



# INTÉGRATION DE LA QUALITÉ D'USAGE DANS LES BÂTIMENTS DE DEMAIN : DE LA PROGRAMMATION À L'EXPLOITATION

# SOMMAIRE

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Définition préalable                                                                  | 4  |
| Structuration du guide                                                                | 5  |
| Les divers critères de la qualité d'usage                                             | 7  |
| Critère n° 1 - Intégration urbaine                                                    | 8  |
| Critère n° 2 - Desserte et facilité d'accès                                           | 9  |
| Critère n° 3 - Organisation architecturale                                            | 11 |
| Critère n° 4 - Qualité visuelle                                                       | 14 |
| Critère n° 5 - Qualité de l'air                                                       | 18 |
| Critère n° 6 - Qualité acoustique                                                     | 23 |
| Critère n° 7 - Confort hygrothermique                                                 | 25 |
| Critère n° 8 - Matériaux                                                              | 28 |
| Critère n° 9 - Critère transversal :<br>adaptabilité au comportement des utilisateurs | 30 |

# ÉDITO

La DREAL Lorraine est un partenaire de la première heure des appels à projets du Programme national de Recherche et d'Expérimentation sur l'Énergie dans le BATiment (PREBAT), pilotés par l'ADEME depuis 2008. Cette initiative permet d'identifier, de soutenir et d'étudier des bâtiments exemplaires, préfigureurs de ce que devront être les bâtiments à basse consommation énergétique de demain.

Il y a trois ans, la DREAL Lorraine, dont les missions sur le thème du bâtiment englobent des thèmes aussi vastes que la performance énergétique, la qualité de la construction ou encore la santé des occupants, a souhaité élargir l'analyse et la connaissance à la façon dont ces bâtiments satisfont les besoins de l'utilisateur.

La performance énergétique n'est qu'un des nombreux aspects à prendre en compte pour une opération de construction réussie. Un bâtiment durable, c'est aussi un bâtiment qui sait répondre aux besoins très variés de ses utilisateurs et qui sait s'y adapter.

Le présent ouvrage, fondé sur des retours d'expériences, met à disposition des maîtres d'ouvrage, de leurs programmistes et équipes de maîtres d'œuvre, un référentiel pour la bonne prise en compte des nombreuses préoccupations relatives à l'utilisateur, depuis l'émergence du besoin lié à un projet de construction jusqu'à la mise en service des bâtiments et leur évaluation. Il se veut une traduction concrète du concept de bâtiment durable à chaque étape du processus d'élaboration d'un projet de construction.

**Emmanuelle GAY,**

*Directrice régionale - Direction Régionale  
de l'Environnement, de l'Aménagement  
et du Logement*

L'ADEME Lorraine a fait le pari de suivre et d'évaluer l'ensemble des 23 lauréats de ses appels à projets PREBAT successifs depuis 2008. À l'objectif initial de vérification de la performance énergétique, se sont adjointes d'autres préoccupations visant à une définition plus large de ce que devrait être un bâtiment « de qualité » dans le futur : faible impact environnemental, bonne qualité de l'air intérieur et qualité d'usage.

Les études confiées par la DREAL au CETE de l'Est font globalement ressortir que la qualité d'usage repose souvent sur des principes simples de bon sens, même si la lecture de ce guide apporte quelques découvertes inattendues. Si l'on devait retenir un leitmotiv pour concevoir la qualité d'usage, ce serait « écoute et faculté d'adaptation » : écoute permanente et attentive de l'utilisateur, et adaptation des technologies aux comportements (et vice-versa), de façon à aboutir à une utilisation la plus simple, naturelle et efficiente possible des bâtiments.

Nous arrivons donc à un stade où le recul pris est suffisant pour tirer les enseignements des expériences lorraines. Le PREBAT va enfin prendre tout son sens, en permettant la diffusion des bonnes pratiques, et surtout en offrant l'information technique nécessaire au développement rapide et massif d'opérations de construction ou de réhabilitation de qualité, seules garantes de l'atteinte de nos objectifs régionaux, nationaux et internationaux de maîtrise de l'énergie et de diminution des émissions de gaz à effet de serre.

**Sabine FRANÇOIS,**

*Directrice Régionale Lorraine - Agence  
de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*

# PRÉAMBULE

Le présent guide est le fruit des observations réalisées lors d'études portant sur la qualité d'usage de plusieurs bâtiments à basse consommation énergétique, participant au Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Énergie dans le BATiment (PREBAT). Le PREBAT a pour objectif la promotion et le développement des bâtiments performants en disposant de retours d'expérience.

Ces études visaient à mettre en lumière le ressenti des usagers de ces « bâtiments de demain », en lien avec les nouvelles technologies ou systèmes mis en place. En effet, il apparaît peu opportun de construire des bâtiments à la pointe de la technologie d'un point de vue énergétique, si ces bâtiments ne sont pas « vivables ». Un bâtiment est avant tout un espace vécu au quotidien par divers usagers, sur une temporalité plus ou moins longue.

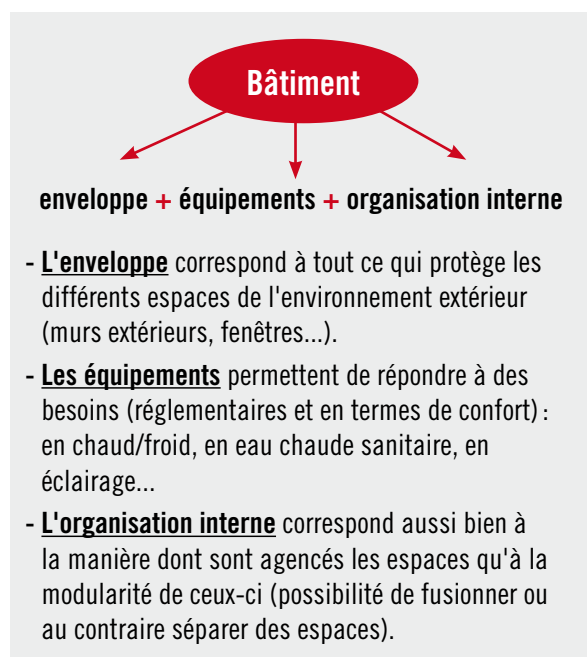
Différentes typologies sont étudiées (bâtiments de bureaux, écoles, crèches et logements collectifs du territoire lorrain) ; ce guide, destiné aux maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, doit les aider à faire des choix leur permettant d'obtenir le meilleur confort possible dans des bâtiments à basse consommation neufs ou rénovés, en essayant de concilier économies d'énergie et qualité du cadre de vie.

## 1 • DÉFINITION PRÉALABLE

### • QU'EST-CE QUE L'USAGE ?

L'usage en général se rapporte à la fonction de se servir ou d'utiliser quelque chose. Appliqué au bâtiment, l'usage correspond à la manière dont l'espace est utilisé et occupé par l'utilisateur, ainsi que son ressenti en termes de confort. Un espace doit répondre à une utilisation particulière (en fonction de la typologie) et à des besoins spécifiques des usagers. Il faut penser et concevoir la qualité, non pas seulement à partir des techniques et des normes, mais aussi et surtout à partir des besoins de l'utilisateur comme être humain et social.

### • NOTIONS DE BÂTIMENT, D'OCCUPATION ET DE CONFORT



Lorsque l'utilisateur occupe un bâtiment, il s'approprie ces trois entités : enveloppe, équipements et organisation interne, et les **ajuste autant que possible à son propre niveau de confort.**

**" L'utilisateur interagit avec l'environnement qui l'entoure. Un des principaux critères de son confort est la maîtrise de ces différentes interactions. "**

De manière générale, l'utilisateur préférera des équipements et systèmes simples et modulables.

## · POURQUOI S'INTÉRESSER À L'USAGE ?

**Toutes les étapes de la vie du projet influencent la qualité finale du bâtiment.** C'est pourquoi, même si l'usage d'un bâtiment n'est effectif que durant sa phase d'exploitation, il est important de veiller au respect de certaines bonnes pratiques lors de chacune des étapes de la vie du bâtiment afin de garantir une bonne qualité d'usage.

**La notion de qualité d'usage est un facteur qui doit donc être intégré dès la programmation du bâtiment.**

Environ 65 % des inconforts rencontrés au cours des suivis effectués sont dus à des erreurs commises lors des phases programmation et conception.

L'évolution de la domotique au sein des bâtiments nécessite certes une nouvelle prise en main de la part de l'utilisateur, mais il ne faut pas oublier que c'est le bâtiment qui doit s'adapter aux besoins de l'utilisateur et non l'inverse.

**Un mauvais usage du bâtiment peut avoir des effets néfastes sur :**

- le confort de l'utilisateur,
- la santé de l'utilisateur,
- la pérennité du bâtiment,
- l'environnement avec les surconsommations liées à une mauvaise maîtrise des équipements.

## 2 • STRUCTURATION DU GUIDE

**Pour caractériser la qualité d'usage, 9 critères ont pu être identifiés, répartis en deux « familles » :**

### • Qualité d'usage liée à l'échelle de la ville

- N° 1 - Intégration urbaine
- N° 2 - Desserte / facilité d'accès

### • Qualité d'usage à l'échelle du bâtiment

- N° 3 - Organisation architecturale
- N° 4 - Qualité visuelle
- N° 5 - Qualité de l'air
- N° 6 - Qualité acoustique
- N° 7 - Confort hygrothermique
- N° 8 - Matériaux
- N° 9 - Adaptabilité au comportement des utilisateurs (critère transversal)

### *Nota bene*

*Seuls quelques critères tels que le confort hygrothermique ou encore la qualité de l'air sont spécifiques aux constructions à basse consommation énergétique. Cependant, les critères sont interdépendants, c'est pourquoi ce guide rappelle un certain nombre de préconisations visant à assurer une bonne qualité d'usage globale du bâtiment.*

**Le guide propose de passer en revue chacun des critères, en respectant la méthodologie suivante dans la mesure du possible :**

- une présentation rapide du critère et des enjeux liés,
- un rappel réglementaire : à quoi je suis tenu a minima,
- une liste non exhaustive de préconisations issues des études menées. Les préconisations sont déclinées au cours de chacune **des étapes de la vie du projet** :

#### • PROGRAMMATION

#### • CONCEPTION

#### • RÉALISATION

#### • EXPLOITATION

- les liens forts avec les autres critères, au regard de la performance énergétique.

Enfin, le guide s'achève sur la proposition d'un « critère transversal », lié aux aspects comportementaux de l'être humain, et dont les caractéristiques s'intègrent aux 8 critères précédents. Ce dernier critère, sous forme de rappels de « bon sens », constitue la clef de voûte d'une bonne qualité d'usage dans un bâtiment à basse consommation.



# LES DIVERS CRITÈRES DE LA QUALITÉ D'USAGE

## INTÉGRATION URBAINE

L'intégration urbaine d'un bâtiment comprend son implantation et son intégration dans son environnement, sa cohésion par rapport aux équipements publics, logements et entreprises préexistants, et sa contribution à la densification des espaces.

Lorsque ces éléments ne sont pas pris en compte :

- le bâtiment peut « dénoter » dans son environnement,
- le bâtiment peut contribuer à l'étalement urbain,
- le service offert par le bâtiment peut ne pas correspondre au besoin local.

### À QUOI SUIS-JE TENU ?

Un bâtiment s'inscrit dans un paysage qu'il ne doit pas dénaturer, il est préférable que son implantation soit cohérente avec celles des autres bâtiments déjà existants ou qui sont susceptibles de s'installer à proximité. Les règles d'implantation du bâtiment doivent obéir au plan local d'urbanisme (PLU) de la commune sur laquelle il est construit.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

#### · PHASE PROGRAMMATION

- **Éviter l'étalement urbain** en comblant les « dents creuses » de la trame urbaine existante, et en évitant les nouvelles constructions en périphérie des villes.
- **Répondre au besoin en tenant compte de l'existant** : adéquation entre le service offert par le bâtiment et les existants, et le besoin local réel.
- **Privilégier la proximité des axes de circulation** : localisation des activités économiques et de l'habitat à proximité des voies de communication et des réseaux de transport en commun.

#### · PHASE CONCEPTION

- **Intégrer le bâtiment dans son environnement** : de par sa forme, son volume et ses matériaux, le bâtiment doit être en harmonie avec son environnement ; il peut soit s'y fondre, soit en devenir un élément phare de par son usage.

### FOCUS



#### Trouver la juste intégration en fonction de l'usage attendu

La discrétion d'un bâtiment dans le paysage contribue à sa bonne intégration. Par contre, comme en témoigne le bâtiment en bas à droite de l'exemple ci-dessus, une intégration trop poussée peut parfois paraître pénalisante : il est déjà arrivé à plusieurs visiteurs de ne pas trouver le bâtiment rapidement !

#### ☀ Point de vigilance

*La délocalisation de bâtiments de bureaux à l'extérieur des centres urbains peut créer des problèmes organisationnels, notamment en contraignant les usagers à utiliser la voiture pour leurs déplacements domicile-travail sans alternative possible.*

# DESSERTE ET FACILITÉ D'ACCÈS

La desserte et l'accès à un bâtiment relèvent du domaine de la mobilité. Cette thématique rassemble les problématiques de chacun des modes de déplacement : piéton, cycliste et conducteur.

### À QUOI SUIS-JE TENU ?

Les règles générales de l'urbanisme régissent les règles de desserte et d'accès :

· « Les règles de desserte »

*Art. R. 111-4 : Le permis de construire peut être refusé sur certains terrains qui ne seraient pas desservis par des voies publiques ou privées.*

· « Les règles de sécurité et de salubrité publique »

*Art. R. 111-5 : Le permis de construire ne peut être accordé pour une construction destinée à l'habitation si elle doit être édifiée à moins de certaines distances de grands axes routiers.*

Les règles d'implantation du bâtiment doivent obéir au PLU de la commune sur laquelle il est construit.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

#### · PHASE PROGRAMMATION

- Choisir un site adapté aux différentes contraintes et en adéquation avec les besoins des futurs usagers

Le choix du site reste le point primordial pour assurer un « certain » confort à l'utilisateur. Cela répond aux enjeux environnementaux (moins de véhicules), économiques (moins de frais) et sociaux (toutes personnes) d'un développement durable. Ce choix doit donc s'effectuer non seulement en fonction de la typologie du bâtiment, de l'occupation et des besoins particuliers des usagers, mais aussi en fonction :

- de la proximité des centres villes, zones de développement, zones de loisirs (selon qu'il s'agisse d'une école, d'un logement, d'un bureau...),
- de l'accessibilité au réseau routier principal,
- du maillage du réseau de transport en commun existant,
- des pistes cyclables déjà créées et de leur praticabilité.

#### · PHASE CONCEPTION

- Prendre en compte le piéton

Les cheminements piétons vers les gares ou autres transports en commun doivent être faciles et praticables par tous les temps.

### FOCUS



La mise en place d'une ouverture automatique de la porte principale avec système de détection, très onéreuse, a l'avantage de faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite.



· **PHASE CONCEPTION (suite)**

- **Aménager des parkings de façon à favoriser l'accessibilité** à toutes personnes quel que soit leur handicap.

- **Prendre en compte le cycliste**

Faciliter l'utilisation du vélo par la présence de pistes cyclables ou de voies sûres et de parcs à vélos facilement accessibles, sécurisés (situation, éclairage...) et bien dimensionnés par rapport aux futurs usagers.

- **Prendre en compte la voiture**

- Prévoir un nombre suffisant de parkings selon l'occupation (nombre de logements, nombre de bureaux, nombre d'élèves...) et selon la politique de déplacements retenue par le maître d'ouvrage.
- Prévoir un espace suffisant pour des véhicules de service afin de manœuvrer en sécurité lors des chargements et déchargements de matériels.

· **PHASE EXPLOITATION**

- **Veiller à une bonne signalisation du bâtiment depuis l'espace public**, principalement pour les bâtiments tertiaires.

- Dans les bâtiments tertiaires, un des outils pour favoriser l'utilisation des transports en commun peut être de **proposer aux usagers des horaires plus flexibles**.

# ORGANISATION ARCHITECTURALE

L'organisation architecturale répond au besoin d'organisation fonctionnelle ; elle prend en compte aussi bien la cohérence de l'agencement des différents espaces que leur dimensionnement. Au-delà des notions d'ordre pratique, l'organisation architecturale est aussi fortement conditionnée par des contraintes sécuritaires (sécurité incendie essentiellement).

### À QUOI SUIS-JE TENU ?

- **Le Code de la construction et de l'habitation** instaure des obligations en matière d'accessibilité et de sécurité dans les bâtiments.
- Ces exigences réglementaires ont été renforcées par la **réglementation sécurité incendie, et par la réglementation accessibilité** (loi n° 2005-102 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007 aux bâtiments construits ou rénovés accueillant des établissements recevant du public ou des locaux d'habitation. - la circulaire du 30 novembre 2007 et ses annexes illustrées comportent un grand nombre de précisions).
- **Le Code du travail** impose des obligations dans les bâtiments tertiaires, notamment en matière de dimensionnement des bureaux.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

#### • PHASE PROGRAMMATION

##### - Dimensionner les espaces de manière optimale

Que ce soit un espace de circulation, un espace de vie ou encore un espace de travail, chaque espace doit être dimensionné en fonction des besoins tels que le taux d'occupation ou encore la fréquence de passage.

#### 🌟 Point de vigilance

*Le simple respect de la réglementation ou des pratiques conventionnelles pour le dimensionnement des espaces est souvent jugé insuffisant pour satisfaire pleinement l'usager. Toutefois, la sensation d'« avoir de l'espace » reste un critère de second plan derrière les autres critères, comme le confort thermique ou visuel.*

##### - Enrichir le programme de pièces d'« agrément »

Plus particulièrement, pour les bâtiments de bureaux, la présence de pièces non spécifiques à l'activité de bureaux est très appréciée (exemple : kitchenette, espace de détente, salle de sport...). Cela s'avère d'autant plus important lorsque le bâtiment est implanté loin des centres d'activité. Ces espaces participent au renforcement des liens sociaux.

#### 🌟 Point de vigilance

*La présence de pièces d'« agrément » doit faire l'objet d'une réelle étude des besoins et, une « projection d'utilisation ». Par exemple, en l'absence de douche, une salle de sport peut s'avérer inutile et sera boudée par les occupants.*

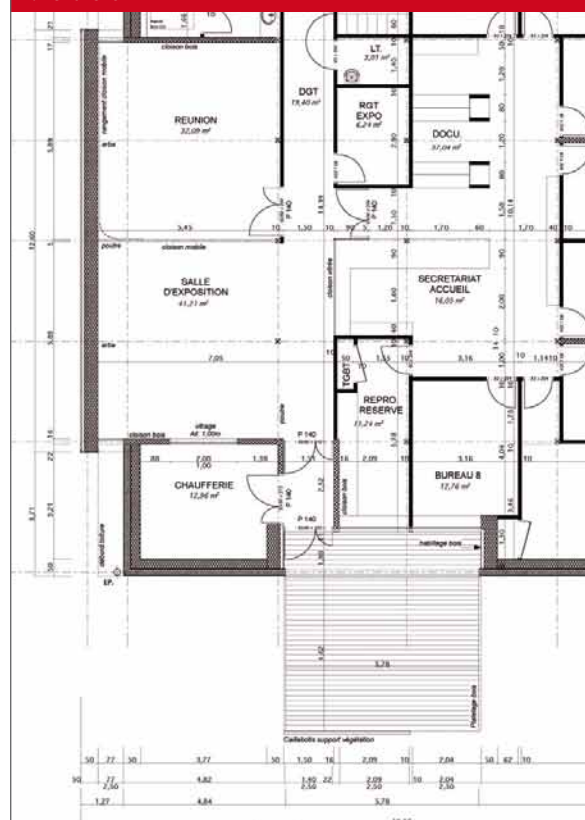


## - PHASE CONCEPTION

### - Répartir les usages au sein du bâtiment

Pour toutes les typologies de bâtiments, il est préférable de regrouper par « secteur » les espaces ayant le même usage. Ceci permet, d'une part, des va-et-vient limités pour les usagers, et, d'autre part, un repérage plus aisé pour un visiteur.

## FOCUS



### Les zones d'accueil dans les ERP

L'accueil doit être un espace ouvert. Par ailleurs, sa visibilité depuis l'entrée dans le bâtiment est à privilégier fortement. Le cas échéant, un affichage pourra faciliter le repérage. La centralité d'un espace d'accueil reste aussi primordiale dans un bâtiment accueillant du public.

Sur cet exemple, l'accueil n'est pas visible depuis l'entrée pour les visiteurs.

### - Concevoir des espaces modulables et offrant une polyvalence d'usage

La modularité correspond à la capacité d'adaptation des espaces en fonction des besoins réels. Dans le tertiaire notamment, la présence de cloisons mobiles est par exemple fortement appréciée par des usagers. Cela permet en outre une diversité d'utilisation des espaces. La modularité peut aussi passer par la prise en compte des évolutions futures du bâtiment (exemple : cloisons légères démontables, espace prévu pour l'insertion ultérieure d'un ascenseur).

## FOCUS



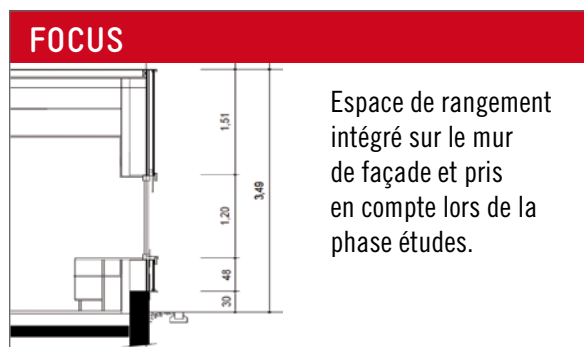
Devant une salle de conférence, un espace de circulation conçu volontairement très large (4,50 m) peut aussi être réapproprié comme lieu de réception.

### Point de vigilance

*Même avec la présence de cloisons coulissantes, le traitement acoustique des espaces ne doit pas être négligé.*

### - Prévoir des espaces de rangement bien pensés et bien intégrés

Les espaces de stockage font souvent défaut dans nos environnements bâtis. La prise en compte de ces espaces de rangement en tant que mobilier fixe permet d'éviter un inconfort ultérieur : stockage insuffisant de l'ancien mobilier, mobilier non adapté à la configuration de la nouvelle pièce...



### - Faire rimer accessibilité avec égalité

La prise en compte des usagers en situation de handicap doit permettre d'améliorer la qualité d'usage pour tous. Même si la réglementation accessibilité autorise des conditions d'accès différentes de celles des personnes valides (à la condition de présenter une qualité d'usage équivalente), il est préférable de ne pas dissocier les conditions d'accès.

#### Point de vigilance

*Dans certains cas, des contraintes en termes de sécurité peuvent venir à l'encontre des principes d'accessibilité. Exemple : certaines portes sécurisées et coupe-feu sont souvent lourdes et difficilement maniables pour l'ensemble des usagers.*

### - Faciliter l'accès aux équipements

Les bâtiments BBC comportent un nombre certain d'équipements et de domotique. L'accès à l'ensemble des équipements pour l'entretien ou la maintenance en général doit être aisé et pris en compte dans la conception architecturale.

## - PHASE RÉALISATION

### - Veiller à la conformité de la mise en œuvre avec les plans d'exécution

Cela peut s'avérer évident, mais un manque de vigilance en phase chantier peut conduire à certaines incohérences et à un inconfort certain. Par exemple, une prise de courant coincée sous un mobilier fixe n'a plus vraiment d'utilité...

## - PHASE EXPLOITATION

### - Mettre en place une signalétique intérieure pour les grands bâtiments

La présence de celle-ci facilite le repérage spatial, à condition qu'elle soit suffisamment grande et visible par tous. La signalétique peut être apposée sur le sol ou bien sur les murs.



## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

- **Qualité visuelle, critère n° 4** : le cloisonnement et l'orientation des espaces influent sur l'éclairage.
- **Confort hygrothermique, critère n° 7** : également directement impacté par le cloisonnement et l'orientation des pièces. La répartition des usages au sein d'un bâtiment se combine généralement avec le plan de zonage thermique.
- **Qualité acoustique, critère n° 6** : à défaut de matériaux absorbants ou de plaques perforées, dans les espaces très ouverts, le confort acoustique est souvent amoindri.
- **Matériaux, critère n° 8** : le choix des matériaux extérieurs, par exemple, peut différer selon l'orientation et/ou l'exposition aux vents.

# QUALITÉ VISUELLE

**Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques (éclairage, luminance, contraste, éblouissement...) mais aussi de facteurs physiologiques et psychologiques (âge, acuité visuelle et possibilité de regarder à l'extérieur).**

Les ambiances intérieures doivent permettre à l'occupant d'exercer une activité adaptée à son besoin, sans occasionner de gêne ou de fatigue oculaire. Les conditions d'éclairage doivent donc être différentes dans le bureau d'un dessinateur, dans une salle de classe ou dans une chambre.

À travers ce critère, sont prises en compte à la fois la gestion de la lumière naturelle et celle de la lumière artificielle.

### POURQUOI S'INTÉRESSER À LA QUALITÉ VISUELLE ?

#### Pour le confort et la santé des occupants

En cas d'éclairage insuffisant ou d'intensité lumineuse importante, que ce soit naturel ou artificiel, l'inconfort visuel peut être source de fatigue. Ces fatigues à répétition peuvent entraîner des fatigues oculaires. De plus, en cas d'insuffisance de lumière naturelle dans les bâtiments, la synchronisation des rythmes biologiques (cycle éveil-sommeil) peut être perturbée, et entraîner des troubles de l'humeur. Dans le domaine tertiaire, une mauvaise qualité visuelle peut également être source de pertes d'attention et de mauvaises postures.

L'utilisation de certains systèmes lumineux peut être

inadaptée aux usagers concernés. Par exemple, l'utilisation des «LED bleues» peut affecter les yeux, notamment ceux des jeunes enfants ou des adultes souffrant de certaines pathologies.

#### Pour l'environnement

L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet la réduction de la facture énergétique et la réduction de diverses pollutions générées par la production d'électricité et par les équipements électriques (déchets radioactifs, gaz à effet de serre...).

### À QUOI SUIS-JE TENU ?

**La réglementation impose des exigences en matière d'éclairage naturel et artificiel des bâtiments :**

- **L'article R. 111-10 du Code de la construction** 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.
- **La réglementation thermique 2012 (RT 2012)** impose un taux minimal de vitrage de 1/6 de la surface habitable en logement.
- **Le décret du « logement décent »** impose notamment un éclairage naturel suffisant pour les pièces principales.

- **L'article 40.2 du règlement sanitaire départemental type (circulaire du 09 août 1978)** précise que l'éclairage naturel au centre des pièces principales ou chambres isolées doit être suffisant pour permettre par temps clair l'exercice d'activités normales sans lumière artificielle.
- **Les articles R. 4223-1 à R. 4223-12 du Code du travail** fixent les exigences relatives à l'éclairage des locaux de travail.

## PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

### · PHASE PROGRAMMATION

#### - Fixer les exigences en termes de lumière naturelle et artificielle

Fixer les objectifs d'autonomie de lumière naturelle : fixer les niveaux de facteur de lumière du jour<sup>1</sup>.  
Préciser les performances recherchées pour l'éclairage artificiel selon l'occupant et le contexte.

### · PHASE CONCEPTION

## GESTION DE LA LUMIÈRE NATURELLE

- **Tenir compte des aménagements des abords du bâtiment** qui peuvent créer des obstacles à la diffusion de la lumière naturelle (on parle de « masques »).  
Plusieurs dispositifs peuvent être mis en œuvre :

- prévoir une surface vitrée du bâtiment plus importante si des bâtiments proches existent ou sont en projet (attention au triple vitrage, qui filtre plus la lumière naturelle que le double vitrage),
- bien dimensionner les dispositifs architecturaux, comme les débords de toit ou toute autre protection solaire,
- implanter des feuillus permet de profiter d'apports solaires en hiver, alors qu'en été leur feuillage filtre la lumière,
- éviter certains matériaux extérieurs pouvant freiner les flux solaires (par exemple, les matériaux blancs et lisses réfléchissent plus la lumière que les matériaux foncés ou rugueux).

#### - Orienter les espaces de façon à optimiser les apports de lumière naturelle directe et indirecte sans créer de gêne visuelle :

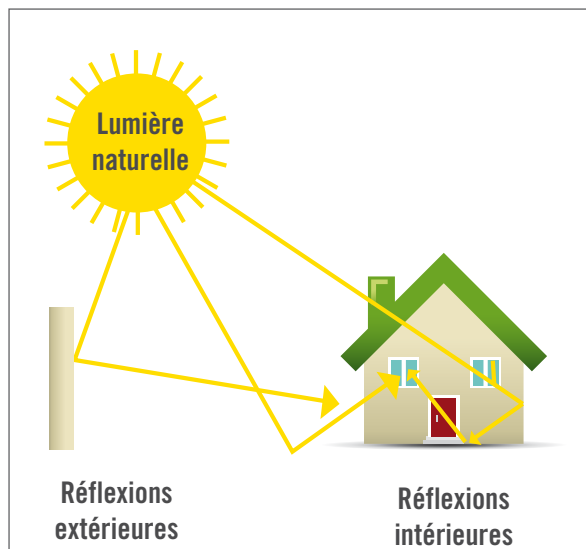
- par les espaces d'amenée de lumière (atrium),
- par les éléments permettant le passage de lumière (grandes baies vitrées, murs-rideaux),
- par les systèmes de contrôle de lumière (puits de lumière, plafonds translucides).

- **Disposer d'accès à des vues extérieures confortables** depuis les zones des locaux à occupation prolongée permet d'améliorer le confort des usagers. En effet, même si l'utilisateur s'y habitue, l'absence de vue directe sur l'extérieur reste quand même inconfortable pour la majorité des occupants.

### ☀ Point de vigilance

Les *sheds* (faces vitrées des toitures en dents de scie, souvent associées à l'architecture industrielle) constituent des dispositifs très intéressants dans le bâtiment car ils peuvent apporter une belle qualité lumineuse à condition toutefois de respecter certaines règles :

- orientation de préférence au nord afin d'éviter les surchauffes en été,
- compléter par d'autres ouvertures offrant des vues sur l'extérieur suffisamment larges.



1. Le facteur de lumière du jour (FLJ) mesure le rapport entre l'éclairement intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairement extérieur sur une surface horizontale. On prend en considération le temps, la saison et l'heure de la journée.

### · PHASE CONCEPTION (suite)

#### GESTION DE LA LUMIÈRE NATURELLE (suite)

- **S'assurer de la présence constante de la lumière du jour**, surtout dans les locaux à occupation prolongée (espaces de vie). Pour cela, veiller à une bonne diffusion et répartition de la lumière naturelle : taille et type des fenêtres, rugosité et épaisseur, leur position (haute, basse...), leur forme (horizontale, verticale) ainsi que l'état des surfaces des parois (couleur, brillance...).

La présence de surfaces réfléchissantes au sol permet le captage de la lumière, mais leur mise en place ne doit pas provoquer d'éblouissements.

#### FOCUS



Selon la configuration du bâtiment et quelle que soit sa typologie, faire le bon choix d'ouverture, privilégier la lumière naturelle zénithale (plutôt nord) pour une luminosité plus uniforme et constante, et latérale pour une luminosité plus dirigée. Sur l'exemple à gauche, des sheds éclairent un espace d'accueil.

À droite, dans cet espace d'accueil-exposition, le panneau d'information, installé à contre-jour, constitue un obstacle à la pénétration de la lumière naturelle dans la salle. Par ailleurs, le matériau choisi pour le panneau est éblouissant. Au final, on lit difficilement les informations sur le panneau.

#### - Bien choisir les protections solaires pour se protéger du soleil en été sans l'occulter en hiver

Ainsi, des protections solaires extérieures protègent mieux des surchauffes en été que des protections solaires intérieures ; elles sont essentielles sur les façades sud, est et ouest.

Par ailleurs, des stores à lames réglables permettent à l'utilisateur de gérer plus précisément la luminosité que des stores à lames fixes ou des stores pleins.

Des protections solaires ajourées peuvent également être choisies ; elles permettent une filtration partielle des rayons du soleil sans l'occulter totalement.

#### Point de vigilance

*Veiller au bon dimensionnement des protections solaires afin d'éviter les inconforts visuels : la pénétration excessive de lumière naturelle peut devenir une gêne et une fatigue. Veiller par exemple au bon dimensionnement des débords de toit.*

## GESTION DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

- **Favoriser un éclairage artificiel confortable** en adaptant les sources lumineuses en fonction de l'occupation des locaux et selon les activités prévues.

- **Apporter à l'utilisateur la possibilité de gérer l'intensité lumineuse** permet de s'adapter aux disparités des besoins tout en offrant une certaine autonomie à l'usager.

### ☀ Point de vigilance

*Une intensité lumineuse artificielle trop importante cumulée à une impossibilité du réglage de l'intensité peut provoquer des fatigues inutiles.*

*Lors des agencements des bureaux, il convient de traiter avec soin les points d'accueil qui ne bénéficient pas de lumière naturelle ou qui nécessitent de la lumière artificielle en continu.*

- **Rester cohérent dans les systèmes d'allumage des lumières** pour éviter la confusion des utilisateurs. Par

exemple, placer des interrupteurs dans les bureaux et des détecteurs de présence dans les couloirs et les toilettes, et ne pas mélanger interrupteurs et détecteurs dans une même zone (les toilettes, par exemple).

### • PHASE EXPLOITATION

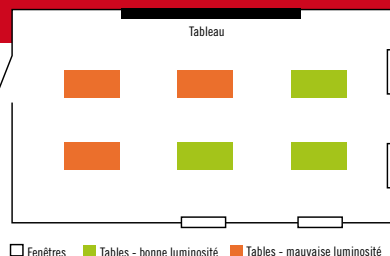
- **Une bonne gestion des protections solaires et des lumières artificielles permet des économies d'énergie.** Ainsi, la fermeture de protections solaires en été, lors de périodes ensoleillées très chaudes, diminue les besoins en rafraîchissement/climatisation.

### ☀ Point de vigilance

*Veiller à un réglage optimal des systèmes d'automatisation de l'éclairage artificiel, notamment dans les espaces de circulation, pour éviter les déclenchements tardifs et les temporisations trop longues. Ne pas oublier de régler aussi (si possible) le seuil de luminosité pour le déclenchement de l'éclairage artificiel.*

## FOCUS

Attention à la qualité visuelle lors de la conception de salles de classe : la luminosité doit être homogène et optimale pour tous les élèves.



## FOCUS



Dans l'habitat, ou dans le tertiaire, des consignes préétablies et respectées par les usagers favorisent un confort visuel mais également un confort thermique. Dans cette école maternelle et dans cet espace d'accueil, la gestion des protections solaires est essentielle pour gérer les apports des grandes baies vitrées.

## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

### • Organisation architecturale, critère n° 3 :

l'orientation des espaces, les divers cloisonnements..., ont un impact sur le captage de la lumière naturelle. C'est un critère très important afin de bénéficier d'une luminosité naturelle optimale.

### • Confort hygrothermique, critère n° 7 :

les fenêtres de petites ou grandes dimensions, le type de vitrage (shed, puits de lumière...), la présence ou non de protections solaires, influent sur la gestion du confort hygrothermique (effet de serre).

### • Qualité acoustique, critère n° 6 :

le type des vitrages, leur taille, leur disposition et leur mise en œuvre jouent également un rôle dans la perception des bruits extérieurs.

# QUALITÉ DE L'AIR

Nous passons en moyenne 80 % du temps à l'intérieur des bâtiments, et la qualité de l'air que nous y respirons est un enjeu majeur pour la santé publique. De nature physique, chimique ou biologique, les polluants présents dans l'air intérieur sont nombreux et leurs sources multiples. En effet, les polluants qui « contaminent » l'air intérieur peuvent provenir de l'intérieur des bâtiments (produits d'entretien, appareils de combustion, matériaux d'ameublement...) comme de l'extérieur (polluants agricoles, dégagements automobiles...).

Qu'il soit naturel, hybride ou mécanique, le système de ventilation doit permettre de renouveler l'air intérieur afin d'évacuer ces polluants et d'assurer une bonne qualité de l'air. Ce critère « qualité d'air intérieur » aborde, d'une part, le système de ventilation mis en place en termes de performance et de facilité d'entretien, et, d'autre part, la caractérisation de l'air avec :

- sa concentration en COV (composés organiques volatils) et particules,
- la vitesse de l'air et le ressenti de l'utilisateur,
- l'humidité relative et le ressenti de l'utilisateur.

## POURQUOI S'INTÉRESSER À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR ?



**Pour le confort et la santé des usagers :** les polluants présents dans l'air intérieur peuvent avoir des effets variables pour l'utilisateur : de la simple gêne à des effets importants sur la santé selon la concentration, la fréquence et la durée d'exposition aux polluants et la population concernée. Les personnes les plus sensibles aux polluants présents dans l'air sont les enfants, les personnes âgées et les femmes enceintes.

**Pour la pérennité du bâti :** si l'excès d'humidité au sein des bâtiments peut avoir des conséquences sanitaires importantes pour l'utilisateur (développement de moisissures/acariens), les matériaux de construction peuvent aussi être sérieusement endommagés.

**Pour l'environnement :** un système de ventilation non entretenu peut entraîner une surconsommation des ventilateurs en raison de l'encrassement des blocs-moteurs.

## À QUOI SUIS-JE TENU ?

### La réglementation impose des exigences en matière d'aération des bâtiments :

- **L'arrêté du 28/03/1982** met en avant le principe d'aération générale et permanente du logement.
- **L'arrêté du 28/10/1983** autorise la modulation automatique du renouvellement d'air du logement avec réduction du débit total extrait.

### L'aération des bâtiments autres que d'habitation :

- **Le règlement sanitaire départemental** définit les exigences d'aération pour les non-salariés.
- **Le Code du travail** définit les exigences d'aération pour les salariés.
- **L'arrêté du 23/02/2009** relatif au risque d'intoxication au monoxyde de carbone précise les dispositions techniques d'aménagement et de ventilation des locaux

à usage d'habitation dans lesquels fonctionnent des appareils fixes de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire, utilisant des combustibles solides ou liquides.

• **La réglementation sur le 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. Articles L. 1333-10, R. 1333-15 et R. 1333-16 du Code de la santé publique, et arrêté du 22/07/2004.

• **La réglementation amiante** (interdit en France depuis 1997) : 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 de l'amiante).

• **Le décret n° 2011-1728 du 2/12/2011** instaure la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP.

• **Le décret n° 2011-1727 du 2/12/2011** définit des valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.

## PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

### • PHASE PROGRAMMATION

#### - Relever les risques naturels présents sur la parcelle du projet

Le PLU peut contenir d'éventuelles informations relatives au risque radon ou à l'amiante sur la parcelle donnée, ainsi que le plan de prévention des risques naturels, s'il existe.

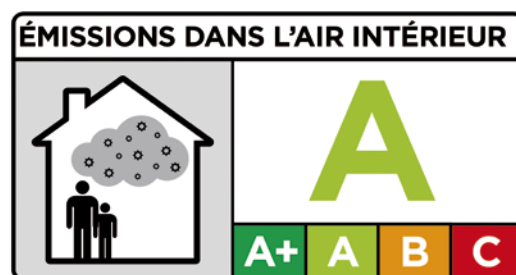
#### - Repérer les sources de pollution environnantes

Un relevé des sources de pollution extérieures importantes et des vents dominants permettra lors de la phase conception de positionner le bâtiment et ses entrées d'air de façon optimale :

- **cartographie** relative aux émissions atmosphériques polluantes et aux concentrations en polluants atmosphériques,
- **pollution** du sol et des eaux souterraines.

#### - Imposer la qualité sanitaire des matériaux de construction

Dès l'élaboration du programme, le maître d'ouvrage a désormais la possibilité d'exiger une classe minimale de performance des produits en relation avec l'étiquetage des produits de construction (émissions en COV).



**Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2012, un nouvel étiquetage des matériaux de construction assure une transparence sur leur taux d'émission de substances chimiques dangereuses.**

Le niveau d'émissions de COV est classé sur une échelle selon 4 niveaux allant de A+ à C. En plus d'informer les consommateurs sur les émissions de polluants volatils des produits de construction et de décoration (peintures, vernis, revêtements de mur, sol ou plafond) mis sur le marché, cette étiquette peut également constituer un critère supplémentaire de sélection des matériaux pour les maîtres d'ouvrage, adapté aux besoins des futurs usagers (arrêté du 19/04/2011).

### PHASE CONCEPTION

#### - Prendre en compte l'aération des bâtiments

**La présence d'ouvrants donnant sur l'extérieur permet l'aération du bâtiment.** Celle-ci peut être manuelle ou automatique (dans le cas de surventilation). Une ouverture ponctuelle d'une dizaine de minutes, réalisée 2 à 3 fois par jour, permet de renouveler intégralement l'air intérieur et d'évacuer l'excès de polluants.

Au-delà de la présence des ouvrants donnant sur l'extérieur, il faut veiller à ce qu'ils soient **fonctionnels, aisément accessibles et manœuvrables**. Le dimensionnement des ouvrants sera calculé en fonction des besoins.

#### ⚠ Point de vigilance

· Dans le cas d'un système de ventilation double flux, l'aération doit être effectuée avec précaution. Une ouverture des fenêtres sur une période trop longue et répétée engendre un dérèglement complet du système de ventilation.

· Dans les bâtiments n'offrant pas la possibilité d'ouvrir les fenêtres, une gêne plus ou moins prononcée peut être ressentie par les usagers. Cette gêne peut aller jusqu'à une sensation d'enfermement et d'oppression. On notera toutefois que cette sensation s'atténue avec le temps.

#### - Bien choisir et bien dimensionner son système de ventilation

Il existe actuellement une grande diversité de systèmes de ventilation (naturelle, VMC (ventilation mécanique contrôlée) simple flux, double flux) et de régulation (en fonction de la présence, de l'humidité [hygro A ou B], du taux de confinement, de la concentration de certains COV...). L'essentiel est de dimensionner correctement le système choisi, en fonction des besoins, afin de satisfaire à la fois des exigences réglementaires (réglementation thermique entre autres) et sanitaires. Pour les bâtiments non résidentiels et non industriels, la norme NF EN 13779 propose des débits de ventilation en relation avec différents objectifs de niveau de qualité d'air intérieur. Il faudra toutefois évaluer l'impact énergétique de cette application et s'assurer de la compatibilité avec la RT 2012 en vigueur.



#### ⚠ Point de vigilance

· Les systèmes de ventilation double flux sont plus performants d'un point de vue thermique car ils permettent de réchauffer l'air neuf par échange thermique lors de l'évacuation de l'air vicié. Les débits sont entièrement contrôlés. La contre partie de cette performance est une consommation électrique et un entretien plus importants qu'avec un système simple flux.

· Dans les bâtiments présentant un système de ventilation double flux, l'air intérieur est souvent ressenti comme sec. Pour un bon confort, l'humidité relative doit être située entre 40 et 60 %. Dans certains bâtiments, les taux d'humidité mesurés

atteignent les 20 %. La présence d'une résistance en sortie de bouche de soufflage pour chauffer un peu plus l'air neuf est à déconseiller, car elle assèche trop l'air et conduit à des taux d'humidité inconfortables voire nuisibles pour la santé.

Si la sécheresse de l'air peut avoir des effets notables sur la santé (irritation des muqueuses et des yeux), les conséquences peuvent être importantes pour le bâti. En effet, dans les constructions à structure bois, l'air sec peut parfois faire travailler le bois et faire bouger par exemple les cadres des portes, empêchant ainsi la bonne mobilité de ces dernières.

### - Veiller à prendre en compte les sources de pollutions extérieures

Cette préconisation passe par le fait de placer les amenées ou prises d'air le plus loin possible des pollutions extérieures (notamment parkings, garages, cheminées de chauffage, stockage de déchets, niveau de la rue, bouches d'évacuation d'air vicié...).

#### FOCUS



Les sources de pollution peuvent aussi être liées à l'activité des occupants. Ci-dessus, un simple chemin d'accès du bâtiment à l'arrière de l'îlot s'est transformé en espace fumeur. Or les entrées d'air de la VMC double flux sont situées juste à cet endroit, intégrées dans la façade du RDC. Les fumées de cigarette sont ainsi directement soufflées dans l'ensemble du bâtiment.

### - Choisir des filtres performants adaptés aux différentes contraintes

Dans le cas d'un système de ventilation double flux, la qualité des filtres est très importante pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur. Ils peuvent se situer au niveau du réseau d'insufflation ou au niveau de l'extraction. Il existe deux types de filtres : les particuliers et les moléculaires. La norme NF EN 13779 donne des recommandations sur le choix des filtres pour les bâtiments non résidentiels et non industriels.

#### 🌀 Point de vigilance

*Si le choix des filtres du système de ventilation s'avère très important pour assurer une bonne qualité de l'air, il ne faut pas oublier que ces derniers doivent être régulièrement changés. Il convient alors de signer un contrat d'entretien et de maintenance dès lors que les entreprises ont été choisies.*

### - Positionner correctement les bouches d'insufflation dans le cas d'une VMC double flux

Une implantation cohérente des bouches de soufflage ou des amenées d'air doit permettre d'assurer un bon balayage de l'air dans l'ensemble des pièces de service. Toutefois, ce positionnement doit s'effectuer en corrélation avec l'occupation future des espaces (exemple : positionnement des individus dans un bureau, dans une salle de classe, dans une chambre à coucher).

Les recommandations en termes de vitesse de l'air pour les occupants sont les suivantes :

- < 0,15 m/s l'hiver,
- < 0,25 m/s le reste de l'année.

#### FOCUS



Dans cette école, les bouches de soufflage sont situées juste au-dessus des enfants dans le dortoir. Le courant d'air ressenti par les enfants est perçu comme désagréable.

**- Adapter si possible la gestion du système de ventilation** à l'occupation réelle des espaces (salle de réunion, bureaux, sanitaires...)

### - Prendre en compte une accessibilité aisée aux équipements

Les équipements du système de ventilation doivent rester accessibles pour leur entretien et leur maintenance.

### - Privilégier les conduits rigides

Les conduits rigides, contrairement aux conduits souples, présentent moins de risques de dégradation (perçement, déchirure) en phase chantier, et leur entretien est plus aisé.

### · PHASE RÉALISATION

- Veiller à la bonne mise en œuvre de l'étanchéité à l'air

### · PHASE EXPLOITATION

#### - Entretien et maintenance du système de ventilation

Un contrat de maintenance est à mettre en place s'il n'a pas été réalisé lors de la phase d'étude.

Les usagers seront sensibilisés à la qualité d'air intérieur en systématisant la communication d'un guide d'utilisation du bâtiment lors de l'entrée dans les lieux.

#### - Bien orienter les bouches d'insufflation (dans le cas d'une VMC double flux)

Le flux d'air neuf entrant dans les pièces ne doit pas être directement dirigé sur les usagers, au risque de provoquer certaines pathologies.

#### ☀ Point de vigilance

*Les plantes ne constituent pas à elles seules un moyen efficace d'épuration de l'air à l'échelle d'un bâtiment.*



## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

· **Qualité acoustique, critère n° 6** : les usagers de logements notamment se déclarent parfois gênés par le bruit des bouches de ventilation, ce qui les conduit parfois à les obturer. Ce geste, qui permet de supprimer une légère nuisance sonore, se fait au détriment de la qualité d'air intérieur puisque le renouvellement ne se fait plus correctement, particulièrement dans le cas d'une VMC double flux. À noter toutefois que les niveaux sonores trop élevés sont principalement dus à un défaut de dimensionnement ou à une absence d'entretien.

· **Confort hygrothermique, critère n° 7** : il est lié à une bonne qualité de l'air. Il faut réussir à trouver l'équilibre entre un renouvellement de l'air satisfaisant pour la santé des occupants sans sensation de courants d'air désagréable, et une bonne performance énergétique du bâtiment (ne pas laisser « s'enfuir » l'air réchauffé...).

# QUALITÉ ACOUSTIQUE

La qualité acoustique d'un bâtiment prend en compte le confort de l'utilisateur par rapport aux bruits générés par les autres occupants, aux bruits provenant de l'extérieur et aux bruits générés par les équipements techniques du bâtiment (chauffage, ventilation, ascenseur, équipements informatiques...).

## POURQUOI S'INTÉRESSER À LA QUALITÉ ACOUSTIQUE ?

Une mauvaise qualité acoustique peut influencer sur :

- le confort des usagers : gêne, effets sur les attitudes et le comportement social,
- la santé des usagers : les bruits de nuit dans les habitations peuvent amoindrir la qualité du sommeil, ce qui peut avoir des répercussions sur les systèmes cardio-vasculaire, endocrinien et/ou immunitaire,

Le bruit des bouches de ventilation incite parfois les occupants à les obturer, le renouvellement de l'air n'est donc plus optimal pour assurer de bonnes conditions sanitaires.

## À QUOI SUIS-JE TENU ?

La réglementation impose des exigences en matière d'isolation acoustique des bâtiments :

### Bâtiments d'habitation

- **L'arrêté du 14/10/1969** instaure l'isolation acoustique dans les bâtiments.
- **L'arrêté du 28/10/1994** renforce les exigences en matière d'isolation.
- **L'arrêté du 30/06/1999** impose la mise en conformité avec les normes européennes.
- **Le décret du 30/05/2011** relatif à l'attestation de prise en compte de la réglementation acoustique, qui est à établir à l'achèvement des travaux des bâtiments neufs.

### Isolation par rapport aux bruits extérieurs

- **L'arrêté du 06/10/1978** renforcé ultérieurement : isolation acoustique contre les bruits des aéroports.
- **L'arrêté du 30/05/1996** : classement des infrastructures de transports terrestres et exigences d'isolation acoustique par rapport à ce classement.

### Bâtiments autres que d'habitation

- **Les 3 arrêtés du 25/04/2003** fixent des exigences acoustiques dans les établissements d'enseignement, de santé et les hôtels.

## PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

### · PHASE PROGRAMMATION

- **Indiquer dans le programme le zonage du site** (cartographie du bruit) pour déterminer l'isolement du bâtiment à adopter par rapport aux infrastructures environnantes.

- **Repérer les autres sources potentielles de bruits importants**

### · PHASE CONCEPTION

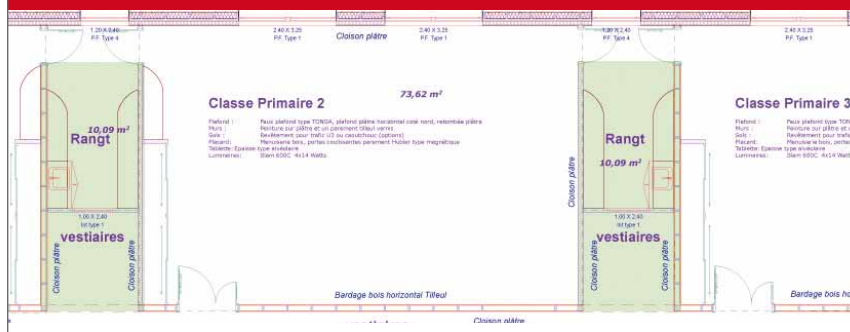
- **Protéger les bâtiments sensibles aux bruits** (habitations, écoles, hôpitaux) par des bâtiments moins sensibles (bureaux et parkings...) ou des jardins-barrières végétales.

### ✿ Point de vigilance

*L'étanchéité à l'air des bâtiments, renforcée par les nouvelles réglementations, atténue les bruits extérieurs ; les usagers perçoivent alors de façon accrue les bruits intérieurs, qui s'avèrent parfois aussi inconfortables, voire plus ! D'où la nécessité de traiter avec soin l'isolation acoustique intérieure, particulièrement dans les logements.*

- **Regrouper les équipements techniques bruyants** (chaudière, VMC...) dans un local spécifique éloigné des pièces de vie ou des bureaux.

## FOCUS



La création de pièces tampons entre des salles de classes permet non seulement de les isoler acoustiquement les unes des autres, mais aussi d'offrir un espace de rangement aux enseignants.

### · PHASE RÉALISATION

- **Assurer une mise en œuvre rigoureuse** : les bonnes performances acoustiques sont intimement liées à une mise en œuvre rigoureuse des produits de construction en général et, en particulier, des isolants acoustiques.

- **Utiliser des matériaux appropriés** à une bonne isolation acoustique.

- **Réguler les débits de la VMC** afin d'éviter les nuisances acoustiques pouvant être provoquées par les bouches d'insufflation et d'extraction.

### · PHASE EXPLOITATION

- **Entretenir régulièrement les bouches d'insufflation et d'extraction de la VMC** pour éviter les bruits parasites du fonctionnement des ventilateurs.

- **Adopter de bonnes pratiques pour les usagers** : dans les immeubles de bureaux, l'habitude des usagers de laisser les portes ouvertes ne permet pas de « profiter » d'une bonne isolation acoustique entre les bureaux puisque les bruits se propagent par les portes.

## FOCUS



Attention à ne pas sacrifier l'acoustique au profit de l'aspect visuel notamment : les murs et le plafond de la salle de motricité d'une école ont été lambrisés de bois local (parti pris écologique), ce qui en fait une caisse de résonance impossible à exploiter dans le cadre de son usage prévu sans déranger les autres élèves.

## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

• **Organisation architecturale, critère n° 3** : dans les bâtiments tertiaires par exemple, les plateaux de bureaux avec des cloisons légères sont très efficaces en termes d'organisation spatiales mais cette modularité se fait au détriment de l'acoustique entre les bureaux.

• **Qualité de l'air, critère n° 5** : une VMC en bon état de fonctionnement et des bouches de ventilation entretenues et non obturées participent à une bonne qualité d'air sans nuire à l'acoustique.

• **Confort hygrothermique, critère n° 7** : bonne étanchéité à l'air = isolation acoustique renforcée par rapport aux bruits extérieurs.

• **Matériaux, critère n° 8** : le choix des matériaux, notamment des revêtements, peut concourir à améliorer ou, au contraire, aggraver le confort acoustique des usagers

## CONFORT HYGROTHERMIQUE

Le confort hygrothermique d'une personne dans un environnement donné correspond à son ressenti selon trois critères : la température, l'humidité et la vitesse de l'air. On différencie confort d'été et confort d'hiver.

### POURQUOI S'INTÉRESSER AU CONFORT HYGROTHERMIQUE ?

Une mauvaise gestion hygrothermique peut influencer sur :

- **Le confort**, par une gêne liée à une température trop élevée ou trop basse. Cela peut entraîner en outre une surconsommation énergétique (chauffage, climatisation).
- **La santé** : des atmosphères trop chaudes, trop froides, trop sèches ou trop humides sont des facteurs aggravants pour les maladies respiratoires. Les symptômes allergiques sont aggravés par le développement des acariens et des moisissures, dû à un taux d'humidité relative supérieur à 60 %. Des températures élevées peuvent favoriser les émissions de polluants (COV en particulier) et dégrader ainsi la qualité d'air intérieur.
- **La pérennité du bâtiment** : le développement des moisissures, dû à un excès d'humidité, peut dégrader un bâtiment.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

#### • PHASES PROGRAMMATION ET CONCEPTION

##### ORGANISATION SPATIALE

- **Prendre en compte les masques solaires** dans l'implantation du bâtiment et son orientation pour optimiser les apports solaires en hiver ou les diminuer en été.
- **Choisir des ouvertures adaptées à un bon confort estival** : orientation et forme des ouvertures pour une bonne qualité lumineuse sans altération du confort estival.

#### ☀ Point de vigilance

Attention aux sheds orientés au sud, qui provoquent des surchauffes en été.

### À QUOI SUIS-JE TENU ?

La réglementation impose des exigences en matière de confort d'hiver dans les bâtiments et, pour certaines catégories de locaux, également en matière de confort d'été :

- **Dans l'habitat** : le Code de la construction et de l'habitation donne des températures de consigne pour le chauffage et le refroidissement.
- **Dans les locaux de travail** : le Code du travail stipule que les locaux de travail doivent permettre de travailler dans des conditions supportables pour l'organisme humain.
- **Dans les autres locaux** : 2 arrêtés du 25/07/1977 fixent les limites de température de chauffage pour certaines catégories de locaux.

### FOCUS



Les débords de toiture ou les casquettes sur les fenêtres mal dimensionnés peuvent être soit insuffisants pour remplir correctement leur rôle de protection solaire estivale, soit au contraire, excessifs et amoindrir les apports solaires hivernaux. Dans cet exemple, le débord de toiture ajouré et trop court est inefficace en été.

## PHASES PROGRAMMATION ET CONCEPTION (suite)

### ☼ Point de vigilance

*Veiller à l'adéquation entre l'orientation des espaces extérieurs et leur utilisation. Attention par exemple à ne pas placer la cour de récréation d'un établissement accueillant des enfants en bas âge en plein sud et sans protection solaire ; les températures deviennent vite trop élevées pour ces personnes sensibles.*

## ÉQUIPEMENTS DU BÂTIMENT

- Veiller au choix d'un chauffage approprié et bien dimensionné aux besoins du bâtiment considéré

### ☼ Point de vigilance

*Les systèmes de chauffage par le système de ventilation peuvent parfois déranger certaines personnes du fait de l'absence physique et visuelle de source de chaleur (avec un radiateur individuel par exemple).*

- **La régulation du chauffage par une Gestion Technique Centralisée** peut permettre de diminuer les températures de chauffe en période inoccupée la nuit et le week-end pour les bureaux. Ces économies d'énergie ne se font pas au détriment du confort de l'usager.

- Choisir une régulation adaptée du système de chauffage :

**1/ si le chauffage est entièrement géré par l'exploitant**, les usagers ressentent parfois un inconfort ; selon leur sensibilité, ils peuvent avoir trop froid ou trop chaud. Si l'usager a trop froid, il pourra développer certaines pathologies ou installer des équipements d'appoint potentiellement dangereux. Inversement, si l'usager a trop chaud, il peut venir à des pratiques abusives telles que l'ouverture permanente des fenêtres en plein hiver,

**2/ si la gestion du chauffage est exclusivement dévolue aux usagers**, ceux-ci ont tendance à surchauffer les locaux, ce qui entraîne automatiquement une surconsommation énergétique,

**3/ si l'exploitant instaure une température de consigne modulable par zones**, l'équilibre entre confort de l'usager et consommation énergétique paraît plus atteignable.

### ☼ Point de vigilance

*Dans le tertiaire, la mise en place d'une température de consigne différente pour plusieurs bureaux ayant la même orientation s'avère difficilement réalisable. Cela est d'autant plus vrai si les portes sont en permanence ouvertes. En revanche, cela peut s'avérer utile si deux zones de bureaux ont des orientations différentes.*

### - Prendre en compte le rafraîchissement du bâtiment en période estivale

Dans les bâtiments hyper isolés, le problème récurrent est le confort d'été, d'autant plus que, dans le cadre des pré-occupations énergétiques, ils ne sont pas climatisés. Il faut ainsi privilégier toutes les solutions de rafraîchissement : inertie forte du bâtiment, protections solaires bien dimensionnées, surventilation nocturne, puits canadien, etc.

## FOCUS



Les protections solaires extérieures à lames réglables sont particulièrement efficaces pour se protéger de la chaleur des rayons du soleil, tout en offrant la possibilité de varier le flux lumineux.

### · PHASE RÉALISATION

- **Bonne mise en œuvre des éléments de l'enveloppe du bâtiment** pour assurer une étanchéité à l'air performante.

- **Temps de séchage** suffisant des matériaux mis en œuvre.

### · PHASE EXPLOITATION

- **Veiller à la bonne connaissance par le gestionnaire et l'occupant** du fonctionnement des équipements de chauffage et de ventilation pour une optimisation de leurs rendements.

- **Bonne gestion des protections solaires par les usagers.**

### ☀ Point de vigilance

*En hiver, des équipements de chauffage mal maîtrisés par le gestionnaire peuvent induire des températures intérieures trop basses, sources d'inconfort pour les occupants, ou trop hautes, sources de surconsommation énergétique. En moyenne, une saison hivernale complète est nécessaire au gestionnaire pour caler le système de chauffage d'un bâtiment BBC. De même, en été, des systèmes de ventilation ou de rafraîchissement mal maîtrisés peuvent entraîner des températures intérieures trop fraîches par rapport à l'extérieur, sources d'inconfort et même de syndromes hivernaux (type rhume).*

## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

• **Organisation architecturale, critère n° 3** : l'implantation d'un bâtiment et son orientation influencent beaucoup son confort hygrothermique d'hiver ou d'été.

• **Qualité visuelle, critère n° 4** : le bâtiment doit représenter un compromis entre une bonne luminosité et un confort thermique satisfaisant, notamment en période estivale.

• **Qualité de l'air, critère n° 5** : le bon fonctionnement de la VMC contribue à un bon confort hygrothermique et à une bonne qualité de l'air.

• **Qualité acoustique, critère n° 6** : l'étanchéité à l'air contribue à une bonne isolation acoustique.

# MATÉRIAUX

**Le confort de l'usager passe aussi bien par le ressenti sensoriel de son environnement que par son appréciation des matériaux apparents qui l'entourent.** La couleur est importante dans la création d'ambiances lumineuses. Les radiations colorées réfléchies par les objets peuvent produire certains effets psychologiques sur le système nerveux. Ainsi, les couleurs chaudes (rouge, orange) ont un effet stimulant, tandis que les couleurs froides (bleu, violet) ont un effet calmant. Les couleurs intermédiaires (jaune, vert) ont, tout comme le blanc, un effet tonique propice à la concentration. Ces propriétés peuvent ainsi être utilisées selon l'usage du bâtiment et, même, selon l'usage de chaque pièce. Par ailleurs, la praticité de l'entretien de ces matériaux est primordiale pour leur pérennité.

### PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

#### · PHASE CONCEPTION

- **Prendre en compte les usages ultérieurs pour le choix des revêtements de sol** : revêtement souple style linoléum ou marmoléum pour les lieux de passage, les bureaux, les salles de classe..., carrelage pour les cuisines et sanitaires.

- **Adapter la couleur des revêtements des bâtiments** accueillant du public selon les usages visés.

- **Les mélanges harmonieux de couleurs claires accompagnées de couleurs toniques** sont généralement appréciés. Le blanc seul est souvent considéré comme impersonnel par les usagers.

#### FOCUS



#### Adopter un code couleur pour les portes d'une crèche

Les portes de certaines pièces accessibles aux parents sont d'une couleur, et les portes des pièces réservées au personnel sont d'une autre couleur.

#### FOCUS



Couleurs vives et primaires dans les sanitaires d'une école élémentaire



Quelques touches de couleur vive dans l'entrée d'un bâtiment de service public, pour délimiter les espaces

- **Choix des matériaux et revêtements de sol en adéquation avec l'usage ultérieur.** Les composants pour les revêtements extérieurs doivent être adaptés à la région et au climat. Certains revêtements trop sensibles à l'humidité sont déconseillés dans les régions très pluvieuses.

- **Utilisation du bois à bon escient :** en général, la mise en œuvre ponctuelle de bois en parement intérieur est apprécié. En revanche, l'aspect du vieillissement naturel du bois non traité à l'extérieur est peu plébiscité.

### FOCUS



Pose de caillebotis bois au nord pour une terrasse extérieure. Ce matériau n'est pas adapté à une terrasse exposée au nord et dans une région au climat rigoureux, la mousse s'y développe et rend la surface glissante.

### · PHASE RÉALISATION

- **La mise en œuvre des matériaux doit être rigoureuse** pour éviter des dégradations accélérées ou des sinistres ultérieurs (dégât des eaux, par exemple), ou encore un entretien difficile.

### FOCUS



Suite à une mauvaise mise en œuvre du béton ciré, des fissures plus ou moins larges sont apparues ainsi que des traces blanches.

### · PHASE EXPLOITATION

- **Utiliser des produits d'entretien adaptés aux matériaux utilisés.**

- **Former les personnels d'entretien** à l'utilisation de ces produits (mode opératoire, quantités...).

## LIENS AVEC D'AUTRES CRITÈRES

- **Organisation architecturale, critère n° 3 :** la nature et la couleur des matériaux dépendent de la conception architecturale, suivant l'usage des locaux, leur orientation...
- **Qualité visuelle, critère n° 4 :** une même pièce peut paraître plus ou moins lumineuse selon les couleurs des matériaux utilisés. L'accès aux ouvrants doit être sécurisé pour permettre leur entretien régulier.

- **Qualité de l'air, critère n° 5 :** le choix de matériaux apparents à faibles émissions de COV et/ou ne nécessitant pas de produits d'entretien irritants, permet de contribuer à une bonne qualité d'air intérieur.
- **Qualité acoustique, critère n° 6 :** l'acoustique d'une pièce dépend aussi des matériaux utilisés et du mobilier.

# ADAPTABILITÉ AU COMPORTEMENT DES UTILISATEURS

La prise en compte des comportements humains est primordiale dans la réalisation d'un bâtiment. Un bâtiment qui s'adapte à l'humain est un bâtiment qui prend en compte besoins et comportements des utilisateurs. Ce critère d'adaptabilité aux comportements des usagers est transversal du fait qu'il est lié à tous les autres critères de qualité d'usage à l'échelle du bâtiment.

Il n'existe pas de réglementation à ce sujet, seulement des préconisations de bon sens.

## PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

### · PHASES PROGRAMMATION ET CONCEPTION

#### - Accorder aux usagers des marges de manœuvre sur les systèmes

Un bâtiment « fonctionne » d'autant mieux lorsque les usagers savent qu'ils disposent de marges de manœuvre pour améliorer leur confort. Le besoin de maîtrise, même relative, est essentiel :

- **c'est le cas d'utilisateurs qui éprouvent une sensation de froid s'ils ne « voient » pas d'émetteur de chaleur** (cas des chauffages par le sol, des bouches de soufflage...), alors même que la température de consigne est tout à fait acceptable,
- **certains utilisateurs de bâtiments BBC affirment étouffer dans des pièces équipées de VMC double flux très efficaces**, et où le concepteur n'a pas jugé nécessaire de mettre des fenêtres ouvrables. Le seul fait de savoir que la fenêtre pourrait s'ouvrir suffit à calmer le malaise, sans que l'utilisateur n'en abuse ensuite en aérant manuellement, au risque de dérégler la VMC.

#### - Mettre en place des systèmes et équipements simples et facilement maîtrisables

Les dernières préconisations de ce guide consistent donc à rappeler que, pour chaque critère et à chaque étape de la vie du projet, il faut veiller à intégrer la « réalité comportementale » des usagers.

#### Deux principes se dégagent :

- **Simplicité** : le bâtiment et ses équipements doivent servir l'activité qui s'y déroule, et non prendre le pas sur elle. Devant une gestion trop complexe, l'usager aura tendance à prendre des raccourcis. Si par exemple le logiciel de Gestion Technique Centralisée est trop compliqué, on aura vite fait de demander une température de consigne identique dans toutes les zones sans distinguer des périodes d'utilisation.
- **Maîtrise** : accorder des marges de manœuvre pour moduler son confort.

### · PHASE EXPLOITATION

#### - Prendre en compte le rôle clef des usagers dans la gestion du bâtiment

**Pédagogie et responsabilisation** : un usager qui comprend et accepte les principes de fonctionnement d'un bâtiment à basse consommation sera plus enclin à adopter un comportement adapté.



**La qualité d'usage est un facteur qui doit être intégré  
dès les phases programmation et conception.**

**Un bâtiment est avant tout un espace « habité »,  
et chaque être humain doit pouvoir être en mesure  
de satisfaire aisément son propre confort.**

- Remerciements aux lauréats des appels à projet PREBAT Lorraine
- Ont contribué à l'élaboration de ce guide : Laurent GALY (DREAL Lorraine), Céline DUHAU, Marine NINET et Joëlle SCHAAL (CETE de l'est), Fanny ALLANEAU (ADEME Lorraine)
- Crédits photographiques : Gest'Énergie, Joël JAFFRE - ADEME, Fotolia
- Pour aller plus loin : Guide « Construire Sain » - Novembre 2011 - MEDDTL
- Sites Internet
  - [www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr](http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr)
  - [www.cete-est.developpement-durable.gouv.fr](http://www.cete-est.developpement-durable.gouv.fr)
  - [www.lorraine.ademe.fr](http://www.lorraine.ademe.fr)
  - [www.prebat.net](http://www.prebat.net)



Au 1<sup>er</sup> janvier 2014, les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra fusionnent pour donner naissance au Cerema.