

2 Impacts sanitaires et environnementaux des matériaux et exigences de QAI

2.1 Matériaux d'origine responsable

Pour atteindre un engagement environnemental fort, notre bâtiment est simple, frugal et résilient : pour les utilisateurs (pilier social), pour l'exploitant (pilier économique), et pour son impact sur le climat (pilier environnemental).

Pour cela, notre démarche de projet s'est inspirée de la définition Bâtiment Durable par l'association HQE : « en interaction avec son territoire, un bâtiment durable est un ouvrage qui offre une bonne qualité de vie, respecte l'environnement et apporte performance énergétique et économique. Il est conçu, construit, géré et utilisé de façon responsable tout au long de son cycle de vie. »

Dans le secteur du bâtiment, la biophilie se réfère à la présence de la nature dans le bâtiment, et au bien-être physique, mental et émotionnel que cette dernière peut générer sur les utilisateurs du bâtiment.

Ainsi, les bénéfices de notre projet respectent ces principes et profitera de :

- L'impression d'agrandissement de l'espace,
- Contrôle du rythme circadien,
- Réduction du stress,
- Meilleure concentration au travail,
- Sentiment de sécurité maximisant
- Qualité de vie au travail.

Dans notre travail de conception, nous nous sommes efforcés de prendre également en considération le confort olfactif et la qualité d'air, qui sont deux choses distinctes.

En 2014, selon l'ANSES, la mauvaise qualité d'air intérieur a généré la mort de 20 000 français par an. Le confort olfactif représente la partie immergée de l'iceberg, la pollution de l'air intérieur est bien souvent due à des composants sans odeur (les COVs, les formaldéhydes, le tétrahydrofurane, les particules, le radon...). Ce cocktail de composants sans odeur peut provoquer des irritations, rhinites, asthme, allergies, cancers mais aussi des troubles pour apprendre.

L'utilisation de **matériaux d'origine responsable** est essentielle pour minimiser l'empreinte environnementale des projets de construction et pour répondre aux exigences réglementaires et environnementales croissantes. Voici un aperçu des principaux labels, normes ISO, et de l'étiquette **A+** à respecter pour garantir l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement.

2.2 Écolabels en France

Les écolabels sont des certifications qui garantissent que les matériaux respectent des critères stricts en matière de respect de l'environnement tout au long de leur cycle de vie, depuis leur production jusqu'à leur élimination. En voici quelques-uns :

- **Écolabel Européen** : C'est l'un des labels environnementaux les plus reconnus en Europe. Il garantit que les matériaux respectent des critères écologiques stricts tout au long de leur cycle de vie (fabrication, utilisation, recyclage).
- **NF Environnement** : Label français qui certifie les produits respectant des critères environnementaux spécifiques tout en assurant leur performance. Ce label couvre divers matériaux de construction, tels que les peintures, les revêtements de sol, et les matériaux d'isolation.
- **FSC (Forest Stewardship Council) et PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification)** : Labels spécifiques pour les matériaux bois ou dérivés, garantissant une gestion durable des forêts d'où provient le bois.

2.3 Normes ISO à respecter

Les normes ISO sont des référentiels internationaux qui définissent des critères de gestion et de qualité, y compris pour la gestion de l'impact environnemental. Les plus importantes en matière de matériaux d'origine responsable sont :

- **ISO 14001** (Système de Management Environnemental) : Cette norme garantit que les entreprises mettent en place un système de gestion environnementale pour réduire leur impact sur l'environnement, y compris la gestion des matériaux utilisés dans la production.
- **ISO 14040** (Analyse du Cycle de Vie) : Elle décrit les principes et les cadres pour évaluer les impacts environnementaux associés à l'ensemble du cycle de vie d'un produit, de l'extraction des matières premières à la fin de vie.
- **ISO 50001** (Management de l'Énergie) : Elle concerne la gestion efficace de l'énergie dans les processus de production, y compris ceux des matériaux de construction, afin de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.
- **Béton labellisé ISO 14001**
- **Ferrailage labellisé ISO 14001**
- **Étanchéité labellisé ISO 14001**

2.4 Étiquette A+ pour la Qualité de l'Air Intérieur

L'étiquette **A+** est une classification qui concerne les matériaux de construction, peintures, vernis, et revêtements, basée sur leurs **émissions de composés organiques volatils (COV)** dans l'air intérieur. Cette classification est obligatoire pour certains produits en France, dans le cadre de la réglementation sur la qualité de l'air intérieur.

- **A+** : Correspond à un très faible niveau d'émission de polluants volatils, assurant ainsi une meilleure qualité de l'air intérieur. Cette étiquette est essentielle pour garantir que les matériaux utilisés dans la construction ou la rénovation d'un bâtiment ne nuisent pas à la santé des occupants.

Classes	A+	A	B	C
Formaldéhyde	< 10	< 60	< 120	> 120
Acétaldéhyde	< 200	< 300	< 400	> 400
Toluène	< 300	< 450	< 600	> 600
Tétrachloroéthylène	< 250	< 350	< 500	> 500
Xylène	< 200	< 300	< 400	> 400
1, 2, 4 - Triméthylbenzène	< 1000	< 1500	< 2000	> 2000
1, 4 - Dichlorobenzène	< 60	< 90	< 120	> 120
Éthylbenzène	< 750	< 1000	< 1500	> 1500
2 - Butoxyéthanol	< 1000	< 1500	< 2000	> 2000
Styrène	< 250	< 350	< 500	> 500
COVT (Total COV)	< 1000	< 1500	< 2000	> 2000

Figure 1: Seuils limites des concentrations d'émission (en µg/m3) et classes correspondantes

2.5 Qualité de l'air intérieur

2.5.1 Seuil réglementaires des concentrations dans l'air

Il n'existe aujourd'hui de valeurs réglementaires, exprimées en niveau de concentration dans l'air intérieur, que pour trois substances (hors réglementation du travail) : le radon (dans certains lieux ouverts au public), le monoxyde de carbone (dans les bâtiments équipés d'une chaudière dont la puissance est comprise entre 4 et 400kW) et l'amiante (dans les bâtiments construits avant 1997 la valeur seuil de gestion nécessitant d'engager des travaux sur certains matériaux est de 5 fibres/litre – article R1334-18 de la santé publique).

2.5.2 Concevoir un bâtiment à haute qualité sanitaire de l'air

La conception d'un bâtiment à haute qualité sanitaire de l'air implique de mettre en œuvre des stratégies visant à réduire les polluants intérieurs et à garantir une bonne ventilation. Cela repose sur plusieurs leviers d'action principaux :

2.5.2.1 Choix de Matériaux à Faibles Émissions de Polluants

- **Utilisation de matériaux à faible émission de COV (Composés Organiques Volatils)** : Choisir des matériaux avec une étiquette **A+**, qui garantit de faibles émissions de substances nocives comme les solvants, les colles et les revêtements.
- **Sélection d'éco-matériaux** : Privilégier les matériaux de construction et de finition (peintures, vernis, revêtements de sol) certifiés par des labels environnementaux tels que **NF Environnement**, **Écolabel Européen**, ou **FSC** pour les bois.

2.5.2.2 Conception d'un Système de Ventilation Efficace

- **Ventilation naturelle ou mécanique contrôlée (VMC)** : Installer un système de **VMC double flux** pour assurer une circulation continue de l'air frais tout en récupérant la chaleur de l'air extrait pour maintenir une efficacité énergétique.
- **Surveillance et régulation** : Intégrer des capteurs de CO2 et d'humidité dans les systèmes de ventilation pour ajuster automatiquement le débit d'air en fonction des besoins réels des occupants.
- **Entretien régulier** : Prévoir un plan de maintenance rigoureux des systèmes de ventilation pour éviter l'accumulation de poussières, moisissures ou autres contaminants.

2.5.2.3 Contrôle de l'Humidité

- **Prévention de l'humidité excessive** : Utiliser des matériaux résistants à l'humidité et bien isoler les parois pour éviter les condensations, qui peuvent favoriser la prolifération de moisissures.
- **Gestion des infiltrations** : Assurer une bonne étanchéité à l'air et à l'eau pour éviter les infiltrations susceptibles d'engendrer des problèmes d'humidité et de dégradation de la qualité de l'air.

2.5.2.4 Limitation des Sources de Pollution Intérieure

- **Éviter les systèmes de chauffage polluants** : Privilégier des systèmes de chauffage propres, tels que les pompes à chaleur, plutôt que des chaudières à bois ou à fioul qui peuvent générer des particules fines.
- **Contrôle des activités humaines** : Limiter les sources de pollution intérieure comme l'utilisation de produits chimiques d'entretien, en sensibilisant les utilisateurs à adopter des produits respectueux de l'environnement et sans solvants.

2.5.2.5 Conception Bioclimatique

- **Utilisation de la ventilation naturelle** : Intégrer des ouvertures judicieuses pour permettre une ventilation naturelle, notamment en été, et améliorer la qualité de l'air intérieur sans surcharger les systèmes mécaniques.
- **Positionnement des fenêtres et ouvertures** : S'assurer que les ouvertures permettent une bonne circulation de l'air tout en évitant les infiltrations de polluants externes (comme la pollution automobile).

2.5.2.6 Traitement et Filtration de l'Air

- **Systèmes de filtration d'air haute efficacité** : Installer des filtres HEPA dans les systèmes de ventilation pour capturer les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) et les allergènes avant qu'ils ne pénètrent dans l'espace intérieur.
- **Purificateurs d'air** : En cas de besoin, utiliser des purificateurs d'air pour réduire les concentrations de particules, de polluants chimiques et de micro-organismes dans l'air intérieur.

2.5.2.7 Contrôle de la Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

- **Surveillance continue** : Mettre en place des capteurs de qualité de l'air pour mesurer en temps réel les concentrations de COV, CO₂, particules fines et autres polluants.
- **Audits réguliers** : Effectuer des contrôles réguliers de la qualité de l'air, notamment après la construction ou la rénovation, pour s'assurer que les seuils réglementaires sont respectés.

2.5.2.8 Isolation et Étanchéité

- **Utiliser des isolants à faibles émissions** : Privilégier des isolants ayant un faible impact sur la qualité de l'air intérieur (sans formaldéhyde ou autres produits volatils nocifs).
- **Étanchéité à l'air** : Garantir une bonne étanchéité pour empêcher les infiltrations d'air non maîtrisées qui pourraient dégrader la qualité de l'air intérieur.

2.5.2.9 Aménagements Végétalisés

- **Plantes d'intérieur** : L'intégration de végétation à l'intérieur peut contribuer à améliorer la qualité de l'air en capturant certains polluants (COV) et en augmentant l'oxygénation des espaces.

2.5.2.10 Tableau récapitulatif des principaux matériaux

Matériau	Emissions de COV et de formaldéhyde
Sols - Dalle Béton	A+
Béton armé pour poutre intérieure	A+
Façade / Mur extérieur / Voile extérieur en béton armé	A+
Murs - Béton	A+
Béton armé pour poteau	A+
Portes	A+
Système Cloison Placostil® 98/48	A+
Système Cloison Placostil® 120/70	A+
Système Plafond Placostil®	A+
Fenêtres - alu	A+
Fenêtre en PVC	A+
Revêtement de sol dur en céramique	A+
Plinthe en céramique	A+
Plinthe en PVC	A+
Moquette,	A+
Revêtement de sol PVC	A+
Panneau acoustique en bois	A+

2.6 Bonnes pratiques sur chantier

2.6.1 Traçabilité des produits de construction

Un contrôle du respect des exigences environnementales et sanitaires dans la mise en œuvre des entreprises de sous-traitance sera mis en place de manière systématique : et notamment vérification de la conformité des matériaux utilisés avec les pièces écrites, suivi par échantillonnage, ...

Pour cela, les entreprises de sous-traitance et les fournisseurs de matériaux et de produits de constructions devront fournir l'ensemble des documents permettant de justifier les performances sanitaires (fiche technique, FDES, FDS...).

2.6.2 **Sensibilisation des compagnons**

Une campagne de sensibilisation sous la forme de ¼ d'heure d'information QAI sur les bonnes pratiques sur chantier vis-à-vis de la qualité de l'air sera dispensée à l'ensemble des compagnons en début de projet, cela dans le but de les sensibiliser à la thématique et identifier ensemble les pratiques à risque et les manières d'y remédier.

2.6.3 **Mise en œuvre**

2.6.3.1 *Respect des temps de séchage*

Le planning chantier devra intégrer des délais permettant le séchage des supports et l'aération des locaux. Sans cette précaution, et notamment dans les bâtiments très étanches, la difficulté de séchage peut entraîner le développement de moisissures. L'aération permet également de diluer les émissions de COV dégagées par les peintures, colles, etc.

2.6.3.2 *Protection des réseaux et équipements installés*

Une fois mises en œuvre, les gaines de ventilation seront obturées par l'entreprise CVC, afin de limiter le dépôt de poussières à l'intérieur.

Ces protections seront contrôlées chaque mois durant toute la durée du chantier. Elles seront retirées à la fin de la réalisation de l'ouvrage, après nettoyage du bâtiment.

L'utilisation des systèmes de ventilation du bâtiment pendant la phase de construction sera évitée. Le cas échéant, des filtres provisoires devront équiper chaque bouche de reprise pendant la phase chantier, devant respecter au moins l'une des exigences suivantes :

- Système de filtration ayant une efficacité équivalente minimum de 30% et un niveau de filtration gravimétrique supérieure à 90% sur une taille de particule de 3-10 µg.
- Utiliser des filtres de classe F5 minimum comme défini dans la norme EN 779-2002.

Enfin, les réseaux de ventilation devront être mis en œuvre de manière à éviter les points bas induisant un risque de condensation.

En fin de chantier l'entreprise titulaire du lot CVC devra le remplacement des filtres utilisés durant la phase de chantier.

2.6.3.3 *Nettoyage des revêtements de sols*

Les recommandations des fabricants quant à la ventilation des espaces seront respectées lors de la pose des sols.

Au moment de la réception du bâtiment, les sols seront nettoyés par aspirateur afin de supprimer les débris et dépôts de particules générés par la pose des sols.

2.6.3.4 *Eviter les fumées et produits toxiques*

En cas d'utilisation de produits toxiques ou d'opérations génératrices de fumées, les préconisations suivantes seront mises en œuvre :

- Isolation de la zone par une séparation physique (cloisonnement plastique,) ;
- Sur ventilation de la zone.

Le personnel de chantier devra scrupuleusement respecter l'interdiction de fumer sur le chantier. Des zones fumeurs sont prévues dans le cadre des installations de chantier.

2.6.3.5 *Propreté générale du chantier*

Afin d'éviter la propagation des ordures et des débris de chantier, un nettoyage sera régulièrement réalisé.

Les produits renversés seront nettoyés et les zones de travail seront gardées sèches autant que possible.

2.6.3.6 *Limitation des poussières*

Toutes les mesures permettant de limiter l'émission de poussières et de limiter leur diffusion devront être prises par les entreprises :

- Brumisation dans les zones de démolition (sauf si risque de dégradation des ouvrages par l'humidité)
- Mise en œuvre de dispositifs d'aspiration au niveau des postes de travail, notamment pour les découpes de menuiserie
- Mise en œuvre de zones de confinement
- Nettoyage des outils/équipements lorsque nécessaire, avant leur sortie des espaces produisant de la poussière
- Une attention particulière sera portée lors du ponçage des surfaces qui engendre des rejets de poussières importants. Le matériel de ponçage sera muni d'un aspirateur.

2.6.3.7 *Délimitations des zones travaux*

Dans le courant du chantier, toutes les zones de chantier finalisées et/ou nettoyées seront isolées des espaces de travail par des barrières temporaires (type polyane).

2.6.3.8 *Stockage des matériaux*

Les réseaux de ventilation devront être stockés à l'abri des intempéries. Les extrémités devront également être encapuchonnées pendant le chantier pour éviter la mise en œuvre d'un réseau de ventilation déjà encrassé par des poussières et des micro-organismes.

Les équipements CVC neufs seront stockés dans un endroit propre et sec et seront protégés par des emballages plastiques.

Tous les matériaux et produits d'origine végétale devront également être protégés des intempéries afin d'éviter leur contamination fongique durant leur installation.

Les matériaux sensibles à l'humidité seront protégés pendant leur stockage sur le chantier et une fois mis en œuvre afin d'éviter le développement de moisissures.

Les pots de peintures seront fermés hermétiquement lors du stockage. Les pots de peintures seront entreposés dans des espaces de stockage spécifiques ventilés.

Vérifications

Afin de s'assurer de la propreté des réseaux, on procédera à un nettoyage systématique de l'intégralité des réseaux avant leur mise en service. Le filtre jetable devra également être remplacé avant livraison du bâtiment.

Un rapport d'inspection (photographies, caméra gyroscopique ou autres) et de mise en service devra être réalisé à la fin du chantier.

Les produits sensibles sur le plan sanitaire doivent être soumis au visa de la MOE ENV, notamment :

- Traitement pour bétons (imperméabilisants, hydrofuges, oléofuges, etc.)
- Tous types de peintures (peintures de finition murs/plafonds, peinture antirouille, peinture de sol, lasure béton, antigraffiti, etc.), sans oublier les primaires de préparation de support
- Tous produits de finition, joint et calfeutrement (mastics, silicones, mousses expansives, etc.)
- Produits de préservation du bois
- Traitement de finition de bois (teinte, vernis, huile dure, etc.)
- Traitement de finition des bétons
- Complexes d'étanchéité liquide
- Tous types de colles
- Produits dérivés du bois (médium, OSB, contreplaqué, etc.)

2.7 Réussir la phase d'exploitation et maintenance

Pour réussir la phase d'exploitation et de maintenance tout en garantissant une bonne qualité de l'air intérieur (QAI), il est essentiel de mettre en place des stratégies spécifiques qui prolongent les efforts initiaux de conception. Voici quelques actions clés à entreprendre :

2.7.1 *Entretien Régulier des Systèmes de Ventilation*

- **Nettoyage des filtres** : Les filtres des systèmes de ventilation, notamment ceux équipés de filtres HEPA ou G4, doivent être nettoyés ou remplacés régulièrement pour éviter l'accumulation de poussières et de polluants.
- **Vérification des débits d'air** : Les débits de ventilation doivent être ajustés et vérifiés périodiquement pour s'assurer qu'ils correspondent aux besoins réels des occupants et évitent les stagnations d'air vicié.
- **Surveillance des conduits** : Les conduits de ventilation peuvent accumuler des moisissures, particules fines ou autres polluants au fil du temps. Un nettoyage régulier des conduits garantit que l'air reste sain.

2.7.2 *Gestion de l'Humidité et Prévention des Moisissures*

- **Contrôle de l'humidité** : Maintenir des niveaux d'humidité intérieure entre 40% et 60% pour éviter la prolifération de moisissures et d'acariens, tout en assurant le confort des occupants.
- **Surveillance des infiltrations** : Inspecter régulièrement les zones susceptibles d'être affectées par des infiltrations d'eau pour éviter l'apparition de moisissures, particulièrement dans les sous-sols ou les pièces humides.

2.7.3 *Contrôle des Sources de Pollution Intérieure*

- **Produits de nettoyage** : Utiliser des produits de nettoyage certifiés écologiques, à faible émission de **COV** et sans solvants nocifs. Cela aide à limiter l'introduction de polluants lors des opérations de maintenance.
- **Gestion des équipements** : S'assurer que les appareils de chauffage et de climatisation, notamment ceux utilisant des combustibles, fonctionnent correctement pour éviter l'émission de polluants tels que les particules fines ou le monoxyde de carbone.

2.7.4 *Mise en Place de Protocoles de Maintenance Préventive*

- **Planification des interventions** : Créer un calendrier de maintenance préventive pour les systèmes de **chauffage, ventilation et climatisation (CVC)**, avec des intervalles réguliers pour l'inspection et l'entretien.
- **Inspection des matériaux** : Certains matériaux peuvent, avec le temps, émettre des polluants (comme des solvants ou des plastifiants). Il est important d'évaluer leur état et, si nécessaire, de les remplacer par des alternatives plus durables.

2.7.5 *Formation des Occupants et du Personnel de Maintenance*

- **Sensibilisation** : Former les occupants et les gestionnaires d'immeubles aux bonnes pratiques pour maintenir une QAI optimale. Cela inclut la gestion des fenêtres, l'utilisation appropriée des systèmes de ventilation, et la reconnaissance des signes de mauvaise qualité de l'air.

2.7.6 *Gestion des Activités Polluantes*

Zones confinées pour les activités polluantes : Les activités susceptibles d'émettre des polluants, comme l'utilisation de produits chimiques, doivent être réalisées dans des zones bien ventilées ou confinées pour éviter de nuire à la QAI générale.

2.7.7 *Mise à Jour des Systèmes CVC*

- **Modernisation des systèmes** : Remplacer ou améliorer les anciens systèmes CVC pour installer des équipements plus performants et plus respectueux de l'environnement.
- **Automatisation et contrôle intelligent** : Mettre en place des systèmes de gestion automatisés pour ajuster en temps réel les paramètres de ventilation, de chauffage et de climatisation en fonction des conditions intérieures et extérieures.