83/CE du 3/11/1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, transposée dans le code de la santé publique** fixe des limites et des références de qualité. Les paramètres à prendre en compte sont ainsi classés en deux catégories :

- les paramètres ayant une incidence directe sur la santé des personnes (limites de qualité);
- les indicateurs de fonctionnement des installations (références de qualité).

La directive a en particulier fixé la teneur maximale en plomb dans l'eau au robinet du consommateur à 10 microgrammes par litre (µg/L) à compter du 25 décembre 2013. Jusque là, une teneur inférieure à 25 µg/L est tolérée.

Outre cette directive européenne, les principaux textes de référence sont les suivants :

→ **Articles L. 1321-1 à L. 1321-10 et R. 1321-2 à R. 1321-61 du code de la santé publique** qui fixent notamment les obligations générales relatives à l'eau destinée à la consommation humaine.

Il s'agit notamment de :

- **fournir une eau qui ne doit pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes**, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes (**article R. 1321-2**);
- **surveiller la qualité de l'eau par un examen régulier des installations** et un programme de tests ou d'analyses effectués sur des points déterminés en fonction des risques identifiés que peuvent présenter les installations et tenir également un fichier sanitaire recueillant l'ensemble des informations collectées à ce titre (**article R. 1321-23**);
- **tenir à la disposition de l'Agence régionale de santé les résultats de la surveillance de la qualité des eaux** ainsi que toute information en relation avec cette qualité (**article R. 1321-25**).

Les dispositions réglementaires du code de la santé publique imposent également de :

- **mettre en œuvre toute mesure technique appropriée lorsque la limite de qualité n'est pas respectée**, que la non-conformité soit imputable (**article R. 1321-44**) ou non (**article R. 1321-47**) à la distribution intérieure;
- **utiliser des matériaux et objets autorisés pour les réseaux d'eau potable** (**articles R. 1321-48 et R. 1321-49**);
- **mettre en œuvre des mesures de traitement de l'eau autorisées** (**articles R. 1321-50 et R. 1321-51**);

- **en cas d'installation dans le réseau intérieur d'un dispositif de traitement complémentaire de l'eau, dans le cas des installations collectives, faire en sorte que le consommateur final dispose également d'une eau froide non soumise à ce traitement complémentaire** (**article R. 1321-53**) (**Remarque** : dans les bâtiments d'habitation, cette exigence s'applique pour chaque logement);
- **utiliser des produits de nettoyage et de désinfection des installations d'eau constitués de composants autorisés et respecter les modalités d'emploi de ces produits** (**article R. 1321-54**);
- **réaliser, concevoir et entretenir les installations de distribution**, de manière à empêcher l'introduction ou l'accumulation de micro-organismes, de parasites ou de substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes. (**article R. 1321-55**);
- **faire en sorte que les installations, dans les conditions normales d'entretien, assurent en tout point la circulation d'eau** (**article R. 1321-55**) :
 - elles doivent pouvoir être entièrement nettoyées, rincées, vidangées et désinfectées;
 - sur tous les points d'usage accessibles au public et délivrant une eau réservée à un autre usage que la consommation humaine doit être apposée une information portant sur le danger encouru;
- **respecter une hauteur piézométrique de 3 mètres minimum de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs en tout point de mise à disposition et à l'heure de pointe de consommation** (**article R. 1321-58**);
- **respecter l'interdiction de l'utilisation des canalisations intérieures d'eau pour la mise à la terre des appareils électriques** (**article R. 1321-59**).



→ **Arrêté du 11/01/2007** relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

→ **Arrêté du 29/05/1997** modifié relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

→ **Arrêté du 30/11/2005 modifiant l'arrêté du 23/06/1978** relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public. Les prescriptions visant à limiter le risque lié aux légionelles concernent uniquement certaines installations : ballons de plus de 400 litres, réseaux de volume supérieur à 3 litres entre le point de mise en distribution et le point à risque le plus éloigné. Cet arrêté exige notamment que l'eau contenue dans les équipements de stockage, soit :

- en permanence à une température supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements ;
- ou portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures.

Remarque : afin de réduire le risque de brûlures, ce même arrêté limite la température d'eau chaude sanitaire à 50 °C maximum aux points de puisage dans les pièces destinées à la toilette et à 60 °C maximum dans les autres pièces.

→ **Arrêté du 21/08/2008** relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et extérieur des bâtiments. Cet arrêté interdit l'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur des établissements de santé et des établissements sociaux et médico-sociaux, d'hébergement de personnes âgées, des cabinets médicaux, des cabinets dentaires, des laboratoires d'analyses de biologie médicale et des établissements de transfusion sanguine, des crèches et écoles maternelles et élémentaires.

À l'intérieur d'un bâtiment, l'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles, autres qu'en amiant-ciment ou en plomb, peut être utilisée uniquement pour l'évacuation des excréta et le lavage des sols.

→ **Arrêté du 1/02/2010** relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire. Les exigences de l'arrêté concernent à la fois le contrôle des températures et l'analyse des légionelles. En particulier, le contrôle doit porter sur les équipements de production et sur des points d'usage à risque représentatifs du réseau (ou à défaut les plus éloignés de la production).

Pour plus d'informations sur la réglementation applicable aux matériaux entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine :

□ www.sante.gouv.fr, rubrique Eau > Eau du robinet > Matériaux entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine

Bâtissez **sain** !



En phase programmation

Le maître d'ouvrage peut contrôler l'eau distribuée par le réseau public et s'assurer du respect des limites et références de qualité. Les analyses doivent être réalisées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé. Les analyses relatives aux légionelles peuvent quant à elles être réalisées par les laboratoires accrédités par le Cofrac pour le paramètre légionelles et les laboratoires agréés par le ministère chargé de la santé.

Pour plus d'informations :

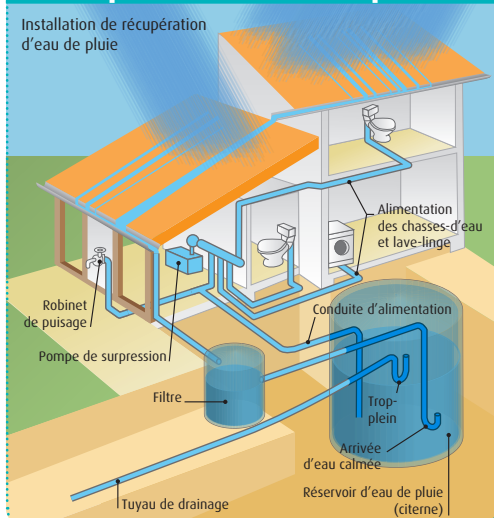
❑ www.sante.gouv.fr/laboratoires-agrees-pour-le-controle-sanitaire-des-eaux

Le maître d'ouvrage doit définir le type de traitement qu'il souhaite mettre en place pour les différents types d'eaux usées*.



Récupération d'eau de pluie

Installation de récupération d'eau de pluie



* Eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

Adoptez les bons gestes !

❖ **Assurez-vous que les réseaux publics d'évacuation peuvent évacuer les eaux usées du bâtiment.** En l'absence de réseau public, les eaux usées doivent être traitées par un dispositif d'assainissement non collectif conforme à la réglementation.

❖ Il est important d'étudier **l'intérêt d'une cuve de récupération d'eau de pluie** et de définir pour quels usages l'eau de pluie peut être utilisée (arrosage, lavage des sols, alimentation des sanitaires, etc.). A titre expérimental et sous certaines conditions, les lave-linges pourront également être alimentés en eau de pluie.

Remarque : l'eau de pluie est une eau non potable, contaminée microbiologiquement et chimiquement. L'usage d'eau de pluie à l'intérieur de l'habitat nécessite la coexistence d'un réseau d'eau de pluie non potable avec le réseau public de distribution d'eau potable. La présence de ces deux réseaux implique des risques sanitaires en raison de la possibilité d'interconnexion entre réseaux.

❖ En cas de réhabilitation, **repérez les éventuelles canalisations en plomb** et programmez, si besoin, leur remplacement.

En phase conception



C'est en phase de conception que des mesures doivent être prises pour assurer une qualité de l'eau optimale. En particulier, pour les réseaux d'eau chaude sanitaire, les objectifs sont de :

- disposer dans un temps raisonnable d'eau chaude à température prévue,
- éviter les risques de brûlures dues à une température trop élevée au point de puisage,
- limiter les possibilités de développement bactérien dans les réseaux et les réservoirs de stockage.

Principaux défauts rencontrés sur les installations

Problèmes de conception, de modification ou de réalisation (nombre de bouclages trop important, sous dimensionnement du collecteur retour, pontage des réseaux aller et retour, changement de mode de production, alternance de matériaux accentuant des phénomènes de corrosion).

Mauvaise installation d'un mitigeur en tête de distribution.

Consigne de température trop basse.

Phénomènes d'embolie gazeuse des réseaux.

Interconnexion entre les réseaux d'eau froide et d'eau chaude sanitaires.

Distribution d'eau chaude sanitaire : type bouclage ou antenne

Le bouclage est une canalisation permettant d'assurer une circulation permanente et le maintien en température des canalisations de distribution.

Pour les réseaux en habitation individuelle ou habitation collective avec production d'eau chaude sanitaire individuelle, il est possible de réaliser une distribution en antenne.

En revanche, pour les réseaux neufs collectifs, il est obligatoire de boucler les réseaux pour assurer le maintien en température. Seules certaines connexions terminales peuvent être en antenne. Lors de la conception, il est primordial de bien choisir l'architecture des réseaux bouclés afin de concevoir un réseau qui soit facile à régler et qui assure un débit ainsi qu'une température adéquate dans chaque boucle (même en bout de réseau). Attention toutefois au multi-bouclage qui peut limiter la circulation de l'eau dans certaines boucles et rendre un réseau difficilement maîtrisable.

Pour plus d'informations :

■ *Guide réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments - Partie 1 - Guide technique de conception et de mise en œuvre, CSTB, 2003.*

Préconisations pour les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire

Purgeurs d'air sur les points hauts.

Organes de réglage sur chaque retour de colonne.

Calorifugeage des canalisations en séparant bien les réseaux d'eau froide et d'eau chaude.

Suppression des bras morts.

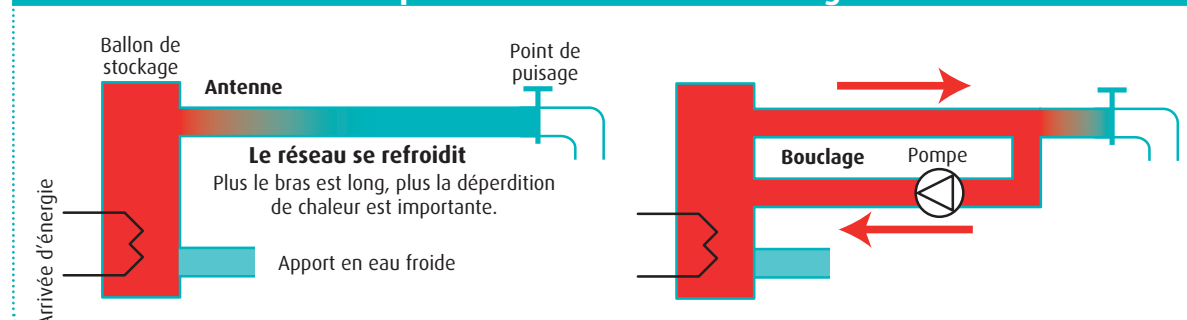
Dans les distributions en antenne, progression du matériau le moins noble au plus noble (mettre l'acier avant le cuivre par exemple) pour éviter la corrosion.

Purges en bas de colonnes.

Thermomètres, si possible sur les retours de colonnes les plus défavorisées.

Signalétique adaptée sur les différentes canalisations.

Dispositifs en antenne ou bouclage



Assurer la qualité du réseau

CONCEPTION

Adoptez les bons gestes !



- ◆ **Prévoyez une hauteur piézométrique minimale de 3 mètres, soit une pression d'environ 0,3 bar, en tout point du réseau et à toute heure.**
- ◆ **Mettez en œuvre des moyens de protection contre les retours d'eau vers le réseau public.**
- ◆ **Les réseaux bouclés devront être conçus pour assurer le maintien en température à l'exception des antennes terminales de moins de 3 litres.**
Remarque : il est préconisé de ne pas dépasser 1,5 L.
- ◆ La conception du réseau d'eau froide sanitaire doit limiter le risque de dépassement des 25 °C à partir desquels peuvent se développer les légionelles dans l'eau à l'intérieur des canalisations. Pour cela, **il est important que les réseaux d'eau froide et chaude soient calorifugés séparément** et que les longueurs de canalisation d'eau froide dans les locaux où la température ambiante est fréquemment élevée soient limitées.
- ◆ **Ne prévoyez pas un équipement de protection mais un ensemble de protections** constitué notamment de vannes d'arrêt, robinet de prise d'échantillon, filtres et/ou mises à l'égout permettant le contrôle et le bon fonctionnement des équipements. L'installation adéquate des équipements de protection est primordiale. Ceux-ci sont généralement complétés afin de créer des ensembles de protection. Par exemple :
 - un ensemble de protection avec disconnecteur à zones de pressions réduites contrôlables (appelé disconnecteur BA) devrait comprendre une vanne amont, un filtre, un disconnecteur BA et une vanne aval,
 - un ensemble de protection avec clapet anti-pollution (clapet EA) devrait quant à lui comprendre une vanne d'arrêt amont et un clapet EA.
- ◆ **Veillez à protéger les réseaux d'eau destinée à la consommation humaine de retours d'eau de qualité dégradée ou potentiellement à risques en prévoyant des protections à trois niveaux :**
 - au départ du branchement sur le réseau d'adduction publique,
 - à chaque piquage,
 - à proximité de l'équipement dont on veut se protéger, mettre en place des ensembles de protection contrôlables.
- ◆ **Évitez les interconnexions entre les réseaux d'eau froide et d'eau chaude sanitaires pour permettre un maintien correct de la température dans les deux réseaux.**
Cette séparation est essentielle pour limiter les problèmes de légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire, garantir un meilleur confort d'utilisation et protéger tout point où les deux réseaux sous pression sont en contact (notamment au niveau de l'appoint en eau froide de la production d'eau chaude sanitaire) et tout point d'usage avec chambre de mélange eau froide/eau chaude sanitaires en pression. **Remarque :** les deux réseaux doivent avoir des pressions voisines.



Bien choisir les matériaux en contact avec l'eau

Les matériaux choisis ne doivent pas être susceptibles d'altérer la qualité de l'eau. Leur utilisation est soumise à autorisation du ministère chargé de la santé, donnée après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).

Pour les matériaux organiques (PVC, PE, PER, etc.), il est nécessaire de s'assurer que les produits placés au contact de l'eau disposent d'une Attestation de Conformité Sanitaire (ACS).

Quels sont les matériaux adaptés ?

Choisissez les matériaux adaptés.

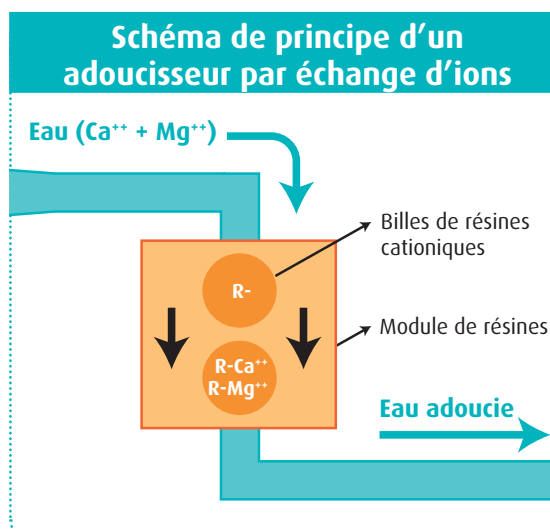
- **Le cuivre.** En rénovation, évitez le mélange cuivre/acier galvanisé pour ne pas créer de corrosion par électrolyse.
- **Le PVC.** Pour l'eau chaude sanitaire, le PVC utilisé est le PVC-C (surchloré). Pour l'eau froide, le PVC pression classique est acceptable mais il existe des formulations intermédiaires qui permettent de réaliser ponctuellement des chocs thermiques (intéressant notamment en milieu hospitalier où la gestion du risque *Pseudomonas* et légionelles peut nécessiter de telles opérations). La dilatation du PVC est relativement importante. Il faut donc être vigilant, au moment de la pose, à la mise en place de lyes de dilatation.
- **Le PER** (polyéthylène réticulé) est à éviter dans le cadre de traitement en continu au dioxyde de chlore car sa durabilité est alors réduite.
- **Les matériaux multicouches** (matériaux à base d'âme aluminium, recouverts de polyéthylène ou de téflon) combinent quant à eux les avantages des canalisations citées ci-dessus : faible dilatation, bonne résistance à la corrosion, etc.
- Pour la réhabilitation partielle de réseaux existants en **acier galvanisé**, l'acier peut être utilisé mais il se dégrade plus facilement par corrosion. **Ce matériau n'est plus préconisé pour les réseaux neufs.**

Bien choisir les éventuels traitements de l'eau

Si le bâtiment est relié au réseau d'eau public, le recours à des traitements complémentaires n'est a priori pas nécessaire. Des systèmes de traitement peuvent toutefois être installés à la demande du maître d'ouvrage.

Il existe plusieurs procédés de traitement d'eau, parmi lesquels :

- **les adoucisseurs par échange d'ions** qui remplacent une partie du calcium de l'eau par du sodium présent initialement sur la résine. Pour ces traitements, il faut être attentif aux conditions de stockage du sel et désinfecter au moins une fois par an la résine. En revanche, il ne faut pas les appliquer sur l'eau chaude sanitaire ou sur des eaux qui contiennent du fer soluble car cela risquerait de faire éclater les résines. L'adoucissement pour l'eau chaude sanitaire se fait sur l'eau d'appoint (avant chauffage) ;
- **les antitartres physiques.** Il s'agit de systèmes magnétiques ou électromagnétiques fonctionnant sans addition de réactifs. Leur efficacité n'est pas toujours démontrée (en raison de la qualité de l'eau ou de débits d'eau trop fluctuants). Ils peuvent conduire à la production de boues : ils nécessitent donc une filtration et un entretien régulier ;
- **les traitements anticorrosion.** Ils se répartissent en deux familles : les procédés à anodes solubles (parmi



lesquels les anodes consommables, les protections cathodiques) et les procédés par addition de réactifs liquides (silico-polyphosphates, phosphates-zinc). On parle aussi de traitement filmogène.

Attention à ne pas confondre produits de traitement et produits de nettoyage et de désinfection des installations !

Les produits de traitement sont mis en œuvre dans une installation en fonctionnement. L'eau traitée peut donc être consommée par un usager. L'utilisation de produits et de procédés de traitement de l'eau destinée à la consommation humaine est soumise à autorisation du ministre chargé de la santé, donnée après avis de l'Anses. Cette disposition s'applique à l'ensemble des méthodes de correction de l'eau mises en œuvre dans les filières de traitement et les réseaux d'adduction d'eau, publics ou privés. Pour être autorisés, les produits doivent obéir aux deux principes que sont l'innocuité et l'efficacité.

Les produits de nettoyage et de désinfection des installations sont à utiliser lorsque les installations ne sont pas en service. Un nettoyage est d'ailleurs obligatoire avant de remettre en service les équipements. Sont autorisés, pour le nettoyage des réseaux d'eau destinée à la consommation humaine, les produits autorisés pour le nettoyage des matériaux et objets destinés au contact alimentaire.

CONCEPTION

Adoptez les bons gestes !

- ◆ **Préférez l'installation des systèmes de traitement dans des locaux, à l'abri des sources éventuelles de contamination, aérés, à température ambiante, dans de bonnes conditions d'hygiène, munis d'un point d'eau potable.**
- ◆ **Prévoyez d'installer des manchettes témoins de corrosion** (en départ et retour collecteur).
- ◆ **Veillez à protéger l'approvisionnement en eau** des différents postes de traitement et protégez les des retours d'eau vers le réseau public.
- ◆ **Veillez à utiliser des produits agréés.**
- ◆ **Veillez à n'utiliser que des produits et procédés de traitement autorisés** et à ne pas réaliser de traitements sur la totalité de l'eau froide d'un établissement. En pratique, il s'agit pour les logements de l'eau froide dans la cuisine.

Bien définir le système de production d'eau chaude sanitaire

Pour les réseaux d'eau chaude, les maîtres d'œuvre doivent être particulièrement attentifs aux risques de développement de micro-organismes pathogènes favorisés par des températures trop faibles.

CONCEPTION

Adoptez les bons gestes !

- ◆ **Évitez les productions à moins de 55 °C à la sortie de l'appareil de production d'eau chaude sanitaire.**
- ◆ En cas de récupération d'énergie, **privilégiez des solutions stockant l'énergie dans une eau non sanitaire** et transférant l'énergie à l'eau chaude sanitaire par échange instantané. Le stockage d'eau préchauffée (à moins de 50 °C) est à exclure systématiquement. Il est d'ailleurs formellement interdit dans les établissements sanitaires.
- ◆ Évitez de mitiger en tête de réseau, afin que **l'eau dans les canalisations puisse toujours avoir une température supérieure à 50 °C.**
- ◆ **Prévoyez la possibilité de vidanger et de nettoyer complètement l'installation.** Pour cela, prévoyez des vannes et une mise à l'égout.
- ◆ **Équipez la production d'outils de contrôle** (manomètres, thermomètres) en départ et retour collecteur.
- ◆ **Veillez à mettre en place les équipements de réglage** permettant de régler l'équilibre des réseaux.
- ◆ **Respectez les températures maximales autorisées aux points de puisage afin de réduire les risques de brûlures** (voir les textes de référence page 31).

Utilisation des eaux de pluie

Pour éviter les contaminations des réseaux d'eau, les maîtres d'œuvre doivent être très vigilants à la bonne conception de l'éventuel système de récupération de l'eau de pluie.

Pour plus d'informations :

- Guide *Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs de systèmes d'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment*, ministères en charge de la Construction et de la Santé, août 2009 :
- www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable > Bâtiment et construction > Eco-construction et éco-rénovation > Economie d'eau
- www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Eco-construction et éco-rénovation > Economie d'eau
- www.sante.gouv.fr, rubrique Eau > Usages domestiques d'eau non potable

Adoptez les bons gestes !

- ◆ **Équipez d'une crapaudine** chaque partie haute de tuyau de descente acheminant de l'eau de pluie vers la cuve de stockage.
- ◆ **Prévoyez en amont du stockage**, pour une distribution de l'eau de pluie récupérée à l'intérieur des bâtiments, **un dispositif de filtration de maillage inférieur ou égal à 1 mm**. Pour une utilisation limitée à l'extérieur du bâtiment, la mise en place d'un dispositif de filtration est également recommandée afin de limiter la formation de dépôt.
- ◆ **Veillez à ce que le dispositif de filtration soit accessible afin de permettre son nettoyage**. Ce dispositif peut en particulier être intégré à la cuve.
- ◆ **Pour la cuve de stockage**, veillez à :
 - employer des matériaux inertes vis-à-vis de l'eau de pluie,
 - munir les aérations de grilles anti-moustiques de maille de 1 mm maximum,
 - la rendre accessible pour le nettoyage,
 - la fermer par un accès sécurisé.
- ◆ **Installez aux points de soutirage des robinets non manœuvrables sans clef** et une signalétique avec pictogrammes « eau non potable ».
- ◆ **Prévoyez une distinction claire et pérenne entre les deux réseaux** d'eaux potable et non potable.
- ◆ **Protégez le réseau d'eau potable** par des disconnecteurs à surverse.
- ◆ **Empêchez les piquages accidentels**.

En phase chantier

Pour chaque catégorie de réseaux, un ensemble de protections adapté est défini par la norme d'application volontaire NF EN 1717 « Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour » publiée en mars 2001.

Lorsque les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire sont définis, il convient ainsi de mettre en place, sur chacun des réseaux de distribution, les ensembles de protections adaptées aux installations et appropriées aux risques de pollution par retour d'eau provenant du réseau aval.

Adoptez les bons gestes !

- ◆ **Nettoyez les réseaux avant la livraison et la mise en place des organes terminaux** (voir encadré page 36 sur la définition des produits de nettoyage).
- ◆ **En fin de chantier, avant la réception, réglez l'installation** (régulation de la température de production, équilibrage du réseau, réglage des éventuels réducteurs de pression, mitigeurs thermostatiques, etc.). Pour cela des organes de réglage doivent avoir été mis en place sur le réseau de retour afin de compenser les différents parcours entre boucles (notamment le diamètre et la longueur des canalisations) et ainsi équilibrer les débits.
- ◆ **Tous les réseaux doivent être identifiés de façon claire et durable dans le temps**.
- ◆ **Vérifiez la conformité des éléments installés**.



A l'usage / En exploitation

L'entretien et la maintenance de l'ensemble du système sont essentiels pour limiter les risques sanitaires et assurer la longévité de l'installation.

Pour plus d'informations :

■ Guide *Réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments – Partie 2 – Guide technique de maintenance*, CSTB, 2005.

Adoptez les bons gestes !

◆ **Contrôlez et suivez l'entretien des réseaux.**

◆ **Vérifiez et entretenez les dispositifs de protection et de traitement** équipant les installations collectives de distribution mais aussi les réservoirs et bâches de stockage.

En particulier :

- veillez à l'**approvisionnement en produit** de traitement et aux **conditions de stockage** ;
- vérifiez et nettoyez les équipements de traitement au moins une fois par an.

Mémo « Les points clés »



En phase programmation

- ◆ Soyez vigilant sur la qualité de l'eau distribuée.
- ◆ Prenez en compte l'impact de la construction sur les réseaux d'évacuation.
- ◆ Définissez la gestion prévue pour les eaux pluviales et les eaux usées.



En phase conception

- ◆ Traitez les risques liés aux légionelles et assurez-vous que la température à la sortie de l'appareil de production d'eau chaude sanitaire est supérieure ou égale à 55 °C.
- ◆ Choisissez avec attention l'architecture du réseau de manière à ce qu'il puisse être réglé et entretenu convenablement.
- ◆ Accordez une attention particulière au choix des matériaux.



En phase chantier

- ◆ Nettoyez les réseaux.
- ◆ Évitez toute interconnexion entre les réseaux d'eau froide et d'eau chaude sanitaires, ainsi qu'entre les réseaux d'eau potable et d'eaux de pluie.



En exploitation

- ◆ Entretenez régulièrement les réseaux.



3

Un bon confort acoustique, visuel et hygrothermique

LE CONFORT ACOUSTIQUE

Contexte

Aujourd'hui, deux Français sur trois déclarent être personnellement gênés par le bruit au sein de leur domicile (Sofres, mai 2010). Les individus attribuent donc une valeur importante et croissante au droit à la tranquillité sonore dans leur cadre de vie. Aussi, il est souhaitable de leur offrir un véritable confort acoustique. Des lieux comme les établissements d'enseignement, de sport ou accueillant des jeunes enfants (crèches notamment), nécessitent également un confort acoustique minimum et une bonne intelligibilité de la parole.

Ces trente dernières années ont vu émerger de nombreux progrès au niveau de la maîtrise du bruit (réglementation, matériels de mesure et logiciels de calculs prévisionnels, matériaux et systèmes, niveau de formation du personnel des entreprises de construction, etc.), mais aussi une augmentation des bruits liés aux activités de transport (routier, ferroviaire, aérien) ou de loisirs (bars, discothèques).

La densification des villes, rapprochant les habitants les uns des autres et réunissant de plus en plus d'activités sur un même territoire (habitat, artisanat, tertiaire, industrie, transport) appellera de nouvelles réponses (architecturales et urbaines, techniques, pratiques, comportementales) à la demande croissante de confort acoustique.

Définition du bruit

Le bruit constitue un phénomène omniprésent dans la vie quotidienne, aux sources innombrables et d'une infinie diversité. L'Académie française définit le bruit comme un « son ou ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière », ou encore selon la norme NF 530-105 le bruit est défini comme « tout phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

L'intensité sonore se mesure sur une échelle logarithmique, en décibels (dB).

Une augmentation de 3 dB correspond à un doublement de l'énergie acoustique.

Sources de bruit à l'intérieur des bâtiments

Les principales sources de bruits susceptibles de générer des nuisances sonores à l'intérieur des bâtiments sont les suivantes :

- les personnes (voix, déplacements, etc.),
- les appareils (dans l'habitat : radio, télévision, électroménagers, etc.), les outils (perceuses, marteaux, etc.), les instruments de musique,
- les équipements du bâtiment (ascenseurs, installations de ventilation mécanique, chaufferie, chasse d'eau, douche, etc.).

Effets du bruit sur la santé

Les effets sanitaires de l'exposition au bruit sont de deux types :

- **des effets auditifs** (acouphènes, surdité réversible ou définitive), spécifiques d'une exposition au bruit. Ils sont observés avec des niveaux de bruit élevés et peuvent être provoqués par des expositions accidentelles, intenses mais de courte durée, engendrant des traumatismes sonores aigus, et par des expositions chroniques à l'origine de microtraumatismes répétés (tirs, discothèques, concerts, baladeurs, etc.) ;
- **des effets extra-auditifs**, non spécifiques d'une exposition au bruit. Ces derniers se répartissent eux-mêmes en deux catégories : des effets subjectifs et comportementaux (gêne, effets sur les attitudes et sur le comportement social, effet sur les performances, interférence avec la communication) mais également des effets biologiques notamment lorsqu'elle est subie de nuit ; ainsi, une exposition chronique peut avoir des conséquences sur la sphère végétative (notamment sur le système cardio-vasculaire), sur le système endocrinien, sur le système immunitaire et sur la santé mentale.

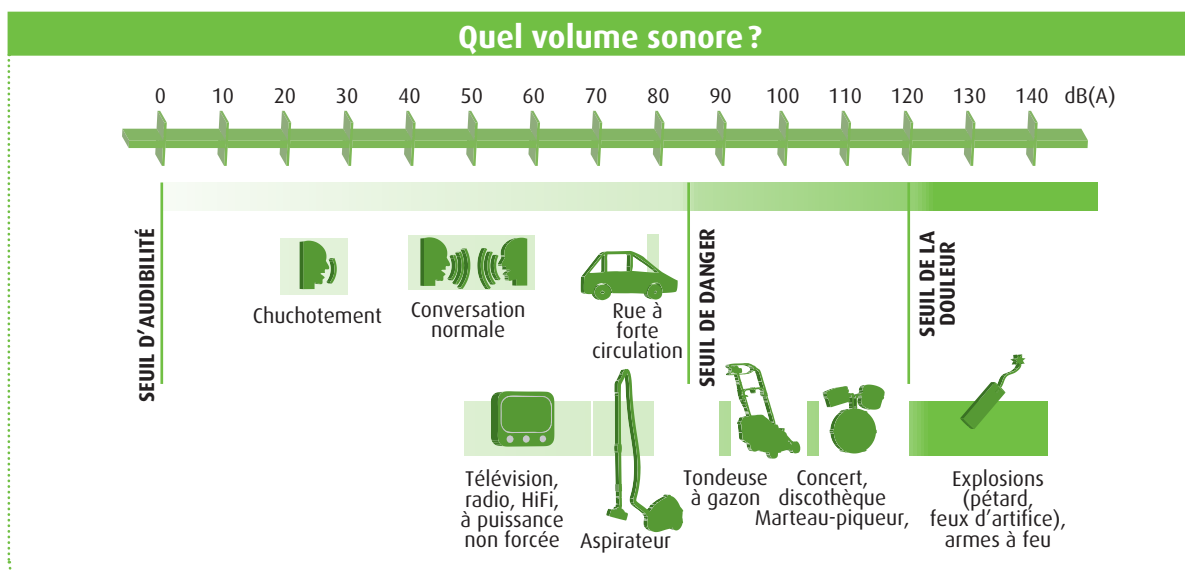
L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère que les effets principaux du bruit dans les habitations sont la gêne, les effets sur le sommeil et sur l'intelligibilité de la parole. L'OMS préconise ainsi un niveau maximum de 30 dB(A) pour des bruits continus dans les chambres la nuit et de 35 dB(A) le jour pour les locaux de repos ou d'étude.

Pour plus d'informations :

■ *Guidelines for community noise*, OMS, 1995. Ce document fournit des niveaux sonores de référence associés à des environnements particuliers (habitations, écoles, hôpitaux, etc.) et des effets sanitaires spécifiques (gêne, perturbation du sommeil, etc.) :

<http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>

Selon un rapport de l'OMS publié le 30 mars 2011 et traitant de la charge de morbidité imputable au bruit ambiant, parmi les facteurs environnementaux, le bruit ambiant provoquerait une charge de morbidité qui, en importance, viendrait juste après celle de la pollution atmosphérique.



Que disent les **textes de référence** ?

La réglementation acoustique ne s'applique qu'aux bâtiments neufs ou aux parties nouvelles de bâtiments existants. Il n'y a pas d'exigence réglementaire pour les bâtiments anciens, même lors d'une réhabilitation. Dans le cas d'une réhabilitation lourde, la jurisprudence peut néanmoins inciter à se rapprocher des exigences réglementaires des constructions neuves. En cas de travaux dans les bâtiments existants, il convient de ne pas dégrader les performances acoustiques initiales et appliquer au minimum les dispositions réglementaires qui étaient en vigueur lors de la construction de ces bâtiments. Dans les copropriétés, les dispositions éventuelles du règlement de copropriété relatives aux travaux doivent également être respectées. Enfin, le bruit des équipements techniques des bâtiments, neufs comme existants, doit rester dans les limites fixées par la réglementation relative aux bruits de voisinage (décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage).

Pour plus d'informations :

□ www.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Ville durable, aménagement et construction durable Bâtiment et construction > Eco-construction et éco-rénovation > Confort et qualité d'usage > Acoustique

□ www.territoires.gouv.fr, rubrique Bâtiment et construction > Eco-construction et éco-rénovation > Confort et qualité d'usage > Acoustique.

En règle générale, le respect des réglementations acoustiques française permet d'obtenir une qualité acoustique raisonnable dans les bâtiments concernés. Toutefois, les niveaux de performance retenus dans la réglementation représentent un minimum et ne garantissent pas dans tous les cas une tranquillité totale des occupants. Il appartient donc au maître d'ouvrage de définir en tant que de besoin des exigences plus importantes

Réglementation des bâtiments

Des **exigences acoustiques minimales** sont requises, et définies par les indicateurs normalisés suivants :

- isolement aux bruits aériens intérieurs aux bâtiments,
- niveau de réception des bruits de chocs,
- niveau de bruit généré par les équipements du bâtiment (ascenseur, plomberie, ventilation, etc.),
- isolement aux bruits extérieurs,
- correction acoustique des parties communes,
- en bâtiments à usage autre que d'habitation, temps de réverbération des locaux.

→ **Articles L. 111-11 à L. 111-11-2 et R*. 111-4 à R. 111-4-5 du code de la construction et de l'habitation.**

→ **Arrêté du 30/06/1999** relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation (les précédentes réglementations étaient celles du 14/06/1969 et du 28/10/1994).

→ **Arrêté du 25/04/2003** relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement.

→ **Arrêté du 25/04/2003** relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé.

→ **Arrêté du 25/04/2003** relatif à la limitation du bruit dans les hôtels.

→ **Arrêté du 17/04/2009** relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation neufs dans les DOM.

→ **Décret du 30/05/2011** relatif à l'attestation de prise

en compte de la réglementation acoustique à établir à l'achèvement des travaux de bâtiments d'habitation neufs. Ce décret instaure l'obligation pour le maître d'ouvrage de fournir à l'autorité qui a délivré l'autorisation de construire un document attestant que la réglementation acoustique a été prise en compte par le maître d'œuvre ou, en son absence, par le maître d'ouvrage.

Cette obligation est applicable aux bâtiments neufs d'habitation situés en France métropolitaine faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter du 1^{er} janvier 2013.

→ **Arrêté du 27 novembre 2012** relatif à l'attestation de prise en compte de la réglementation acoustique applicable en France métropolitaine aux bâtiments d'habitation neufs.

D'autres réglementations sont également à prendre en compte afin de protéger les bâtiments vis-à-vis du bruit des infrastructures de transports.

→ **Arrêté du 6/10/1978** relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur.

→ **Arrêté du 30/05/1996** relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Pour les bâtiments ne faisant pas l'objet de réglementation acoustique, les maîtres d'ouvrage et concepteurs peuvent se référer aux textes existants en procédant par analogie d'utilisation des locaux, ainsi qu'à des normes publiées pour certains types de bâtiments : salles sportives (**norme NF P90-207**), bureaux (**norme NF 531-080**) et lieux de travail contenant des machines (**norme NF EN ISO 11690 parties 1, 2 et 3**).

Protection des utilisateurs des bâtiments

La réglementation française limite également **le niveau sonore dans les établissements recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée (décret et arrêté du 15 décembre 1998)**. Elle prescrit par ailleurs le port de protections auditives ou des traitements à la source (capotage des machines) ou du local (correction acoustique des postes de travail) dès lors que certains niveaux d'exposition (en fonction de la durée d'exposition) sont atteints **dans l'industrie ou sur les chantiers**.

Elle limite les **bruits émis dans l'environnement par les installations bruyantes dites « classées »** et fixe des

émergences maximales (en fonction du temps) au-delà desquelles il y a infraction en matière de **bruits de voisinage (décret du 31/08/2006** relatif à la lutte contre les bruits de voisinage).

À noter que depuis le 30 juin 2007, en application de la **directive 2002/49/CE**, toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants doivent disposer de cartes de bruit stratégiques de leur territoire. Ces cartes prennent en compte les bruits continus dans l'environnement (bruit routier, aérien, ferroviaire et industriel).

Bâtissez **sain** !



En phase programmation

Il est très important de bien définir les objectifs acoustiques d'une opération au moment de la programmation. Ces objectifs nécessiteront de la part du maître d'œuvre

de trouver les solutions permettant d'assurer un confort satisfaisant en respectant les objectifs sanitaires et énergétiques fixés.

Adoptez les bons gestes !

❶ **Indiquez dans le programme le classement sonore des infrastructures de transports à proximité** (routièrres, ferrées) du bâtiment ou celui de la zone du Plan d'Exposition au Bruit si le bâtiment est proche d'un aéroport. Ce classement permettra de déterminer l'isolement réglementaire à produire vis-à-vis des bruits extérieurs pour les différents locaux, en fonction de leur éloignement et de leur exposition.
Remarque : le classement sonore est fixé par des arrêtés préfectoraux et est normalement retranscrit dans les documents d'urbanisme. Les Directions départementales des territoires (DDT), les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), les villes, les communautés d'agglomération ont également, la plupart du temps, réalisé des cartographies du bruit des transports terrestres qu'elles mettent à disposition sur leur site internet.

❷ **Repérez les autres sources potentielles de bruit** (installations classées pour la protection de l'environnement, parkings de discothèque, circuit de moto ou karting, etc.).

❸ **Définissez précisément les objectifs à atteindre** en utilisant les indicateurs normalisés (voir « Réglementation acoustique des bâtiments », p. 41).

❹ **Si vous souhaitez un confort acoustique meilleur que ce que requiert la réglementation**, vous pouvez éventuellement demander :

- un niveau de réception des bruits de chocs (L_n , T_w) inférieur de 3 dB au moins à l'objectif réglementaire,
- un niveau d'isolement aux bruits aériens entre locaux (D_{nT} , A) supérieur de 3 dB au moins à l'objectif réglementaire.

Vous devrez toutefois veiller à ne pas fixer des objectifs trop ambitieux en ce qui concerne l'isolement aux bruits aériens extérieurs (D_{nT} , A , tr), afin que les bruits intérieurs ne deviennent pas trop audibles, les bruits extérieurs n'assurant alors plus de rôle masquant.



En phase conception



Il existe aujourd'hui de nombreux moyens techniques permettant d'améliorer le confort acoustique dans les espaces de vie, de travail ou de loisirs. Ces moyens pourront utilement être étudiés et prescrits par un acousticien, membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre. Son intervention permet d'éviter des dépenses inutiles et d'intégrer les prescriptions acoustiques dans la recherche d'une qualité globale.

Une bonne conception sous-tend une collaboration importante de l'ensemble de l'équipe de maîtrise d'œuvre. En effet, les architectes, ingénieurs et acousticiens doivent rechercher ensemble les meilleurs **compromis permettant d'atteindre les performances acoustiques et thermiques visées sans détériorer la qualité de l'air intérieur**. Cela est en particulier recommandé lors du choix de l'isolation acoustique et thermique, du système de ventilation et des éléments qui contribuent à l'inertie thermique du bâtiment.

Pour plus d'informations :

▣ *Concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment*, CSTB. Guide destiné aux professionnels et disponible sur le site Internet du CSTB.

Isolements acoustiques à l'intérieur d'un logement

Il n'y a aujourd'hui aucune exigence réglementaire pour les isolements entre les pièces d'un même logement. Il faut toutefois garder en mémoire que les occupants d'un même appartement n'ont pas toujours les mêmes horaires, ni les mêmes loisirs : les séjours peuvent accueillir des écrans géants avec son « surround », les chambres peuvent servir de bureau, de salle de jeu vidéo ou d'espace privé. Il est donc recommandé de prévoir un minimum d'isolement entre ces pièces, avec éventuellement une séparation entre pièces de jour et de nuit (en prévoyant un sas par exemple) et la mise en place de cloisons isolantes. Des objectifs quantifiés sont en particulier définis par les référentiels Habitat et Environnement et NF Logement Démarche HQE®.

Sources de bruit à prendre en compte



Adoptez les bons gestes !**Lors de la conception du plan de masse**

L'éloignement des bâtiments par rapport aux sources de bruit n'est pas toujours possible.

- **Cherchez à protéger les bâtiments sensibles aux bruits** (en particulier habitation, santé, enseignement) par des bâtiments moins sensibles aux bruits (comme par exemple bureaux, industries, ateliers, parkings, stockage), des écrans (hauts et longs) ou des buttes plantées suffisamment élevées.
- **Concevez par exemple de grands patios ou des jardins intérieurs** sur lesquels ouvrir les locaux. Veillez cependant à laisser se propager dans ces espaces un minimum de bruits extérieurs afin de ne pas créer des « oasis de silence » dans lesquelles l'activité des uns deviendrait vite une nuisance sonore pour les autres.

Lors de la conception architecturale

- **Disposez sur les façades exposées au bruit** les pièces neutres (dégagements, celliers, salles de bains, cuisines si elles ne sont pas ouvertes sur les séjours) pour ouvrir chambres et éventuellement séjours sur les façades protégées des bruits.

- **Cherchez à avoir des logements traversants** pour que leurs occupants disposent aussi bien de pièces protégées que de pièces exposées et jouissent d'une variété de paysages sonores.
- **Soignez les points faibles de l'enveloppe** sur les façades exposées au bruit (entrées d'air, coffres de volets roulants, vitrages).

Lors de la conception intérieure des bâtiments

- **N'accrolez ou ne superposez de préférence que des pièces de même nature** (cuisine/cuisine, chambre/chambre).
- **Vous pouvez créer si nécessaire des entrées « cloisonnées »** pour mieux isoler les pièces principales des circulations communes.
- **Évitez de mettre une chambre au contact d'un escalier, d'une cage d'ascenseur, d'un garage ou d'une gaine technique.**
- **Évitez d'installer des appareils sanitaires sur une cloison en contact direct avec une chambre.**

**En phase chantier**

Les performances des produits et des systèmes acoustiques mesurées en laboratoire dans des conditions de pose parfaites ne sont pas aussi bonnes *in situ*, en raison notamment de la volumétrie des locaux, des modes de transmission du bruit et de la qualité de mise en œuvre. Ainsi, pensez à prévoir une marge de sécurité pour que les objectifs soient atteints et soyez vigilant à l'impact sur les performances acoustiques de changements de matériaux en cours de chantier.

Il est malheureusement quasi impossible de vérifier la qualité acoustique d'un bâtiment avant son complet achèvement. On peut donc penser que faire des mesures acoustiques lorsqu'il est trop tard pour rattraper les erreurs commises n'est pas un bon investissement.

Cependant :

- prévoir des mesures acoustiques à l'achèvement des travaux, en complément des mesures acoustiques rendues nécessaires par la réglementation relative à l'attestation de prise en compte de la réglementation acoustique des bâtiments d'habitation neufs (voir la partie « textes de référence »), permet de s'assurer de la qualité de la réalisation,
- puisque les entreprises doivent obtenir les résultats précisés dans le cahier des clauses techniques particulières (réglementation acoustique ou programme acoustique spécifique), elles doivent donc proposer des solutions permettant de remédier aux défauts constatés et de respecter les objectifs acoustiques du projet.

Adoptez les bons gestes !

Les mauvaises performances acoustiques sont souvent liées à des défauts d'exécution. Les recommandations suivantes vous permettront d'améliorer la qualité acoustique.

- **La cloison séparative doit monter jusqu'au plancher haut** et non pas simplement jusqu'au « faux-plafond ».

- **Une barrière acoustique doit être installée entre les lambourdes ou le plancher technique sur lesquels est posée la cloison séparative.**
- **À la rencontre de deux cloisons, la cloison la plus performante doit recouper la moins performante** pour éviter que les bruits indirects ne transitent par son intermédiaire.

Adoptez les bons gestes !

- **La cloison séparative doit recouper le doublage thermique intérieur** (sans toutefois créer un pont thermique avec la façade).
- **Les prises de courant, interrupteurs, boîtiers divers ne devraient pas être posés en vis-à-vis ou avec moins de 60 cm de décalage dans des cloisons à ossature.** En cas d'impossibilité de décalage, un écran acoustique (par exemple une plaque de plâtre d'environ 1 m x 1 m) pourra être prévu, dans la cloison, entre les prises en vis-à-vis.
- **Les trous de réservations doivent être bien bouchés dans les voiles, les dalles, etc.**
- Les chapes ou **dalles flottantes doivent être recoupees à leur périphérie** (pour éviter la transmission des bruits d'impacts à l'horizontal).
- Les chapes ou **dalles flottantes doivent être correctement désolidarisées** (attention à la liaison entre la chape ou la dalle et les parois verticales par une plinthe ou un bâti de porte).
- Le nombre de **suspentes résilientes de faux-plafond acoustique préconisé par le constructeur doit être respecté**, afin de préserver leur efficacité (pour éviter la transmission de bruit à l'horizontale).
- **La nature et l'épaisseur de la sous-couche résiliente doivent être adaptées** à la dalle flottante épaisse ou au massif anti-vibratile de manière à obtenir la performance acoustique recherchée.
- Il faut éviter **l'interphonie entre deux locaux via les réseaux de distribution de l'air**, par une épaisseur suffisante des parois de gaine et par la mise en place d'un isolant acoustique à l'intérieur de la gaine.
- **Soignez particulièrement la conception de l'éventuelle installation de ventilation mécanique contrôlée, en raison de l'inconfort acoustique** susceptible d'être généré par les bouches d'extraction, notamment en cuisine ouverte sur séjour, et par les bouches d'insufflation d'air en chambres et locaux de repos ou de sommeil des établissements autres que d'habitation (écoles maternelles, crèches, etc.).
- **Évitez la transmission de vibrations du groupe de ventilation (VMC)** en utilisant des suspentes résilientes dans le cas d'une installation en combles et, en cas d'installation en toiture d'immeuble collectif, en posant le groupe de VMC sur des plots anti-vibratiles et en prévoyant des manchons acoustiques au raccordement entre gaines de ventilation et groupe d'extraction.
- Soyez vigilant au **défaut d'isolement entre deux locaux superposés**, ou juxtaposés, provoqué par les parois d'une gaine technique trop peu isolantes.
- Attention au **coffre de volet roulant en traversée de façade**, moins isolant que la baie qu'il accompagne.
- **La réalisation d'un enduit de finition sur une paroi en parpaing creux, brique, etc., sera préférable, sur le plan acoustique, à la pose d'une plaque de plâtre.** Si cette dernière solution est retenue, la plaque sera encollée sur toute sa surface au lieu d'être collée par plots.
- **Les portes palières ne doivent pas comporter de « jour »** en dessous, ni un mauvais jointoiement autour du bâti.
- **La réalisation de mesures acoustiques sur des cellules témoin**, pour des dispositions à risque important, peut être envisagée en cours de chantier.

À l'usage / En exploitation Adoptez les bons gestes !

- **Le règlement de copropriété** définit des règles (performance acoustique, tranquillité) qu'il convient de rappeler à chaque changement d'occupant.
- L'utilisation et le vieillissement des matériaux et équipements entraînent inévitablement une dégradation des performances acoustiques. Il convient donc de vérifier périodiquement, par exemple, les joints des portes palières, l'état de propreté des bouches de ventilation, le nettoyage et l'entretien des moteurs de ventilation, l'étanchéité des menuiseries extérieures, les ferme-portes automatiques de halls d'entrée et les butées des portes de garages et de locaux communs.
- Lors d'opérations de rénovation ou de peinture, par exemple, des précautions doivent être prises pour **ne pas dégrader les performances acoustiques des joints d'étanchéité des fenêtres ou des portes palières** (ne pas les peindre), **ni celles des revêtements absorbants** disposés en parties communes.

Pour plus d'informations :

- **La lutte contre le bruit**, ADEME. Ce guide téléchargeable sur le site Internet www.ademe.fr définit les bonnes pratiques à l'usage pour un logement.

- **Confort sonore des logements existants**, Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit. Ce guide téléchargeable sur le site Internet www.bruit.fr recense les principes d'amélioration acoustique des logements existants en compatibilité avec l'isolation thermique,

LA LUMIÈRE ET LE CONFORT VISUEL

Contexte

La population est de plus en plus soumise à un éclairage artificiel du fait des changements de mode de vie. Il est ainsi important de prendre en compte le confort visuel lors de la conception des éclairages intérieurs et de veiller à ce que les bâtiments bénéficient de suffisamment de lumière naturelle. Il est également essentiel de respecter un certain nombre de bonnes pratiques pour optimiser le confort visuel.

Une exposition à la lumière naturelle contribue à synchroniser les rythmes biologiques (cycles éveil/sommeil par exemple) et à synthétiser de la vitamine D.

Les longueurs d'onde intervenant dans la régulation des rythmes biologiques sont les longueurs d'onde proches du bleu. Une exposition trop faible à ces longueurs d'onde peut entraîner des troubles du sommeil et de l'humeur.

La vitamine D intervient dans l'absorption du calcium et du phosphore par les intestins, ainsi que dans leur

réabsorption par les reins. Une carence en vitamine D provoque une faiblesse et des douleurs musculaires ou de la fatigue et, à un stade plus avancé, une ostéomalacie (fragilité osseuse) chez l'adulte et un rachitisme chez l'enfant.

Le style de vie urbain a pour conséquence une faible exposition à la lumière extérieure (seulement 1 à 10 % de l'exposition totale à la lumière). Il est donc important pour la santé des occupants de concevoir et réaliser des bâtiments dans lesquels les apports en lumière naturelle sont suffisants.

Effets sur la santé

Un inconfort visuel peut engendrer une fatigue qui elle-même peut être un facteur aggravant pour certaines maladies : dégénérescence maculaire liée à l'âge (entraînant une perte progressive et parfois importante de la vision centrale), glaucome (maladie dégénérative du nerf optique), cataracte (opacification partielle ou totale du cristallin), etc.

La majorité des LED (diodes électroluminescentes) blanches actuelles émet une forte proportion de lumière bleue, la lumière blanche étant dans la plupart des cas obtenue en combinant une diode émettant dans le bleu avec du phosphore jaune. Cette lumière bleue peut

affecter les yeux, notamment ceux des jeunes enfants, en raison de la moindre capacité de leur cristallin de filtrer la lumière bleue, ceux des adultes souffrant de certaines pathologies des yeux ou consommant des substances photo-sensibilisantes, ainsi que ceux de certains professionnels particulièrement exposés. Elles peuvent également être la cause d'éblouissements importants du fait d'un éclairage très directif*.

* Avis du 19 octobre 2010 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) relatif à la saisine « Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED) ».

Quelques définitions

Flux lumineux

Le flux lumineux est la grandeur visuelle qui correspond à la puissance lumineuse émise par une source, soit un nombre de photons par unité de temps. L'unité de mesure du flux lumineux est le lumen (symbole lm).

Éclairement

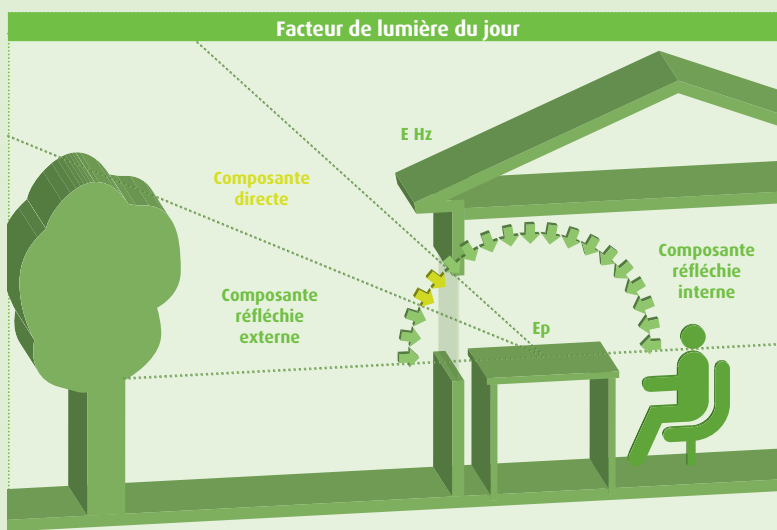
L'éclairement lumineux correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface. L'unité de mesure de l'éclairement lumineux, le lux (lx), correspond à un flux lumineux de 1 lumen (lm) couvrant uniformément une surface de 1 m².

Facteur de lumière du jour

Le facteur de lumière du jour (FLJ) est défini par le rapport entre l'éclairement à l'intérieur d'un local et l'éclairement extérieur en condition de ciel couvert.

Parmi les éléments ayant un impact sur l'apport en lumière du jour, peuvent être cités :

- le facteur de transmission lumineuse des vitrages,
- les facteurs de réflexion des revêtements de sol, mur et plafond,
- les facteurs de réflexion des protections solaires fixes.



Coefficient d'uniformité

L'uniformité d'éclairement des zones de travail et des zones environnantes immédiates est définie, dans la zone considérée, comme étant le rapport entre l'éclairement minimum et l'éclairement moyen.

Unified Glare Rating (UGR)

L'UGR est une méthode d'évaluation du taux d'éblouissement d'inconfort d'une installation d'éclairage artificielle mise en place à l'intérieur d'un bâtiment. On distingue au total 8 classes d'UGR, pour des UGR de 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28 ou 31.

Plus la valeur d'UGR est faible, plus l'éblouissement est faible. L'UGR est déterminé dans les deux directions d'observation, à savoir dans le sens transversal d'observation du luminaire ainsi que dans le sens longitudinal. La valeur la plus haute détermine la qualité globale de l'installation. À noter que l'UGR ne s'applique pas aux LED (diodes électroluminescentes)*.

* Source : ANSES.

Que disent les **textes de référence** ?

→ **Article R* 111-10 du code de la construction et de l'habitation.** Cet article précise que les pièces principales des logements doivent être pourvues d'un ouvrant et de surfaces transparentes donnant sur l'extérieur ou sur un volume vitré comportant lui-même au moins un ouvrant donnant sur l'extérieur.

→ **Réglementation thermique 2012 (« RT 2012 »).**

Le décret du 26/10/2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions et l'arrêté du 26/10/2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments ont défini un nouvel indicateur BBIO qui prend notamment en compte les caractéristiques des surfaces vitrées et leurs orientations.

Pour les maisons individuelles et les bâtiments collectifs d'habitation, la surface totale des baies vitrées doit être supérieure ou égale au sixième de la surface habitable du bâtiment considéré.

→ **Décret « logement décent ».**

Le décret du 30 janvier 2002 relatif aux caractéristiques du logement décent pris pour l'application de l'article 187 de la loi du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain définit les caractéristiques minimum d'un logement décent. Son article 2 impose notamment que les pièces principales bénéficient d'un éclairage naturel suffisant et d'un ouvrant donnant à l'air libre ou sur un volume vitré donnant à l'air libre. Ce décret s'applique aux logements en location.

→ **Règlement sanitaire départemental type (RSDT).**

L'article 40.2 du RSDT (partie « Aménagement des locaux d'habitation ») demande que l'éclairage naturel au centre des pièces principales ou des chambres isolées soit suffisant pour permettre, par temps clair, l'exercice des activités normales de l'habitation sans le secours de la lumière artificielle.

→ **Articles R. 4223-1 à R. 4223-12 du code du travail.**

Ces articles fixent notamment les exigences relatives à l'éclairage et l'éclairage des locaux de travail.

Normalisation européenne

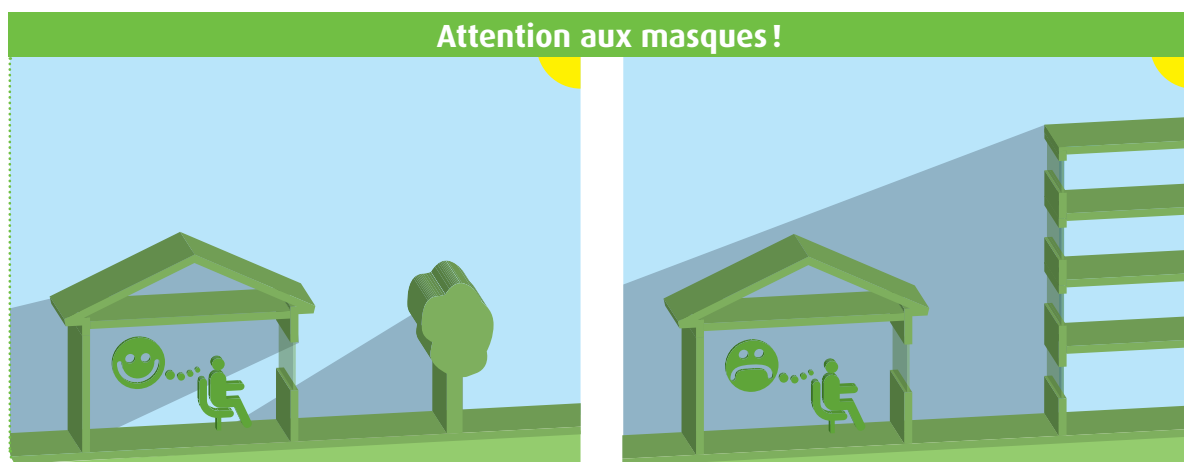
La norme européenne NF EN 12 644-1, d'application volontaire, définit un contrôle de l'éblouissement direct des luminaires. Cette limitation de l'éblouissement est donnée sous la forme d'une valeur limite d'UGR (Unified Glare Rating). Une publication du syndicat de l'éclairage précise les méthodes de calcul de l'UGR.

Bâtissez **sain** !

En phase programmation



Il faut être vigilant à la présence de masques (immeuble à proximité, protections solaires fixes extérieures, etc.). En présence de masques, la surface vitrée devra être plus importante pour atteindre un même apport en éclairage naturel.



Adoptez les bons gestes !



- **Fixez les niveaux de facteur de lumière du jour ou les objectifs d'autonomie en lumière naturelle pour les espaces où l'apport en lumière du jour est un enjeu.** Attention, en présence de grandes baies vitrées, pensez à prévoir des protections solaires pour prévenir l'inconfort thermique d'été ainsi que l'éblouissement.
- **Précisez les performances attendues pour l'éclairage artificiel.** Pour les espaces de bureau, l'obtention de 200 lux par l'éclairage de fond et de 300 lux sur le plan de travail par la mise en place d'un éclairage d'appoint est un compromis intéressant.
- **Définissez les coefficients d'uniformité à atteindre pour les différents espaces en veillant à ne pas tomber dans la surenchère.** Trop d'uniformité engendre un manque de stimulation et d'intérêt visuel. Il est donc important de rechercher un compromis entre stimulation et confort.
- Évitez les sources de lumière émettant une forte lumière froide (lumière riche en lumière bleue) dans les lieux fréquentés par les enfants (maternités, crèches, écoles, lieux de loisirs, etc.). Prévoyez des systèmes d'éclairage ne permettant pas une vision directe du faisceau émis par les LED afin de prévenir l'éblouissement.
- **Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, définissez l'occupation prévue des locaux pour que la maîtrise d'œuvre puisse adapter les systèmes de régulation à l'usage prévu de l'équipement d'éclairage artificiel.**

Pour plus d'informations :

- www.anses.fr
- www.inrs.fr



En phase conception

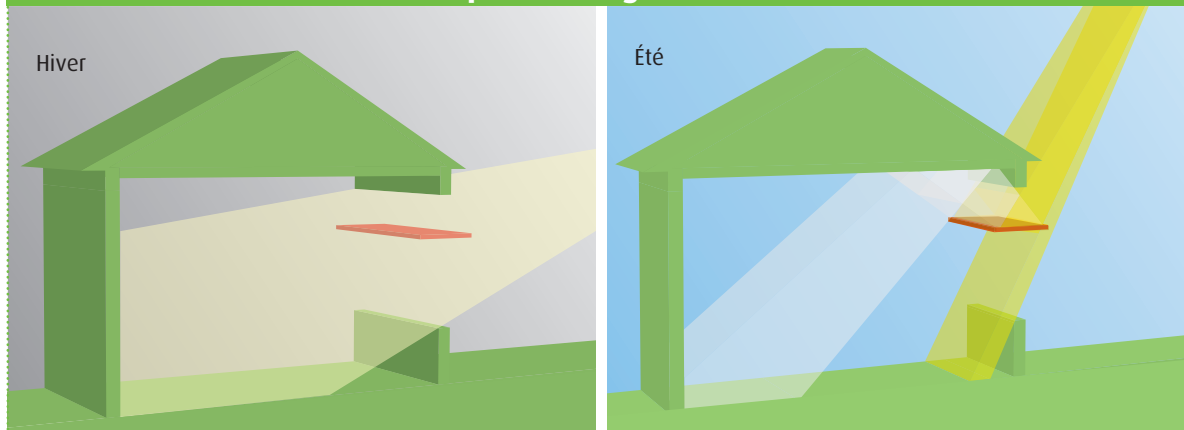
En phase conception et dès l'avant-projet sommaire, la maîtrise d'œuvre peut s'assurer que l'apport en lumière du jour respecte les préconisations du programme par exemple par la réalisation de simulations de facteurs de lumière du jour.

Des simulations de l'éclairage artificiel peuvent également être réalisées pour s'assurer du niveau d'éclairage et de l'uniformité.

Adoptez les bons gestes !

- **Tenez compte, lors de la conception, du plan de masse des principaux masques (obstacles à la diffusion de la lumière) pour assurer un confort visuel optimal.** Prenez également en compte la qualité des vues extérieures même si l'impact de celles-ci sur la santé ne peut être quantifié.
- **Prévoyez, pour l'ensemble des espaces à occupation permanente, une vue directe à l'horizontale sur l'extérieur.**
- **Évitez que la lumière naturelle ne devienne une source de gêne visuelle.** La mise en place de protections solaires ou d'occultations est primordiale. Des solutions existent pour protéger les espaces des risques de surchauffe tout en continuant à bénéficier de la qualité de la lumière naturelle (étagère à lumière, store permettant l'apport en lumière naturelle en partie haute, etc.).
- **Lors de l'aménagement des locaux et plus particulièrement lors de la disposition des postes informatiques, l'architecte doit être vigilant aux risques de contraste éblouissant.** De manière générale, les écrans doivent être perpendiculaires aux ouvrants.
- **Réalisez des simulations de facteurs de lumière du jour dès l'avant-projet sommaire** pour vous assurer de l'apport, l'autonomie en lumière du jour dans les espaces le plus en amont possible de la conception de la façade.
- **L'ensemble de l'éclairage artificiel doit être accessible pour faciliter la maintenance.**
- Pour les sources lumineuses et les luminaires, **précisez les indices de rendu des couleurs, les températures de source et le coefficient UGR maximal attendus.** Veillez notamment à ce qu'ils soient adaptés aux espaces.
- **Adaptez les équipements** et notamment les sources lumineuses et les systèmes de régulation **en fonction de l'occupation prévue des locaux.**
- Lors du **choix des coloris des menuiseries extérieures**, privilégiez les teintes claires pour limiter le contraste et donc la fatigue visuelle.

Principe de l'étagère à lumière



En hiver, l'étagère à lumière laisse passer les rayons directement dans les locaux. En été, elle réfléchit la lumière vers le plafond. Elle protège ainsi les occupants de l'éclairage direct et des surchauffes et améliore la répartition de la lumière du jour dans les locaux.

En phase chantier



Il est très important de s'assurer en phase chantier que les préconisations liées au confort visuel sont bien respectées.



Adoptez les bons gestes !



Pour l'éclairage artificiel, vérifiez :

- **les caractéristiques des luminaires** (rendement des luminaires, compatibilité avec les sources lumineuses prévues, UGR),
- **les caractéristiques des sources lumineuses** (type de source, indice de rendu des couleurs, température de couleur, etc.).

À l'usage / En exploitation



Adoptez les bons gestes !



- Pour assurer un apport en lumière naturelle dans le temps, **entretenez les surfaces vitrées de manière régulière.**
- **En présence d'un dispositif de modulation d'apport en lumière du jour, veillez à sensibiliser les utilisateurs à son bon usage** pour assurer aux occupants un confort optimal et permettre des économies d'énergie.
- **Mettez en place un cahier d'exploitation définissant les opérations de nettoyage** des sources lumineuses (dépoussiérage) et de remplacement des lampes.

LE CONFORT HYGROTHERMIQUE

Contexte

Le confort hygrothermique correspond à la satisfaction d'une personne dans un environnement défini principalement par sa température, son taux d'humidité et la vitesse de l'air. Le confort hygrothermique est subjectif, mais de nombreuses études réalisées ont permis de le quantifier.

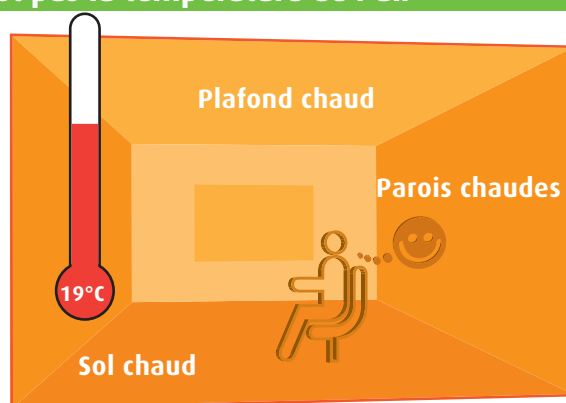
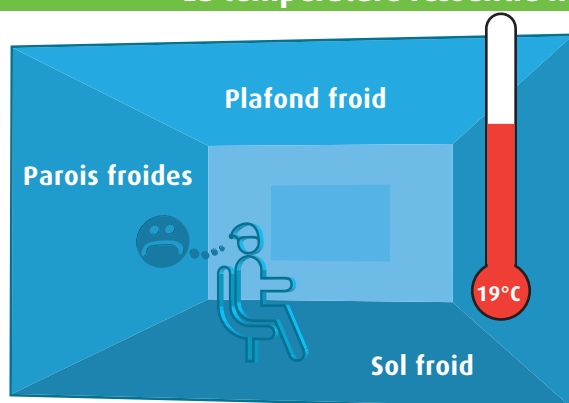
Les variables qui influent sur le confort hygrothermique d'une personne sont :

- le niveau d'activité de la personne,
- la résistance thermique de ses vêtements,
- la température de l'air et la température moyenne radiante,

- la vitesse de l'air,
- la pression de vapeur d'eau dans l'air.

Remarque : la température ressentie par le corps humain, dite « température opérative », n'est pas la température de l'air mais une moyenne entre la température de l'air et celle des parois qui entourent la personne.

La température ressentie n'est pas la température de l'air



La température ressentie par une personne dépend non seulement de la température réelle de l'air, mais aussi de la température des parois horizontales ou verticales voisines de cette personne.

Il est important de limiter les risques d'inconfort liés à des différences de température trop importantes dans un même local. En particulier, à l'usage, il ne devrait pas y avoir une différence de plus de 3 °C entre les pieds et la tête des occupants. D'autre part, la proximité de parois trop froides ou trop chaudes mais aussi la présence de courants d'air peut également provoquer des désagréments. La vitesse de l'air au voisinage d'une personne ne doit idéalement pas dépasser 0,2 m/s en hiver et 0,8 m/s en été.

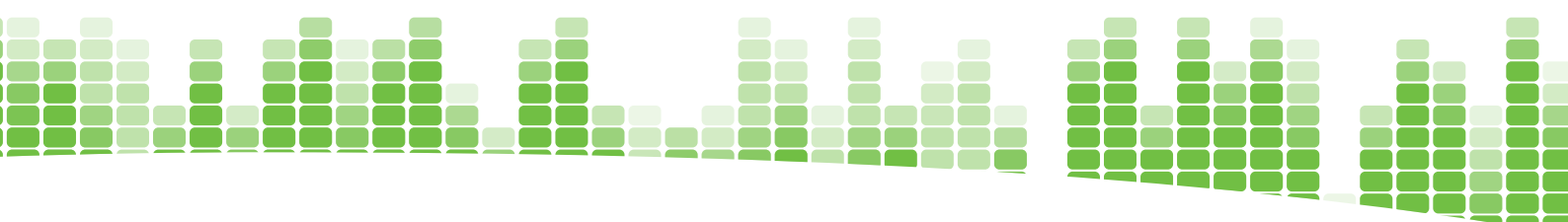
Des indices d'évaluation du confort

Les indices PMV (Predicted Mean Vote¹) et PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied²) ont été élaborés par Fanger pour évaluer les ambiances thermiques :

- le PMV donne la sensation thermique moyenne des individus dans une ambiance thermique donnée telle qu'elle ressortirait d'une étude statistique,
- le PPD est une relation entre le PMV et le pourcentage de personnes non satisfaites dans une ambiance thermique donnée.

Remarque : Même dans une bonne ambiance thermique, le nombre de personnes insatisfaites n'est pas nul et reste de l'ordre de 5 %.

1. Indice de vote moyen prévisible. 2. Pourcentage prévu de mécontents.



Effets sanitaires

Un inconfort thermique répété peut accentuer le Syndrome des Bâtiments Malsains (cf. encadré p. 11).

Même si le corps humain a de grandes capacités d'adaptation (vasodilatation, sudation, etc.), des atmosphères trop chaudes, trop froides, trop sèches ou trop humides sont des facteurs aggravants pour des maladies respiratoires par exemple.

Des températures élevées peuvent par ailleurs favoriser les émissions de polluants (composés organiques volatils

en particulier) engendrant ainsi une dégradation de la qualité sanitaire des espaces.

Une humidité relative de l'air supérieure à 60 % augmente le développement des acariens et des moisissures. Une hygrométrie élevée participe ainsi à l'aggravation des symptômes allergiques.

Que disent les **textes de référence** ?

Température de chauffage

→ **Articles R*.131-20 et R*.131-21 du code la construction et de l'habitation.** Ces articles limitent la température de chauffage en moyenne à 19 °C pour l'ensemble des pièces d'un logement, ainsi que pour l'ensemble des locaux affectés à un usage autre que l'habitation et compris dans un même bâtiment.

En période d'inoccupation de ces locaux, ces limites sont fixées respectivement à 16 °C quand la durée d'inoccupation est comprise entre 24 h et 48 h et à 8 °C en cas d'inoccupation supérieure à 48 h.

Des **arrêtés spécifiques** fixent les limites de température de chauffage adaptées à certaines catégories de locaux.

→ **Arrêté du 25/07/1977** relatif à la limitation de la température de chauffage de locaux où s'exercent des activités à caractère scientifique, sportif, artisanal, industriel, commercial ou agricole.

→ **Arrêté du 25/07/1977** relatif à la température de chauffage dans les locaux et établissements sanitaires et hospitaliers et dans les logements où sont donnés des soins médicaux ou qui logent ou hébergent des personnes âgées ou des enfants en bas âge.

Température de refroidissement

→ **Article R. 131-29 du code de la construction et de l'habitation.** Cet article impose que dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis ou maintenu en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse 26 °C. (Cette disposition ne s'applique pas à certains bâtiments, définis par les articles R. 131-25 et R. 131-30 du même code.)

Température intérieure des locaux de travail

→ **Article R. 4213-7 du code du travail.** Cet article prévoit que les équipements et caractéristiques des locaux de travail doivent être conçus de manière à permettre l'adaptation de la température à l'organisme humain pendant le temps de travail, compte tenu des méthodes et contraintes physiques supportées par les travailleurs.

Certains référentiels (concernant notamment les bureaux, l'enseignement, les établissements de santé, le commerce, l'hôtellerie et les équipements sportifs) d'application volontaire, liés à la démarche de Haute Qualité Environnementale rédigés par Certivea, définissent pour les espaces non climatisés des nombres d'heures d'inconfort à ne pas dépasser.

Deux normes permettent au concepteur d'évaluer la pertinence de ses choix :

- **NF EN ISO 7730** : détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique, décembre 2005. Cette norme permet d'évaluer le confort en hiver et en été dans les bâtiments climatisés,
- **NF 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, août 2007. Cette norme permet d'évaluer le confort en été dans les bâtiments non climatisés.

Bâtissez **sain** !



En phase programmation

Adoptez les bons gestes !

- **Prenez en compte les masques solaires lors du choix du site.** Ils peuvent pénaliser les apports solaires en hiver ou, au contraire, contribuer au confort d'été.
- **Définissez les températures de consigne en fonction des différentes zones du bâtiment et de leur occupation prévue.** Dans ce cadre, veillez à prendre en compte l'habillement des personnes, en particulier dans les cabinets médicaux, piscines et locaux sportifs. Veillez également à considérer les activités pratiquées dans les locaux.

Par exemple :

- la température de consigne peut être plus basse (en hiver) dans un espace de circulation que dans un local à occupation prolongée,
- dans une salle de sports, la température de confort dépend fortement de l'activité pratiquée.
- **Adaptez les exigences de confort d'été** en fonction du climat, des masques, de l'activité dans le local considéré, etc. L'occupation et les apports internes (informatiques, occupation, etc.) doivent être définis pour que le maître d'œuvre puisse adapter ses réponses en fonction de l'occupation prévue des espaces.



En phase conception

Adoptez les bons gestes !

- **Optimisez l'orientation du bâtiment et réalisez un zonage des espaces** en fonction des températures et hygrométries qui y sont recherchées.
- **Réalisez dès l'avant-projet sommaire des simulations thermiques dynamiques** (outils d'analyse du comportement thermique prenant en compte l'architecture du bâtiment, la composition des parois, des données météo type, des scénarios conventionnels

d'occupations et d'apports internes, etc.) pour s'assurer du confort hygrothermique d'hiver comme d'été.

- **Favorisez la mise en place de solutions passives** pour limiter les consommations d'énergie (protections solaires, ventilation naturelle, forte inertie, locaux traversants, sur ventilation nocturne, etc.). En été, vous pouvez en particulier améliorer le confort des utilisateurs en adaptant les vitesses d'air.

En phase chantier



Adoptez les bons gestes !



- Portez une attention particulière à la bonne mise en œuvre des éléments de l'enveloppe du bâtiment. **Une bonne étanchéité** à l'air est en effet importante pour éviter les entrées d'air froid parasites. La réglementation thermique 2012, dite « RT 2012 », impose, pour les constructions neuves, une perméabilité à l'air maximum en bâtiments d'habitation.
- **Vérifiez le respect des exigences intégrées au cahier des clauses techniques particulières agissant sur le confort :**
 - facteurs solaires des vitrages et protections solaires,
 - géométrie des protections solaires fixes,
 - caractéristiques des protections solaires mobiles,
 - orientation des entrées d'air,
 - vitesse de l'air, etc.

Pour plus d'informations :

■ www.cete-lyon.equipement.gouv.fr, rubrique Pôles de compétence & d'innovation > Qualité de l'enveloppe et renouvellement d'air (QERA)

À l'usage / En exploitation



Adoptez les bons gestes !



- **Portez une attention particulière à l'aménagement des locaux** qui peut avoir un impact important sur le confort hygrothermique. Il est en effet très important de ne pas boucher les entrées d'air ou les grilles de transfert d'air assurant une ventilation traversante et de ne pas les masquer, par des meubles notamment.
- **Entretenez les équipements techniques** et adaptez les systèmes de régulation aux besoins des utilisateurs.
- **Sensibilisez les occupants à la nécessaire adaptation, en hiver, de leurs tenues vestimentaires** au niveau d'activité et à l'ambiance thermique du lieu.
- **Sensibilisez les utilisateurs et gestionnaires aux équipements** qui ont été mis à leur disposition pour assurer/améliorer leur confort hygrothermique.
- **Incitez au contrôle de l'humidité relative** à l'aide d'hygromètres.

Consommations d'énergie

Si la réglementation thermique 2012 (« RT 2012 ») impose pour les bâtiments neufs, une consommation conventionnelle d'énergie primaire ne dépassant pas 50 kWh/(m²-an) en moyenne, cette consommation correspond à une consommation calculée avec certaines hypothèses fixées, notamment de température intérieure, de présence des occupants et d'historique des données météorologiques. La consommation réelle constatée à l'usage du bâtiment peut différer de la consommation calculée conventionnellement, compte tenu des données réelles d'occupation et du climat.

Mémo « Les points clés »



En phase programmation

- Prenez en compte les nuisances acoustiques, l'orientation de la parcelle et les masques (etc.) pour définir des niveaux de performance cohérents.
- Définissez des exigences acoustiques, hygrothermiques, d'apport en lumière du jour et de performance de l'éclairage artificiel.



En phase conception

- Réalisez un zonage acoustique et thermique du projet.
- Assurez-vous dès l'Avant-Projet Sommaire du respect des exigences en apport en lumière du jour et en confort hygrothermique d'hiver et d'été.



En phase chantier

- Vérifiez le respect de l'ensemble des exigences de la phase conception : facteurs de réflexion des revêtements, coefficients de transmission lumineuse et énergétique des parois vitrées, performances acoustiques et thermiques des matériaux, caractéristiques des protections solaires, etc.
- Veillez à bien traiter les ponts phoniques et les ponts thermiques.
- Assurez-vous de l'absence de défauts d'étanchéité à l'air.



À l'usage

- Sensibilisez les utilisateurs au bon usage des dispositifs mis en œuvre.



En exploitation

- Entretenez les surfaces vitrées et les protections solaires.
- Veillez au nettoyage régulier des sources lumineuses et planifiez leur remplacement.
- Utilisez des hygromètres pour contrôler l'humidité de l'air.

4

Prendre en compte les Risques émergents

Par définition, les connaissances sur les risques émergents sont aujourd'hui limitées. Dans ce chapitre, il s'agit donc, non pas de donner des solutions pratiques, mais de présenter un état des connaissances actuelles. Afin d'anticiper l'application d'éventuelles mesures visant à limiter l'exposition à ces risques émergents dans les bâtiments, il est important que les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre portent une attention particulière à l'évolution de ces connaissances.

Les champs électromagnétiques

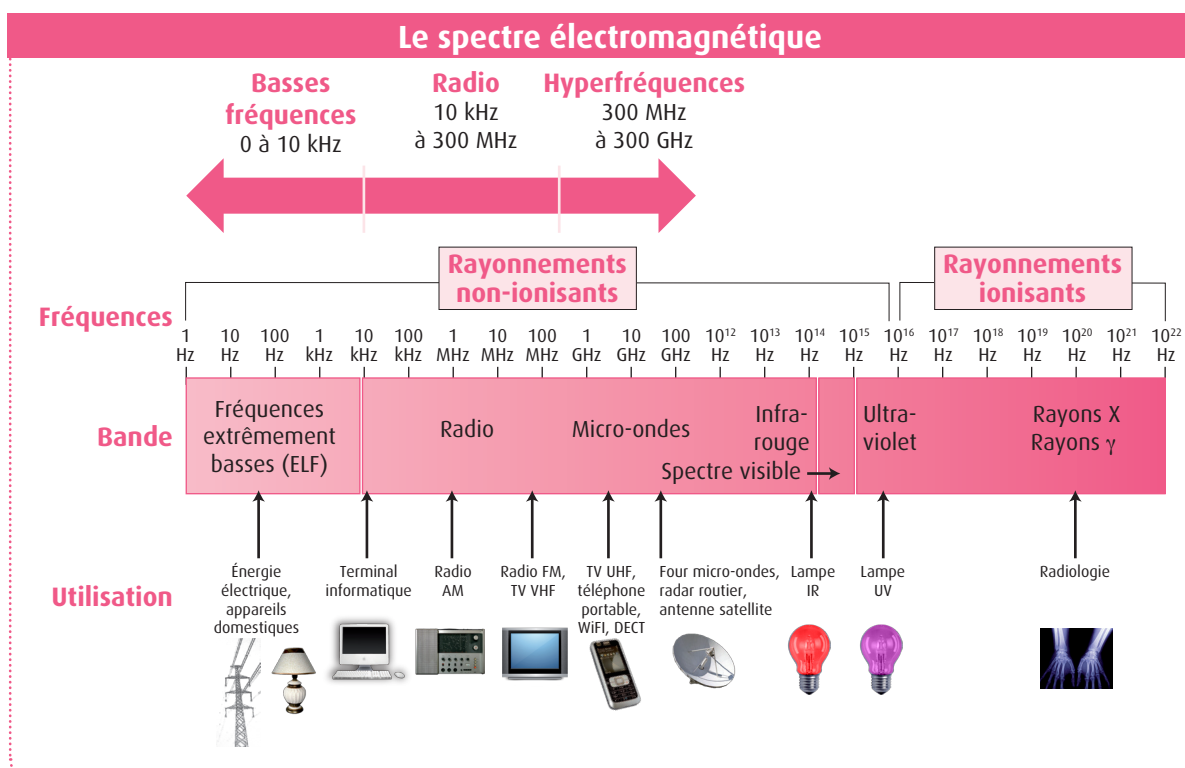
Contexte

Un champ électromagnétique est le couplage d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

L'homme est constamment exposé à des champs électriques et magnétiques statiques d'origine naturelle dus par exemple au champ magnétique terrestre (que l'on peut observer par la déviation de l'aiguille d'une boussole en direction du nord) ou à la présence de charges électriques dans l'atmosphère qui varient beaucoup selon les conditions météorologiques.

À ces sources naturelles s'ajoutent, depuis le développement de l'électricité, des champs créés par l'activité humaine. Les lignes de transport de l'électricité, les antennes de télévision, les ondes radios, la téléphonie sans fil en sont quelques exemples. Ce sont ces sources artificielles qui posent question quant à leur impact sur la santé humaine.





Dans le domaine des champs électromagnétiques non ionisants (voir schéma ci-dessus), deux grandes familles doivent être dissociées :

- les basses fréquences sont celles comprises entre quelques hertz et environ 10 kilohertz (kHz). Le courant électrique domestique (fréquence 50 Hz en France) et de nombreux systèmes et appareils utilisés quotidiennement émettent des champs basses fréquences,
- les radiofréquences et hyperfréquences sont ceux dont la fréquence est comprise entre 10 kHz et 300 GHz. Ils ont pour principale origine les antennes de radios FM, de télévision, de téléphonie mobile et sans fil, mais aussi les réseaux WiFi, les fours à micro-onde, etc.

Dans le bâtiment, aux champs électromagnétiques présents dans notre environnement extérieur (pylônes électriques, antennes relais de téléphonie mobile, etc.) s'ajoutent ceux émis dans notre environnement intérieur (appareils électriques, téléphones sans fil domestiques, réseau Wifi, etc.).

Ondes électromagnétiques à prendre en compte

Catégorie	Extérieur	Intérieur
Basses fréquences (inférieures à 10 kHz)	- Lignes de transport d'électricité - Transformateurs électriques - Transports ferroviaires	- Installation électrique - Appareils électriques (TV, lampes, réveil, ordinateurs, etc.) - Portiques anti-vol
Radiofréquences et hyperfréquences (supérieur à 10 kHz)	- Antenne téléphonie mobile - Antenne Wi-Fi, Wimax - Émetteur radio FM - Relais TV - Radar - Satellite	- Téléphone mobile - Téléphone sans-fil - Carte Wi-Fi, carte 3G - Courant Porteur en Ligne

Champs électriques, magnétiques et électromagnétiques

Dès qu'un appareil électrique est branché (mis sous tension), il existe en permanence autour de cet appareil et du fil qui l'alimente **un champ électrique**, variant en fonction de la tension à laquelle est soumis l'appareil. Les valeurs de ce champ électrique s'expriment en volts par mètre (V/m).

Dès qu'un appareil électrique consomme de l'énergie (fonctionne), il émet **un champ magnétique** qui s'ajoute au champ électrique. Le champ magnétique est lié au débit du courant électrique (ampères). Il varie avec la quantité de courant consommée. Les valeurs de ce champ magnétique s'expriment en microteslas (μT).



Risques sanitaires

Basses fréquences

Des études épidémiologiques montrent une association statistique entre les expositions de longue durée aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et des cas de leucémie infantile. Toutefois, à ce jour, aucune étude biologique n'a pu montrer de lien de cause à effet.

Radiofréquences

Les radiofréquences (plus précisément la partie haute, au-dessus de 100 kHz et principalement au-dessus de 10 MHz) sont connues pour provoquer un échauffement des tissus : au-delà d'une certaine intensité, les rayonnements électromagnétiques transfèrent une partie de leur énergie à la matière qui les entoure (par exemple

les tissus biologiques) sous forme de chaleur : c'est l'effet thermique.

À ce jour, les données disponibles issues de la recherche expérimentale n'indiquent pas d'effets sanitaires, à court terme comme à long terme, pour des expositions aux radiofréquences lorsqu'elles n'induisent pas d'effets thermiques. Les données épidémiologiques n'indiquent pas non plus d'effets à court terme de l'exposition aux radiofréquences. Des interrogations demeurent pour les effets à long terme liés à l'utilisation du téléphone mobile, même si aucun mécanisme biologique analysé ne plaide actuellement en faveur de cette hypothèse.

Textes de référence

Basses fréquences

- **Recommandation européenne 1999/519/CE du 12/07/1999** relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).
- **Directive 2008/46/CE du 23/04/2008** modifiant la directive 2004/40/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques).

Radiofréquences et hyperfréquences

- **Directive européenne 1999/05/CE du 9/03/1999** concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité.
- **Décret du 3/05/2002** pris en application du 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.
- **Décret du 12/10/2010** relatif à l'affichage du débit d'absorption spécifique des équipements terminaux radioélectriques.

Si, dans une attitude de précaution, vous souhaitez limiter l'exposition des occupants aux champs électromagnétiques, vous pouvez opter pour deux approches :

- la réduction de l'exposition par éloignement (l'intensité diminue rapidement avec la distance) :
 - l'avis du 23 mars 2010 de l'Anses recommande en effet de ne pas installer d'établissements accueillant des personnes sensibles (hôpitaux, écoles, etc.) à moins de 100 mètres d'une ligne à Très Haute Tension (THT) ;
- la réduction des sources d'ondes électromagnétiques,
 - le cas échéant, dans les chambres, les installations électriques peuvent être éloignées de la tête de lit ;
 - vous pouvez privilégier les installations filaires (internet, téléphonie filaire) plutôt que les communications sans fil (WiFi, téléphone sans-fil).

Pour plus d'informations :

- ❑ www.radiofrequences.gouv.fr
- ❑ www.anses.fr

Les nanomatériaux

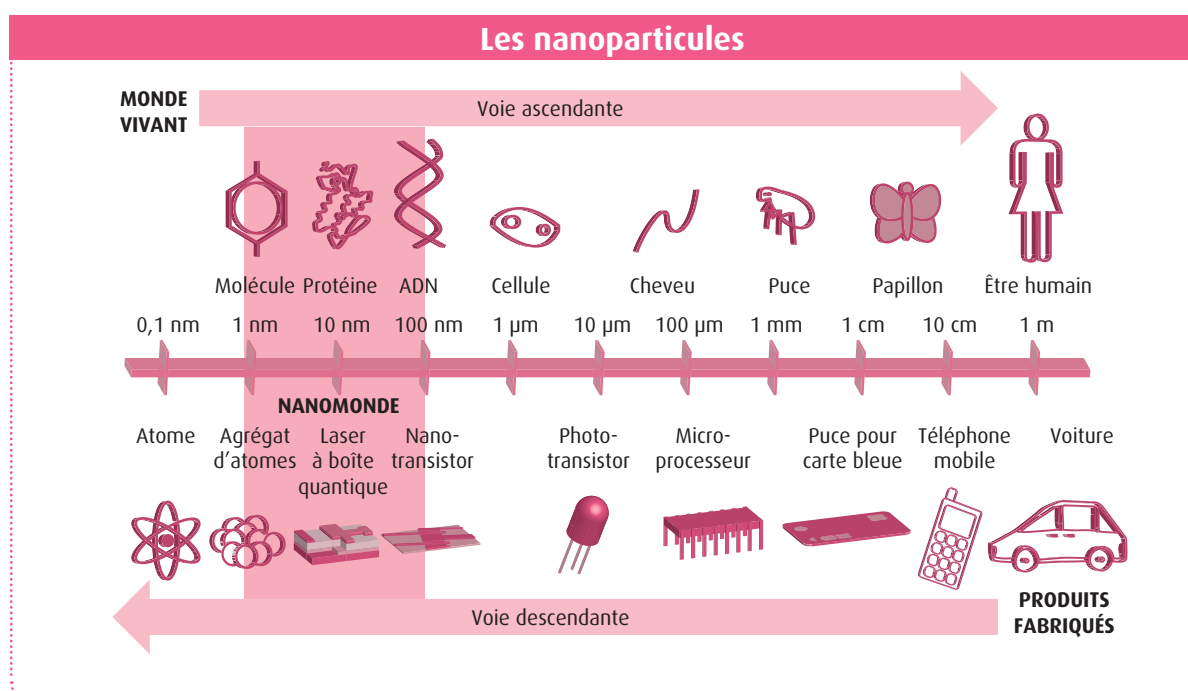
Contexte

Un nanomatériau est un matériau possédant une ou plusieurs dimensions à l'échelle nanométrique (de l'ordre de 10^{-9} m). Ces matériaux ne se limitent donc pas aux seules nanoparticules isolées (particules de dimensions inférieures à 100 nm) mais concernent également d'autres formes de matériaux : films, fils ou fibres, agrégats, agglomérats, etc.

Cette petite taille apporte le plus souvent au nanomatériau des propriétés différentes de celles constatées pour le même matériau à des échelles supérieures. Ces propriétés sont exploitées en les intégrant dans des produits, leur conférant ainsi certaines caractéristiques particulières (résistance mécanique, surfaces auto-lavantes, résistance thermique accrue, etc.).

Certains de ces produits commerciaux sont déjà présents sur le marché. Dans le bâtiment, les nanomatériaux concernent une très large gamme d'applications (vitrage, bardage, peintures, etc.) à l'image de l'extrême diversité des propriétés attendues ou espérées de ces nanomatériaux (propriétés mécaniques, thermiques, électriques, optiques, etc.).

L'identification de produits contenant de tels nanomatériaux est complexe pour l'utilisateur en raison notamment de l'absence, à ce jour, d'obligation d'information spécifique aux nanomatériaux pour les produits du bâtiment.



Risques sanitaires

Peu de données s'avèrent actuellement disponibles pour caractériser le risque associé à l'utilisation des nanomatériaux. Toutefois, l'utilisation de produits contenant des nanomatériaux manufacturés fait craindre des risques sanitaires en raison des propriétés physicochimiques particulières de ces nanomatériaux et de l'exposition potentiellement accrue résultant de leurs faibles dimensions. La logique classique qui consiste à associer un effet

sanitaire à une substance chimique n'est pas valide pour les nanomatériaux. D'autres paramètres que la composition chimique doivent en effet être pris en compte : la taille, la chimie de surface, etc. Ainsi à chaque nanomatériau, caractérisé par de multiples paramètres physico-chimiques, sont associés des effets sanitaires potentiels qui lui sont spécifiques.

Textes de référence

- **Article L. 523-1 du code de l'environnement.** Cet article prévoit que « les personnes qui fabriquent, importent ou distribuent des substances à l'état nanoparticulaire, [...] déclarent périodiquement à l'autorité administrative, [...], l'identité, les quantités et les usages de ces substances [...] ». Cet article indique également que « les informations relatives à l'identité et aux usages des substances ainsi déclarées sont mises à disposition du public ».
- **Article L. 523-2 du même code.** Cet article prévoit par ailleurs que « les personnes qui fabriquent, importent ou utilisent des substances mentionnées à l'article L. 523-1 transmettent, à la demande de l'autorité administrative, toutes les informations disponibles relatives aux dangers de ces substances et aux expositions auxquelles elles sont susceptibles de conduire, ou utiles à l'évaluation des risques sur la santé et l'environnement ».

Pour plus d'informations :

- www.anses.fr

Bibliographie

Livres

- Hygiénisation des installations de ventilation*, COSTIC – 2009.
- Pathologies environnementales*, Dr. Joël SPIROUX – Édition Josette Lyon – 2007.
- Réussir l'acoustique d'un bâtiment*, Loïc HAMAYON – Le Moniteur Éditions – 2006.
- Diagnostic des installations de ventilation dans les bâtiments résidentiels et tertiaires*, (guide technique DIAGVENT), CETIAT – 2005.
- Réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments*, Parties 1 & 2 – CSTB – 2005.
- Le guide de l'habitat sain*, Suzanne DEOUX – Medieco Éditions – 2004.
- Qualité de l'environnement intérieur et santé dans les bâtiments*, Claude-Alain ROULET – École polytechnique de Lausanne – 2004.
- Qualité de l'air dans les installations aérauliques*, CETIAT/ADEME – 2004.
- Qualité environnementale des Bâtiments – Manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment*, de l'ADEME – 2002.
- Ventilation performante dans les écoles*, CETIAT/ADEME – 2001.
- Le guide de la ventilation naturelle et hybride «VNHY»® pour l'habitat collectif et individuel*, AVEMS – 2010.

Publications

- Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires et environnementaux dans les bâtiments accueillant des enfants*, guide du Ministère de l'écologie et du développement et de l'aménagement durable.
- Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et dans l'environnement*, Saisine AFSSET n° 2008/005 – 2010.
- Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies*, dressé par le Président de la Commission Nationale du Débat Public – 2010.
- Les odeurs bases de la ventilation*, Roger CADIERGUES, Consultant et ancien directeur général du COSTIC – 2010.
- Diagnostic et prise en charge des syndromes collectifs inexplicables*, guide technique de l'INVS – 2010.
- Compte rendu de l'atelier « Sons, Silences, Bruits »*, Plan Urbanisme Construction Architecture – 2010.
- Bilan du plan d'action 2005-2008 pour la gestion du risque lié au radon*, Autorité de Sécurité Nucléaire – 2010.
- Qualité de l'air intérieur*, lieu de vie et santé, CERTU – 2008.
- Etat de la ventilation dans les logements*, CSTB et OQAI – 2008.
- Particules atmosphériques : composition chimique et effets sanitaires*, INVS et ADEME – 2008.
- Valeurs guides de qualité d'air intérieur*, document cadre et éléments méthodologiques – AFSSET – 2008.
- Impacts économiques des pathologies liées à la pollution*, rapport d'analyse de l'AFSSET – 2007.
- Ventilation performante*, Double flux ou modulée en fonction de l'occupation, ADEME – 2006.
- Guide de l'équipement mécanique pour un environnement intérieur sain*, SCHL canada – 2003.
- Fiche OX : étanchéité des réseaux aérauliques de classe B à C en construction neuve*, ADEME -2002.
- Travail à la chaleur et confort thermique*, note scientifique et technique NS 184 de l'INRS – 1999.
- Fiche technique de l'IPSN*, Institut de protection de la sécurité nucléaire.
- Bulletins RSEIN*, Réseau Recherche Santé Environnement Intérieur.

Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Direction générale de l'Aménagement,
du Logement et de la Nature

Direction de l'habitat, de l'urbanisme
et des paysages

Sous-direction de la qualité et du
développement durable dans la construction

Arche sud
92055 La Défense cedex
Téléphone : 33 (0) 1 40 81 21 22
Télécopie : 33 (0) 1 40 81 91 40