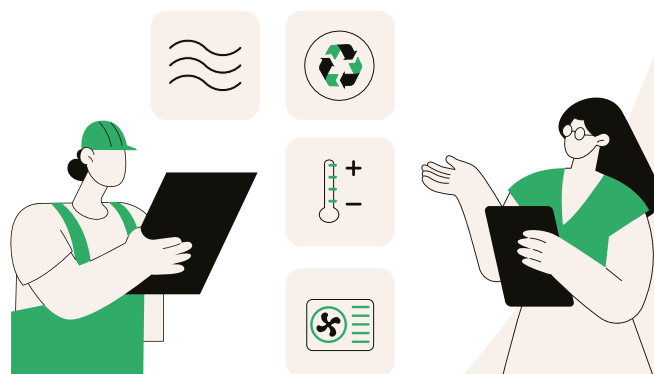


# La qualité de l'air

dans  
les  
projets



**Comment garantir  
que la restauration du bâti ancien  
préserve non seulement  
notre patrimoine,  
mais offre aussi  
un environnement sain à tous ?**



# Édito

## Un air sain dans un bâti sain ...

La santé publique est aujourd'hui une priorité, et la qualité de l'air intérieur s'impose comme un enjeu central dans la rénovation de nos patrimoines bâtis. Revitaliser nos bâtiments anciens, c'est préserver notre histoire tout en posant les fondations d'un avenir plus sain pour nos territoires et leurs habitants.

## L'air que nous respirons le plus

Nous passons une grande partie de notre vie à l'intérieur, et l'air que nous y respirons mérite toute notre attention. Pourtant, la qualité de l'air intérieur est souvent négligée dans les débats sur la santé publique et l'environnement. En moyenne, nous passons 85 % de notre temps à l'intérieur — que ce soit à la maison, à l'école ou au bureau. Or, un air intérieur de mauvaise qualité peut avoir des conséquences significatives sur notre santé, exacerbant les allergies, les maladies respiratoires et d'autres affections chroniques.

## Rénovons pour un avenir serein en construisant ensemble l'excellence

La rénovation ne saurait se limiter à des améliorations esthétiques ou à l'isolation thermique ; elle doit être appréhendée dans sa globalité, intégrant chaque aspect nécessaire à une transformation complète et durable. C'est une chance unique de créer une filière d'excellence en éco-rénovation. Un défi ambitieux qui appelle à l'engagement de tous : fabricants, maîtres d'œuvre, artisans et usagers.

## Des solutions concrètes pour un environnement intérieur sain

Cette brochure vous guidera avec une démarche simple et des actions pratiques, pour faire de la qualité de l'air un pilier de chaque projet de rénovation et garantir un environnement intérieur sain.

## La qualité de l'air : un droit, un devoir

Mettons la qualité de l'air au centre de nos projets. Respirer un air pur est un droit fondamental, et ensemble, nous pouvons transformer ce droit en une réalité tangible.

## Préserver le passé, protéger l'avenir

Saisissons cette opportunité pour redonner vie à notre patrimoine tout en protégeant la santé et le bien-être de chacun. Ensemble, faisons de chaque rénovation un gage d'excellence et de qualité de vie.

**Nathalie Marajo-Guthmuller**

Conseillère d'Alsace  
Présidente du Parc naturel régional des Vosges du Nord



### Nota :

Au repos, un adulte respire environ 9000 à 12000 litres d'air par jour, tandis qu'un enfant respire environ 7000 à 9000 litres. Ce volume peut augmenter considérablement avec l'activité physique.

Les adultes, avec leurs poumons plus grands, ont des besoins en air importants. Les enfants, avec leurs poumons plus petits et un nombre de respirations plus élevé, ont également des besoins respiratoires significatifs.

Cette image met en lumière l'air que nous respirons quotidiennement et la nécessité de préserver la qualité de l'air intérieur pour le bien-être de tous, des plus jeunes aux plus âgés.

Constituons ensemble  
un environnement sain  
pour préserver l'air que  
nous respirons !

# Table des matières

**Avant-propos :** 1

## 1. Comprendre les risques 5-8

• **Préambule : Quelle ambition santé lors de la rénovation de patrimoines ?** 6

Objectif : Vivre en bonne santé dans nos patrimoines

Enjeux : Comment préserver une bonne qualité d'air intérieur en évitant les polluants ?

1.1 Polluants chimiques

1.2 Contaminants biologiques

## 2. Les démarches préalables 9-20

• **2-1 Diagnostiquer les espaces et détecter les sources de polluants** 9

Faire la chasse à l'amiante et au plomb

Vérifier la présence d'autres matériaux à risque

Évaluer le risque radon

Considérer les sources et les traces d'humidité

• **2-2 Préparer le chantier** 19

Confiner et préparer le site du chantier

Déconstruire et déposer des matériaux

Calfeutrer les réseaux et les équipements

## 3. Mener des travaux pour un air sain 21-54

• **3-1 Appliquer les principes d'une architecture bioclimatique** 21

• **3-2 Choisir des procédés et des matériaux adaptés** 23

Le réemploi

L'étiquetage obligatoire des émissions dans l'air des produits

Les matériaux et les techniques à favoriser

Les isolants

Le cas du bois

• **3-3 Optimiser l'organisation du chantier** 33

Mettre en place un calendrier

Gérer rigoureusement le stockage des matériaux

Mesurer l'hygrométrie des matériaux et optimiser le séchage

Limiter la production de poussières

Adopter les bons gestes pour la protection des opérateurs

• **3-4 Maîtriser les risques d'humidité dans les parois** 37

Traitements efficaces contre les sources d'humidité

Isolation thermique et matériaux hygrovariables

• **3-5 Equipements adaptés, pour se chauffer sans étouffer** 41

Optimiser les dispositifs de chauffage

Veiller à la combustion, à la prise d'air et à l'évacuation des fumées

Se doter d'un système de ventilation

• **3-6 Aménager des locaux à risques et les abords** 49

Les ateliers, la chaufferie et le local poubelle

Ventiler les caves

Et la chambre des enfants

La place des voitures et des groupes électrogènes

Plantations et allergies

## 4. Pour aller plus loin et garantir un environnement sain 55-62

• **4-1 Des indicateurs pour contrôler la qualité de l'air** 55

Mesurer la vapeur d'eau dans l'air : humidité relative

Mesurer la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

• **4-2 Avoir les bons gestes au quotidien et assurer une maintenance** 57

L'aération pour ne pas s'asphyxier !

L'entretien des équipements et des filtres

Le ménage : le propre n'a pas d'odeur !

• **4-3 Se meubler** 59

Le mobilier

Les meubles rembourrés

• **4-4 Des sites et des acteurs ressources** 61



# 1. Comprendre les risques

Enjeux : Comment préserver une bonne qualité d'air intérieur en évitant les polluants ?

## Objectif : Vivre en bonne santé dans nos patrimoines

Souvent, l'air à l'intérieur de nos maisons est plus pollué qu'à l'extérieur. Nous pensons être en sécurité chez nous, mais ce n'est pas toujours le cas. Passer plus de 10 heures par jour à respirer l'air intérieur de nos logements ne nous protège pas de la pollution. Puisque nous inhalons en moyenne 12 000 litres d'air chaque jour, sa qualité est primordiale. Il est essentiel que fabricants, bureaux d'études, artisans et familles veillent à la santé de tous, surtout des enfants, car notre bien-être dépend de l'air que nous respirons. Sans le savoir, nous introduisons souvent des substances nocives via les matériaux de construction, les meubles et les produits d'entretien. Nos travaux de rénovation et nos actions quotidiennes, comme la cuisine, la lessive et le bricolage, impactent également la qualité de l'air. Par conséquent, la rénovation de nos habitations doit être minutieuse pour créer des espaces sûrs où il fait bon vivre.



## Préambule : Quelle ambition santé lors de la rénovation de patrimoines ?

Comme le souligne avec justesse le docteur Suzanne Déoux :

**“habiter, c’est respirer”.**

Cette citation incarne parfaitement l'importance vitale de la qualité de l'air intérieur pour répondre aux enjeux de santé publique et du bien-être de chacun ! En somme, Suzanne Déoux nous invite à reconsidérer notre relation à notre environnement quotidien. C'est un appel à agir, à préserver cet air pour qu'il devienne le souffle même de notre santé et de notre bien-être. Ainsi, la qualité de l'air intérieur dépasse le simple confort ; elle devient le pilier de notre existence et de notre épanouissement.

## Un parcours en quatre étapes

Découvrir comment comprendre les risques, préparer le terrain, réaliser des travaux pour un air sain, et établir des pratiques durables pour des espaces de vie préservés.



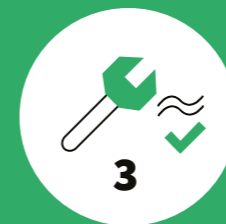
1

Comprendre les risques



2

Engager des démarches préalables



3

Mener des travaux pour un air sain








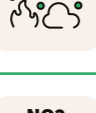


4

Aller plus loin pour garantir un environnement sain

# 1. Polluants chimiques




Les polluants chimiques se dégagent sous forme de gaz que nous inhalons, ce qui peut gravement affecter notre santé. **Les composés organiques volatils (COV)**, présents dans de nombreux produits comme les peintures, les colles et les produits d'entretien, s'évaporent facilement à température ambiante et peuvent causer des irritations respiratoires, des réactions allergiques, des maux de tête, etc.

**Les composés organiques semi-volatils**, tels que les phtalates contenus dans le PVC souple et les retardateurs de flamme présents dans le mobilier rembourré de mousse polyuréthane, se libèrent plus lentement mais persistent dans l'air intérieur, affectant le système endocrinien, et posant des risques particuliers pour les enfants. Selon la nature des sols, **le radon**, gaz radioactif naturel est également à surveiller. La présence de **monoxyde de carbone**, gaz inodore et hautement toxique, est liée à un dysfonctionnement des appareils de combustion.

PRINCIPAUX POLLUANTS CHIMIQUES EN ENVIRONNEMENTS INTÉRIEURS	SOURCES	EFFETS
<b>1 Composés organiques volatils (COV)</b> 	Peintures, vernis, colles, tous produits à base de solvant, panneaux de bois collé, produits de nettoyage et d'hygiène, parfums, fumée de tabac	Irritations oculaires et respiratoires, maux de tête, vertiges, asthme, certains COV sont cancérigènes
<b>2 Composés organiques semi-volatils (COSV)</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phtalates : avant 2015 (revêtements de sol en PVC et jouets en plastique souple), produits de soin personnel.</li> <li>Retardateurs de flamme : mobilier rembourré en mousse polyuréthane, appareils électroniques</li> </ul>	Perturbateurs endocriniens, effets sur le développement et la reproduction
<b>3 Radon</b> 	Selon la nature des sols (voir zonage)	Gaz radioactif, principal facteur de risque de cancer du poumon chez les non-fumeurs
<b>4 Amiante</b> 	Matériau naturel et fibreux (bâtiments avec permis de construire avant 1er juillet 1997) : flochage, calorifugeage, faux-plafonds, amiante-ciment, dalles vinyle-amiante	Cancérigène (cancer du poumon et de la plèvre)
<b>5 Plomb</b> 	Peintures professionnelles avant 1949 et autres avant 1993, canalisations avant 1995	Neurotoxique, particulièrement dangereux pour les femmes enceintes et les enfants (retard de développement, troubles de l'apprentissage)
<b>6 Monoxyde de carbone (CO)</b> 	Appareils de chauffage défectueux, cheminées, fumée de cigarette, moteurs en marche dans des garages fermés	Intoxication aiguë (maux de tête, nausées, vertiges, décès lors de concentration élevée)
<b>7 Dioxyde d'azote (NO2)</b> 	Appareils de combustion (chauffages, cuisinières), pollution extérieure	Irritations des voies respiratoires, aggravation de l'asthme
<b>8 Particules (PM2.5 et PM10)</b> 	Appareil de chauffage par combustion (surtout au bois), fumée de tabac et pollution extérieure liée aux transports routiers	Problèmes respiratoires, maladies cardiovasculaires, cancer du poumon

# 2. Contaminants biologiques

Nos espaces de vie peuvent contenir divers contaminants biologiques qui posent des risques pour notre santé, comme **les moisissures, les bactéries, les virus et les pollens**. Les moisissures, par exemple, se développent dans des environnements humides et peuvent provoquer des allergies et des infections respiratoires, en particulier chez les personnes vulnérables comme les enfants, les personnes âgées et ceux souffrant de problèmes respiratoires. La propagation des bactéries et des virus, est facilitée par les interactions humaines et le confinement des espaces de vie.

CONTAMINANTS BIOLOGIQUES	EFFETS	PRÉVENTION
<b>Moisissures</b> 	Irritation des muqueuses rhinopharyngées, allergies (rhinite, conjonctivite, dermatite, asthme), infections respiratoires, effets toxiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle de toute intrusion d'eau dans le bâti (remontées capillaires, étanchéité à l'eau de l'enveloppe, prévention des fuites d'eau)</li> <li>Maîtrise de la condensation : bonne gestion de la ventilation + maintien de l'humidité relative entre 40 et 60 %</li> </ul>
<b>Bactéries et virus</b> 	Maladies infectieuses et virales	Bonne hygiène et renouvellement d'air par une ventilation adaptée aux locaux et à la fréquentation humaine
<b>Pollens</b> 	Allergie de plus en plus fréquente : rhinite, sinusite, asthme	Favoriser les plantes hypoallergéniques, en particulier en milieu urbain, où les polluants augmentent la libération d'allergènes

**À retenir :**  
 Alors que nous vivons de plus en plus dans des espaces confinés, les matériaux de construction, les mobiliers et nos activités quotidiennes peuvent polluer l'air que nous respirons. C'est pourquoi une rénovation attentive et réfléchie est essentielle pour créer des espaces où la qualité de l'air est préservée, voire améliorée, permettant à chacun de respirer du bon air !

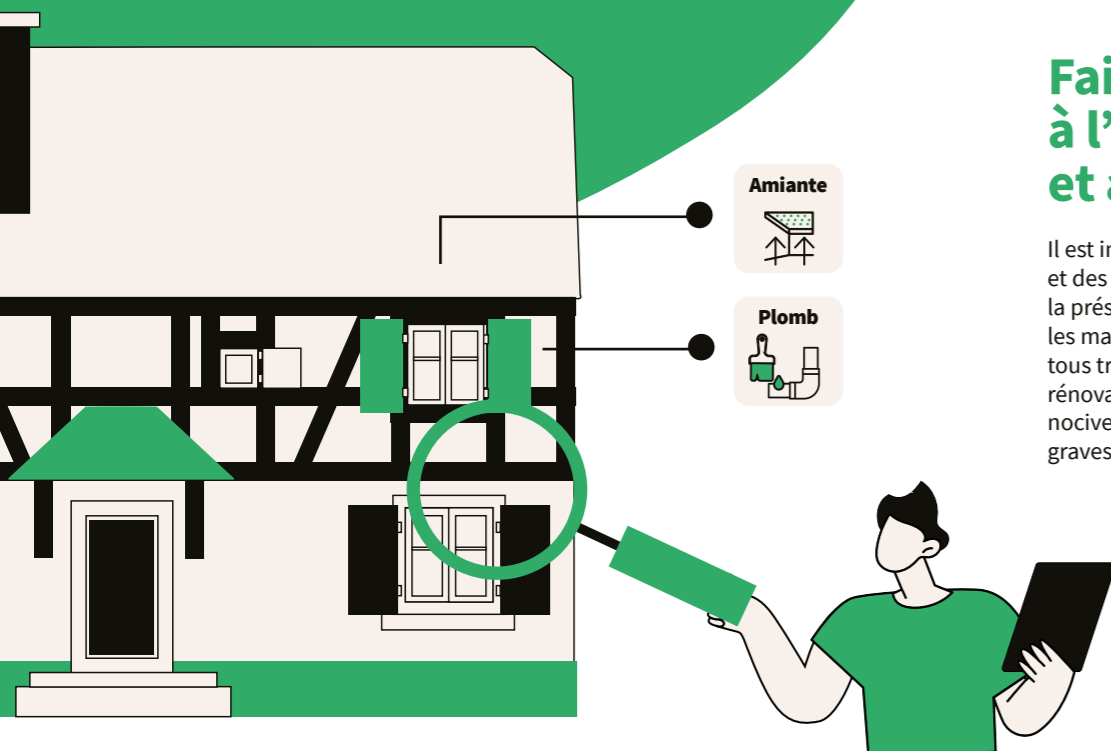


# 2. Les démarches préalables

Quels sont les bonnes pratiques à mettre en place pour détecter, gérer les sources de polluants et préparer le chantier ?

## 2.1 Diagnostiquer les espaces et détecter les sources de polluants

- 09
- Faire la chasse à l'amiante et au plomb
  - Vérifier la présence d'autres matériaux à risque
  - Évaluer le risque radon
  - Considérer les sources et les traces d'humidité



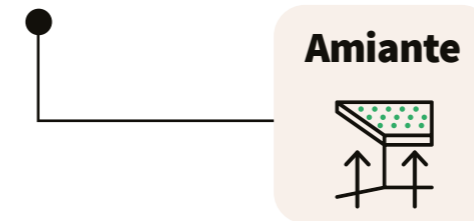
### Faire la chasse à l'amiante et au plomb

Il est impératif de réaliser des sondages et des prélèvements pour détecter la présence de plomb et d'amiante dans les matériaux de construction avant tous travaux de déconstruction ou de rénovation. Ces substances extrêmement nocives, peuvent causer des problèmes graves, même lors d'une faible exposition.

### Pour l'amiante,

Les bâtiments dont le permis de construire a été délivré avant le 1<sup>er</sup> juillet 1997 sont susceptibles d'en contenir. L'ANAH peut accorder des subventions aux propriétaires-bailleurs et occupants (sous certaines conditions de ressources) pour :

- La réalisation d'un diagnostic technique, si celui-ci est suivi des travaux recommandés.
- Les travaux d'élimination ou d'isolation (encapsulation) des matériaux contenant de l'amiante.



### Matériaux susceptibles de contenir de l'amiante

1	<b>Flocages</b> (isolation acoustique et thermique)
2	<b>Calorifugeages</b> (isolation de tuyauteries et de chaudières)
3	<b>Enduits</b> (muraux ou de plafonds)
4	<b>Dalles de sol en vinyle amiante</b>
5	<b>Tuiles, ardoises et plaques en amiante-ciment</b>
6	<b>Conduits et gaines en amiante-ciment</b>
7	<b>Cloisons légères en amiante-ciment</b>
8	<b>Joints et mastics contenant de l'amiante</b>
9	<b>Peintures et enduits texturés</b>
10	<b>Plaques ignifuges</b> (derrière les chaudières, poêles)
11	<b>Parois de chaudières et de fours industriels</b>
12	<b>Certaines colles et adhésifs</b>

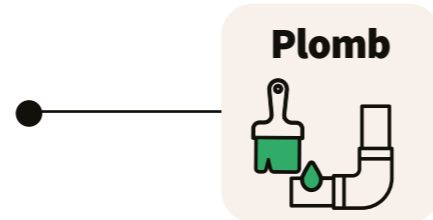
10

### Attention :

Les travaux en présence d'amiante nécessitent l'application de règles strictes d'intervention, et les entreprises sollicitées doivent être habilitées pour cela.

## Pour le plomb,

le Constat de Risque d'Exposition au Plomb (CREP) est obligatoire pour tous les biens construits avant 1949. Cependant, cette date n'est pas entièrement fiable, car pour les particuliers l'interdiction de l'utilisation de la céruse et du sulfate de plomb dans les travaux de peinture n'a été mise en place qu'à partir de 1993.



### Dates-clés pour les peintures au plomb

### Dates-clés pour les canalisations en plomb

L'objectif est de réduire l'exposition des travailleurs au niveau le plus bas techniquement possible, en particulier pour :

- L'intervention sur des peintures et des canalisations dans des bâtiments anciens (enlèvement, réfection...).
- La découpe ou le sablage de structures métalliques recouvertes de peinture anticorrosion.

**Note :** La réglementation concernant la peinture au plomb varie, notamment en Allemagne. Par conséquent, il est possible que l'utilisation de peinture inappropriée ait eu lieu après 1993.

**interdiction de la céruse (carbonate de plomb) et du sulfate de plomb** dans les travaux de peinture réalisés par des **professionnels**. Cette interdiction ne concerne pas les particuliers.

**Janvier 1949**

**interdiction générale de la vente et de l'importation des peintures** contenant de la cérusite, de la céruse ou des sulfates de plomb

**Février 1993**

**interdiction d'utilisation de canalisations en plomb** dans les bâtiments neufs

**Avril 1995**

**obligation de remplacer toutes les canalisations en plomb restantes**

**Avant Décembre 2013**

**interdiction des pigments à base de chromate de plomb**

**2015**

**les peintures** au minimum de plomb sont **toujours sur le marché**

**2024**

## Matériaux contenant du plomb



<b>1</b>	<b>Peintures</b>
<b>2</b>	<b>Revêtements de fenêtres et de portes</b>
<b>3</b>	<b>Gouttières et descentes pluviales en plomb</b>
<b>4</b>	<b>Conduites d'eau et tuyaux en plomb</b>
<b>5</b>	<b>Soudures en plomb dans les tuyauteries</b>
<b>6</b>	<b>Solins et plaques de couverture en plomb (toitures, cheminées)</b>
<b>7</b>	<b>Peinture antirouille sur les structures métalliques</b>
<b>8</b>	<b>Carrelages muraux et de sol émaillés</b>
<b>9</b>	<b>Vitrage ancien et vitraux aux joints au plomb</b>

### À retenir :

Le diagnostic de la présence d'amiante et de plomb dans les bâtiments est absolument nécessaire pour prévenir tout risques. L'expertise de professionnels qualifiés garantit un résultat fiable et permet de limiter efficacement tous les dangers associés à ces substances toxiques.

## Vérifier la présence d'autres matériaux à risque

### Matériaux anciens dégradés

Les matériaux isolants vieillissants, comme la laine de verre ou la laine de roche, mais aussi des dallages usés peuvent libérer des fibres irritantes et des poussières dans l'air, provoquant des problèmes respiratoires et cutanés.



### Traitements des bois actuellement interdits

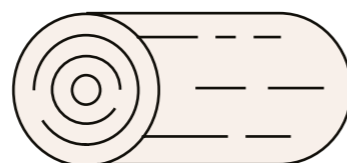
De nombreux produits chimiques utilisés pour protéger le bois contre les insectes et les champignons peuvent être nocifs pour la santé et l'environnement.



## Traitements des bois

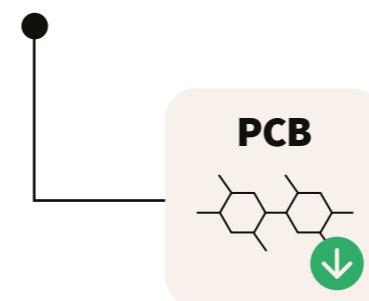
13

Produits interdits 
<p><b>Lindane :</b> Insecticide organochloré utilisé pour le traitement du bois jusqu'en 2006. Classé cancérogène certain.</p>
<p><b>Créosote :</b> Employée comme agent de conservation du bois. Dérivée de la distillation de goudron de houille et classée comme cancérogène. Encore uniquement autorisée pour les traverses de chemins de fer.</p>
<p><b>Pentachlorophénol (PCP) :</b> Utilisé comme fongicide pour protéger le bois des champignons jusqu'en 2009. Classé cancérogène certain.</p>
<p><b>Dieldrine :</b> Insecticide organochloré très neurotoxique, utilisé dans certains traitements de protection des charpentes et dans la lutte contre les termites. Interdit en France depuis 1992.</p>
<p><b>Cuivre chrome arsenic appellation habituelle CCA :</b> Connu pour ses risques toxiques pour la santé et l'environnement. Interdit dans les bâtiments résidentiels depuis 2004</p>



## Les transformateurs au pyralène

Transformateurs contenant des polychlorobiphényles (PCB), plus connus sous le nom de « pyralène ». Ces anciens équipements électriques peuvent fuir et libérer ces polluants persistants, perturbateurs endocriniens, qui ont contaminé l'ensemble de la chaîne alimentaire, surtout d'origine animale, responsable de plus de 90 % de l'exposition totale de la population générale.



### Dates-clés pour les transformateurs aux PCB

1987

**Interdiction de la vente et de l'acquisition de PCB** ou des appareils contenant des PCB

2003

Premier plan national de gestion avec, avant fin 2010, **décontamination et élimination des appareils contenant plus de 500 ppm de PCB**

**Avant janvier 2023**

**Élimination des transformateurs ayant une teneur en PCB comprise entre 50 et 500 ppm.**

14

### Préconisations :

Une fois ces matériaux ou produits identifiés, des mesures adéquates peuvent être prises pour minimiser les risques sanitaires et environnementaux. Cela peut inclure l'élimination sécurisée des matériaux contaminés, l'encapsulation de surfaces traitées ou l'utilisation de produits alternatifs moins nocifs. La présence d'un éventuel appareil contenant des PCB sur le site doit être vérifiée et complétée par l'interrogation de l'inventaire national des appareils contenant des PCB :

**[inventaire.pcb@ademe.fr](mailto:inventaire.pcb@ademe.fr)**



# Évaluer le risque radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle, présent dans les sols où les roches sont constituées principalement de granite, de schiste et de gneiss. La désintégration de l'uranium contenu dans ces roches libère le radon, qui peut s'infiltrer dans les bâtiments à travers les fissures, les fondations et les espaces mal ventilés. Ce gaz est inodore, incolore et inerte chimiquement. Dans les espaces clos comme les maisons, surtout dans les caves et les rez-de-chaussée, il peut s'accumuler sans que l'on s'en aperçoive !

## RADON



La concentration élevée de radon dans l'air intérieur représente un risque sérieux pour la santé, particulièrement en augmentant le risque de cancer du poumon, surtout chez les fumeurs. La reconnaissance de ce danger a conduit à l'élaboration de directives et de normes visant à limiter l'exposition au radon dans les bâtiments. L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) recommande de prendre des mesures lorsque les concentrations de radon dans l'air dépassent 400 becquerels par mètre cube (Bq/m<sup>3</sup>) en moyenne annuelle. Il est conseillé d'agir pour réduire les niveaux de radon lorsque les concentrations se situent entre 100 et 400 Bq/m<sup>3</sup>. Le niveau de référence recommandé par l'OMS est de 100 Bq/m<sup>3</sup>.

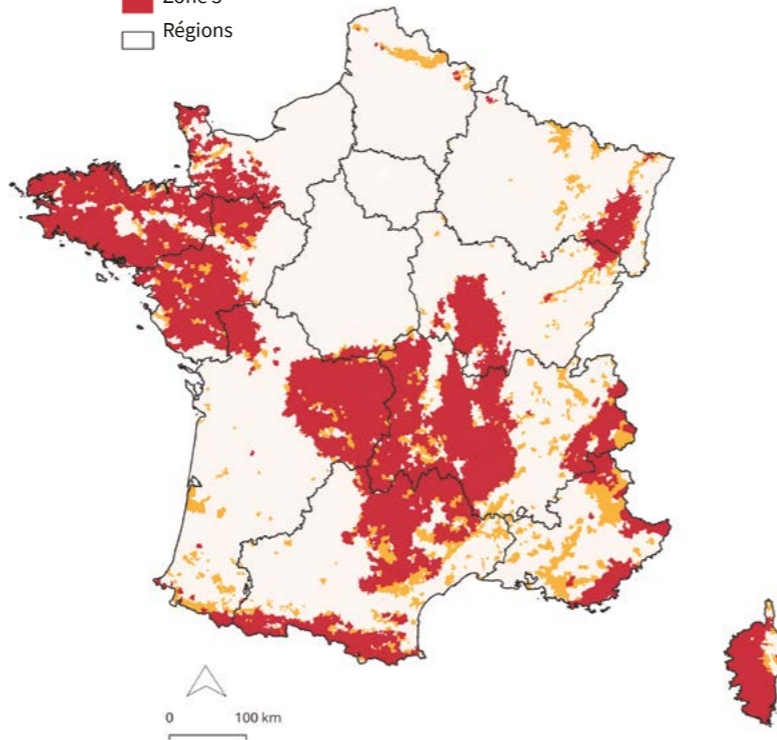
Depuis 2018, le territoire national est divisé en trois zones à potentiel radon selon le flux d'exhalation du radon des sols :

- Zone 1 :** zones à potentiel radon faible
- Zone 2 :** zones à potentiel radon faible, mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments
- Zone 3 :** zones à potentiel radon significatif

Pour aller plus loin consulter la situation sur le site de l'ASN sachant qu'une carte interactive vous permet de découvrir dans quelle zone est située votre commune. <https://www.asn.fr/l-asn-informe/dossiers-pedagogiques/le-radon-et-la-population>.

## Potentiel de Radon en France métropolitaine

**Potentiel de Radon**  
 Zone 1  
 Zone 2  
 Zone 3  
 Régions

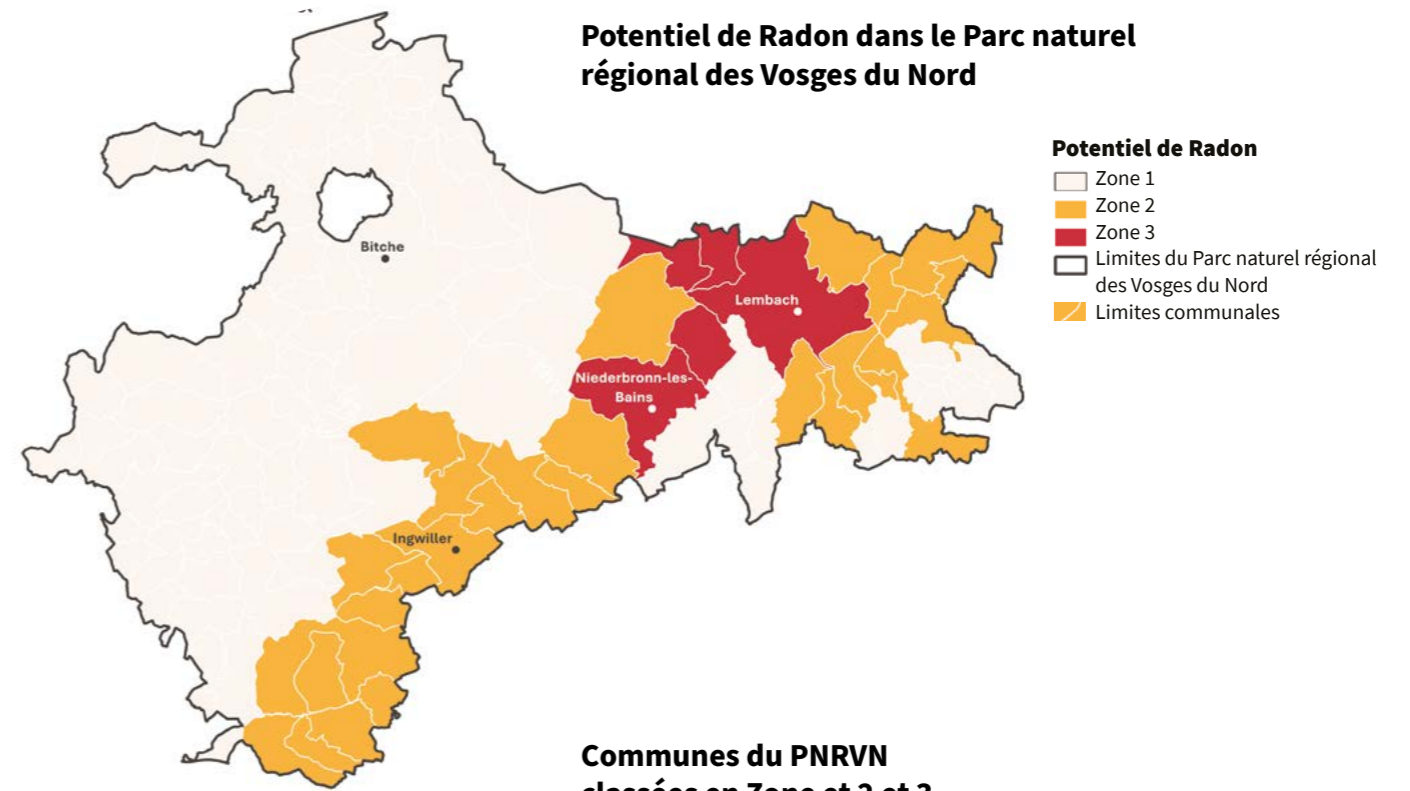


Données géoriskiques 2024, IGN 2023. Réalisation : LMP-GH octobre 2024

**En résumé :** Si votre propriété se trouve en zone 2 ou 3, il est conseillé de procéder à des tests spécifiques pour diagnostiquer la présence de radon. Ces tests, habituellement réalisés par des professionnels qualifiés, évaluent les niveaux de radon dans l'air. En cas de détection de concentrations élevées, il est fondamental d'adopter des mesures de réduction

telles que l'amélioration de la ventilation en mettant le bâtiment en légère surpression et en ventilant le vide sanitaire s'il y en a un ou l'installation de systèmes de dépressurisation des sous-sols pour garantir un environnement intérieur sûr pour la santé. En complément, assurer l'étanchéité des voies potentielles d'entrée du radon vers les pièces de vie, comme les fissures et les planchers.

## Potentiel de Radon dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord



**Potentiel de Radon**  
 Zone 1  
 Zone 2  
 Zone 3  
 Limites du Parc naturel régional des Vosges du Nord  
 Limites communales

## Communes du PNRVN classées en Zone 2 et 3

NOM	INSEE COM	Potentiel radon
Cleebourg	67074	2
Climbach	67075	2
Dambach	67083	2
Dossenheim-sur-Zinsel	67103	2
Eckartswiller	67117	2
Ernolsheim-lès-Saverne	67129	2
Göersdorf	67160	2
Ingwiller	67222	2
Lampertsloch	67257	2
Lembach	67263	3
Lichtenberg	67265	2
Lobsann	67271	2
Neuwiller-lès-Saverne	67322	2
Niederbronn-les-Bains	67324	3
Niedersteinbach	67334	3
Oberbronn	67340	2
Obersteinbach	67353	3
Offwiller	67358	2
Preusdorf	67379	2
Reipertswiller	67392	2
Rothbach	67415	2
Rott	67416	2
Saint-Jean-Saverne	67425	2
Soultz-sous-Forêts	67474	2
Sparsbach	67475	2
Weilerswiller	67524	2
Weinbourg	67521	2
Wingen	67537	2
Windstein	67536	3
Wissembourg	67544	2
Zinswiller	67558	2

**À noter :** L'article L.125-5 du code de l'environnement oblige le vendeur ou le bailleur à informer les futurs acquéreurs et locataires sur le potentiel radon de la commune. Dans les communes en Zone 3, cet état sera complété, à terme, par une fiche sur le radon, ses risques et les mesures prises pour en réduire l'exposition.

## Considérer les sources et les traces d'humidité

La maîtrise des sources d'humidité est essentielle pour prévenir la dégradation du bâtiment et l'apparition de moisissures.

Voici comment prendre en compte les sources et les traces d'humidité afin de réduire les risques de pollution fongique.

### a. Infiltrations et remontées capillaires

#### • Toit

Le toit est souvent l'une des premières sources d'infiltration. Vérifier s'il y a des tuiles ou des ardoises déplacées, cassées ou manquantes, et inspecter l'étanchéité des solins et des chéneaux.

#### • Murs extérieurs

Les fissures dans les murs extérieurs, qu'elles soient petites ou grandes, peuvent laisser passer l'eau. Il est donc important de vérifier l'intégrité des façades exposées aux pluies battantes. Un sol extérieur imperméable peut également favoriser le ruissellement ou le rejaillissement de l'eau de pluie vers la façade, accentuant ainsi l'humidification des murs.

#### • Fenêtres et portes

Les joints des fenêtres et des portes peuvent se dégrader avec le temps, laissant passer l'humidité. S'assurer que les joints en caoutchouc et les mastics autour des encadrements sont bien posés et en bon état.

#### • Fondations

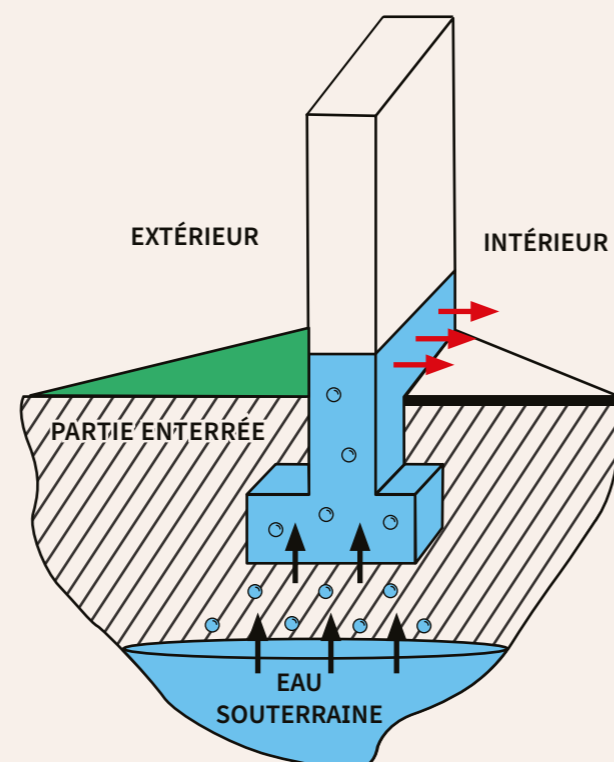
Les fondations sont une source critique d'infiltration, surtout pour les maisons avec sous-sol ou caves. Des fissures dans les fondations ou des problèmes de drainage autour de la maison peuvent conduire à des dégâts d'eau.

#### • Humidité par remontée capillaire

L'humidité du sol peut remonter par les fondations et les murs en grès des sous-sols. Il est important de vérifier la présence de taches d'humidité, de salpêtre ou de moisissures sur les murs bas.

Ce phénomène est accentué lorsque :

- Les surfaces des sols extérieurs et des caves sont fortement minéralisées,
- Les sous-sols et les vides sanitaires ne sont pas continuellement ventilés,
- Il y a une absence de drainage périphérique ou que les rigoles d'évacuation des eaux ont été comblées.



### b. Ponts thermiques, condensation et fuites

#### • Ponts thermiques

Les ponts thermiques sont des zones où la chaleur s'échappe plus facilement, ce qui provoque une baisse de la température de surface. Ces zones plus froides attirent l'humidité de l'air intérieur, conduisant à la formation de condensation. Identifier les zones à risque, comme :

- les jonctions entre murs de refend et dalle de planchers,
- les coins des pièces donnant sur l'extérieur,
- les encadrements de fenêtres.

#### • Murs partiellement ou non isolés

Les murs mal isolés exposés aux variations de température extérieure (comme les murs nord) peuvent aussi générer de la condensation à l'intérieur. Une isolation thermique partielle sur ces parois peut accentuer les risques fongiques sur les parties non isolées.

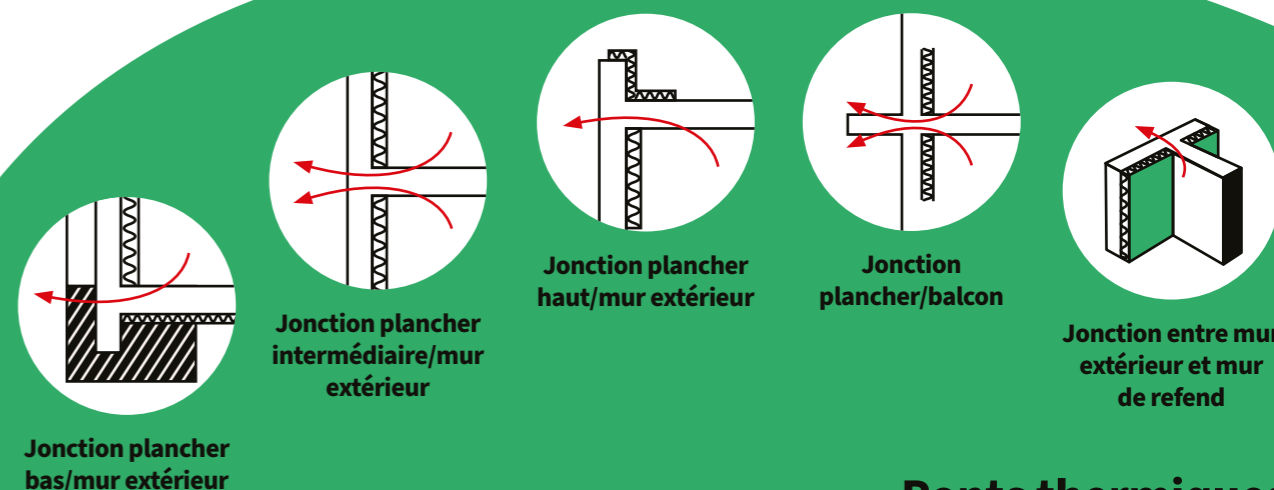
#### • Pièces humides

La salle de bain, la cuisine et la buanderie produisent naturellement beaucoup de vapeur d'eau, augmentant le taux d'humidité et le risque de condensation. Dans ces pièces, s'assurer qu'une ventilation efficace est en place pour évacuer l'excès d'humidité.

#### • Fuites et réseau d'eau

Les fuites de plomberie peuvent passer inaperçues et créer des sources d'humidité durable dans les murs ou les sols. Examiner attentivement les tuyaux, les raccords et les appareils (comme les chauffe-eau et les machines à laver) pour détecter toute fuite ou suintement. Les points d'eau (éviers, lavabos, baignoires) doivent également être vérifiés pour s'assurer que les joints ne sont pas endommagés. S'assurer que d'anciens réseaux d'eau ne sont pas intégrés dans les maçonneries ou les planchers, car même sans fuite, une condensation peut se former à leur surface et dégrader les matériaux environnants.

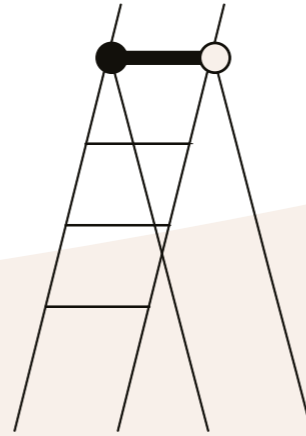
**À noter :** La végétation dense et le terrain autour de la maison influencent l'humidité. Les plantes qui poussent directement contre les murs ou les arbustes qui retiennent l'humidité peuvent accroître les risques d'infiltration. De même, un terrain en pente dirigé vers la maison favorise le ruissellement de l'eau vers les fondations.



**Ponts thermiques les plus courants**

## 2.2 Préparer le chantier

Les travaux de rénovation peuvent libérer des poussières, des fibres et d'autres contaminants dans l'air, générant des risques pour la santé des travailleurs et des occupants. Voici les grandes thématiques à considérer lors de la préparation d'un chantier de rénovation :



### Confiner et préparer le site du chantier

L'objectif est à la fois de prévenir la dispersion des produits polluants et de protéger les travailleurs ainsi que les occupants des bâtiments adjacents.

- **Délimitation de la zone de travail**

Utiliser des barrières physiques pour séparer la zone de travail des zones non affectées. Cela peut inclure des murs temporaires, des bâches en plastique et des portes étanches.

- **Systèmes d'aération**

Installer des systèmes de ventilation et d'aération pour capter ou éliminer les particules fines. Dans le cas de dépose de certains matériaux, assurer une pression négative dans la zone de travail pour empêcher la dispersion des contaminants.

- **Contrôle des accès**

Limiter l'accès à la zone de travail aux seuls travailleurs autorisés et mettre en place des sas de décontamination pour les entrées et sorties.

### La déconstruction et la dépose de matériaux

L'ambition est de minimiser la génération de poussières et de particules lors de la déconstruction ou de la dépose, tout en assurant l'évacuation et l'élimination sécurisée des matériaux potentiellement dangereux.

- **Identification et gestion des matériaux dangereux**

Identifier les matériaux contenant de l'amiante, du plomb ou d'autres substances toxiques et les éliminer selon les réglementations en vigueur. Utiliser des sacs étanches et étiquetés pour le transport et l'élimination des déchets.

- **Techniques de déconstruction**

Préférer la déconstruction sélective à la démolition brute et massive pour réduire les poussières. Utiliser des outils équipés de systèmes d'aspiration.

- **Humidification**

Humidifier les matériaux avant leur manipulation pour limiter la dispersion de poussières.

### Calfeutrage des réseaux et des équipements

Le but est d'éviter la contamination des réseaux en place et des équipements qui seront conservés. De plus, il s'agit d'assurer l'étanchéité des réseaux pour prévenir la dispersion des contaminants.

- **Protéger les réseaux**

Fermer et isoler les systèmes de ventilation et de climatisation pendant les travaux. Utiliser des filtres et des couvertures temporaires sur les grilles d'aération.

- **Calfeutrage**

Sceller hermétiquement les ouvertures, les conduits et les autres points de passage pour empêcher la circulation des contaminants. Utiliser des matériaux de calfeutrage appropriés et des méthodes de scellement conformes aux normes. Notamment, il est important d'obstruer les prises d'air des menuiseries.

- **Maintenance des équipements**

Déposer si possible, puis nettoyer et désinfecter les équipements avant et après les travaux. Remplacer les filtres et vérifier les systèmes pour s'assurer qu'ils ne sont pas contaminés.

**En résumé :** La préparation minutieuse d'un chantier de rénovation des patrimoines bâtis est essentielle pour assurer la qualité de l'air et la sécurité des travailleurs et des occupants. Le confinement du site, la gestion rigoureuse

de la déconstruction et le calfeutrage efficace des réseaux sont des étapes cruciales pour minimiser les risques de contamination. En suivant ces pratiques, il est possible de préserver la santé tout en menant à bien les projets de rénovation.





# 3. Mener des travaux pour un air sain

Comment rénover en intégrant les principes de la conception bioclimatique tout en utilisant des matériaux, des méthodes et des équipements qui garantissent un air sain pour les futurs occupants ?

## 3.1 Appliquer les principes d'une architecture bioclimatique

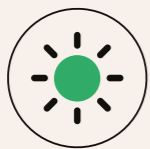
Pour appliquer les principes d'une architecture bioclimatique efficace, il est capital de comprendre l'environnement du bâti et d'optimiser l'utilisation du rayonnement solaire tout en gérant les protections solaires pour éviter la surchauffe. Une ventilation appropriée, tenant compte des vents dominants, est également essentielle lors de la conception de nouvelles ouvertures ou de l'extension des patrimoines, ce qui permet d'optimiser les apports solaires et les principes d'aération.



**L'exposition au soleil favorise la déshumidification** en permettant l'évaporation de l'humidité présente dans l'air et sur les surfaces intérieures. Associée à une ventilation efficace, cette pratique optimise les apports solaires pour maintenir des niveaux d'humidité appropriés et prévenir la croissance de moisissures et de bactéries, surtout en hiver.



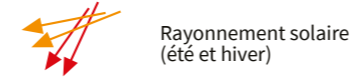
De plus, **cette exposition solaire contribue à chauffer** les espaces grâce à l'effet de serre, réduisant ainsi notre dépendance aux énergies fossiles, notamment pendant les périodes froides. L'un des résultats les plus tangibles de la réduction des émissions est la diminution de la formation de smog, un mélange de polluants atmosphériques qui peut nuire à notre santé respiratoire.



**Les ultraviolets (UV) du soleil possèdent des propriétés germicides** qui aident à éliminer les micro-organismes présents dans l'air intérieur, réduisant ainsi les contaminants biologiques et améliorant la qualité de l'air.

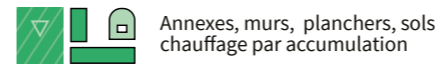
## Légende

### Gestion des apports solaires selon les saisons



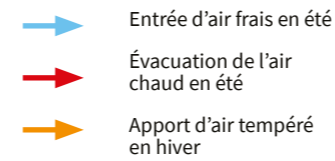
Rayonnement solaire (été et hiver)

### Espaces et matériaux de régulation



Annexes, murs, planchers, sols chauffage par accumulation

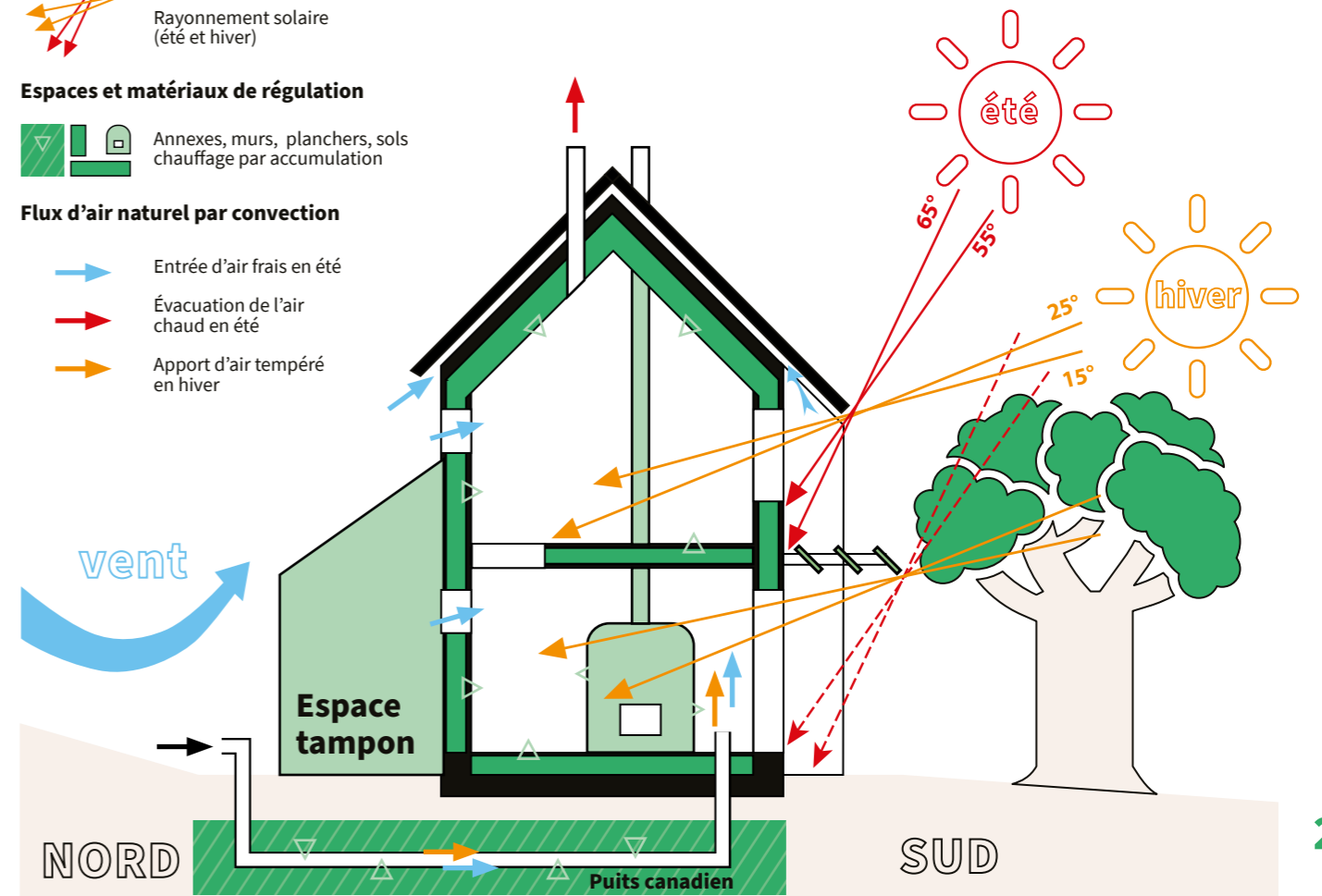
### Flux d'air naturel par convection



Entrée d'air frais en été

Évacuation de l'air chaud en été

Apport d'air tempéré en hiver



Position solaire  
<https://www.suncalc.org>

## La conception bioclimatique s'appuie sur l'intégration harmonieuse de trois principes essentiels

### 1. Gestion solaire passive

L'objectif est de tirer parti du soleil selon les saisons :

- En hiver, les grandes ouvertures au sud captent un maximum de chaleur et de lumière, réchauffant naturellement l'intérieur.
- En été, quand le soleil est haut dans le ciel, des éléments comme des avant-toits ou des treilles plantées créent de l'ombre, empêchant un ensoleillement direct.

### 2. Choix des matériaux pour un confort renforcé

Les matériaux utilisés jouent un rôle important dans la gestion de la chaleur et de l'humidité :

- Les matériaux favorisant une forte inertie thermique, comme la pierre, la terre crue ou la brique, stockent la chaleur le jour et la libèrent lentement la nuit, maintenant ainsi une température stable en été.
- En hiver, ces matériaux accumulent la chaleur, notamment grâce à des dispositifs comme des systèmes de chauffage par accumulation ou des murs Trombe.

- Des matériaux comme le bois ou la terre crue aident à réguler l'humidité en absorbant l'excès ou en le restituant lorsqu'il fait trop sec, améliorant ainsi le confort intérieur été comme hiver !

### 3. Aération et rafraîchissement passif

L'aération naturelle est organisée pour renouveler l'air et améliorer le confort thermique :

- L'agencement des ouvertures sur les façades, notamment celles exposées aux vents dominants, peut générer des différences de pression qui facilitent une circulation naturelle de l'air.
- En été, la surventilation nocturne ou l'ouverture massive des fenêtres la nuit, aide à évacuer la chaleur accumulée dans la journée.
- Un puits provençal (ou canadien) peut être installé pour utiliser la température stable du sol et rafraîchir ou préchauffer l'air entrant selon la saison.

## 3.2 Choisir des procédés et des matériaux adaptés

Lors de travaux de rénovation ou de construction, il est important d'être vigilant dans le choix des procédés et des matériaux afin qu'ils ne soient pas sources de contamination. Si le réemploi des matériaux peut présenter des risques, il est également important de vérifier l'étiquetage des émissions dans l'air intérieur des différents produits et de privilégier les produits certifiés pour leurs faibles émissions polluantes. Soyons de plus vigilants aux questions de finitions et de colles, qui peuvent émettre des composés volatils.

### Le réemploi



**Pour le réemploi, il est préconisé de privilégier des matériaux inertes** tels que la pierre, les briques, les tuiles, le verre et les éléments de faïence. Ces matériaux présentent l'avantage de ne pas émettre de composés organiques volatils (COV) nocifs pour la santé.



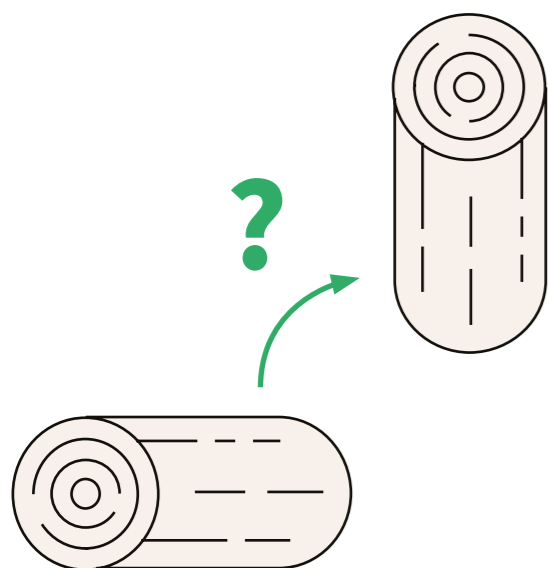
**Les bois de charpente et de menuiserie peuvent contenir des substances chimiques** néfastes pour la santé, utilisées comme agents de préservation. Les traitements des charpentes, tels que l'insecticide lindane et le fongicide pentachlorophénol, respectivement utilisés jusqu'en 2006 et 2009, sont tous deux cancérigènes. Aménager les combles demande donc une vigilance accrue pour créer des espaces de vie sûrs.



**Les ferronneries, quant à elles, peuvent être sources de pollution en raison des traitements antirouilles** qui ont été et peuvent toujours être effectués avec des produits à base de minium de plomb orange.



**Il est également important de tenir compte des risques liés au décapage des matériaux et à la nature des colles.** Les procédés de décapage peuvent libérer des particules et des vapeurs toxiques. Des mastics et des colles à carrelage amiantées ont pu être utilisées avant 1997. Le piquage pourrait libérer de grandes quantités de fibres d'amiante. Le retrait de la colle à carrelage amiantée est exclusivement réservé aux entreprises de désamiantage reconnues.



## L'étiquetage obligatoire des émissions dans l'air des produits

Depuis le 1er septembre 2013, tous les produits de construction ou de revêtements de mur ou de sol, les peintures et les vernis sont soumis à l'étiquetage obligatoire de leurs émissions de polluants volatils concernant 10 substances et la somme des composés organiques volatils (COV) ayant entre 6 et 16 atomes de carbone. La liste indicative des produits entrant dans le champ d'application du décret de 2011, et publiée par les ministères concernés, précise néanmoins que les produits bois bruts, non revêtus, ne sont pas concernés par cet étiquetage réglementaire.

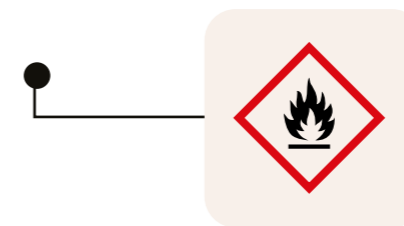
Les produits sont classés selon leur niveau d'émission de COV en quatre catégories :

- **A+** = très faibles émissions
- **A** = faibles émissions
- **B** = émissions moyennes
- **C** = fortes émissions

### Peintures et vernis à base d'eau

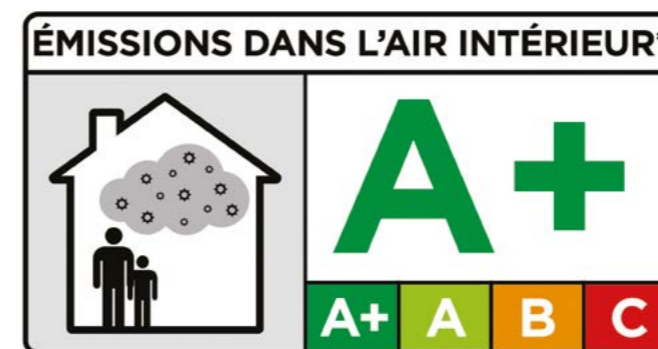
Les peintures et vernis en phase aqueuse sont une alternative courante aux produits à base de solvants. Ils sont étiquetés A+ lorsqu'ils respectent les normes strictes d'émission de COV. Ces produits sans solvants sont à préférer pour leur faible impact sur la qualité de l'air intérieur tout en offrant une bonne durabilité et une finition de qualité.

**Un point de vigilance : Eviter les peintures en phase solvant qui peuvent être étiquetées A+, mais portent aussi le pictogramme « inflammable »**



### Colles et Adhésifs

Les colles et adhésifs classés A+ émettent peu de COV pendant et après leur application. Néanmoins, le label Ecode EC1 Plus® garantit de plus faibles émissions.



\*L'étiquetage de certains produits est requis par le code de l'environnement afin de préserver la qualité de l'air intérieur.

L'Article R221-23 définit les produits à usage intérieur concernés, tels que :

- revêtements de sol, de mur ou de plafond ;
- cloisons et faux plafonds ;
- produits d'isolation ;
- portes et fenêtres ;
- produits destinés à la pose ou à la préparation des produits mentionnés ci-dessus.

L'Article R221-24 stipule que ces produits ne peuvent être commercialisés que s'ils sont accompagnés d'une étiquette indiquant leurs caractéristiques d'émission de polluants volatils une fois incorporés dans l'ouvrage ou appliqués sur une surface.

**En résumé :** Cet étiquetage des produits manufacturés aide les consommateurs et les professionnels à faire des choix éclairés, tandis que les fabricants s'engagent largement à respecter les normes et à améliorer leur impact sur l'environnement.

	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	< 1000	< 1500	< 2000	> 2000



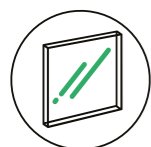
## Les matériaux et les techniques à favoriser

Des choix judicieux de matériaux et de techniques peuvent considérablement améliorer la qualité de l'air des espaces rénovés. Voici une sélection de matériaux inertes, des revêtements de sol appropriés, et des produits de parement qui ne compromettent pas la qualité de l'air intérieur

### Matériaux inertes

Lorsqu'on rénove ou construit, il est essentiel de choisir des matériaux qui n'ont pas d'impact négatif sur la santé ou l'environnement. On parle souvent de "matériaux inertes", c'est-à-dire des matériaux qui ne réagissent pas avec leur environnement et ne libèrent pas de substances nocives. Ces matériaux neutres présentent aussi l'avantage de ne pas favoriser la croissance de moisissures, ce qui est bénéfique pour la santé dans une maison.

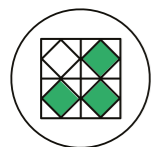
Pour minimiser les risques, privilégier les matériaux naturellement inertes, tels que :



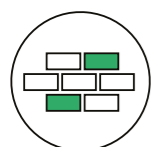
• **Le verre**  
un matériau sûr qui ne dégage aucun polluant.



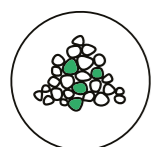
• **La pierre**  
certaines pierres sont naturellement neutres et stables.



• **Les carrelages et céramiques**  
généralement neutres, surtout après cuisson à haute température.



• **La brique**  
fabriquée à partir d'argile, la brique est un matériau solide et stable, généralement considéré comme sûr lorsqu'elle est de bonne qualité.



• **Attention à la pouzzolane**  
cette roche non inerte est soumise à l'obligation de caractérisation radiologique, même si son indice d'activité dépasse exceptionnellement 1.

### Préconisations importantes lors de la pose

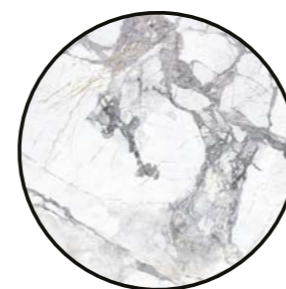
- L'utilisation de mastics, de silicones et de colles étiquetés A+ et portant le label Emicode EC1+ permet de limiter les émissions de COV.
- Attention, l'humidité résiduelle de la chape doit être contrôlée afin d'éviter des réactions d'hydrolyse de la colle, qui peuvent entraîner une émission élevée et durable de COV.

**Nota :** Certaines pierres, comme le granit ou la pouzzolane (une roche volcanique utilisée notamment pour le béton léger), ainsi que certaines argiles, peuvent émettre du radon. De plus, il

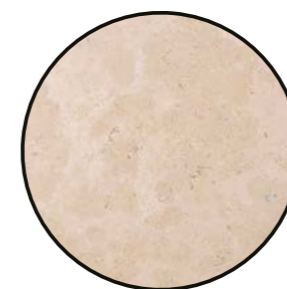
faut être vigilant, car lors de la fabrication de céramiques, de carrelages ou même de briques, certains additifs, y compris des sels radioactifs, peuvent parfois être utilisés. C'est pourquoi il est important de bien choisir ses matériaux.

## Pour réduire les risques dans l'aménagement intérieur, privilégier les roches ayant une très faible émissivité

### Pierres à très faible émissivité



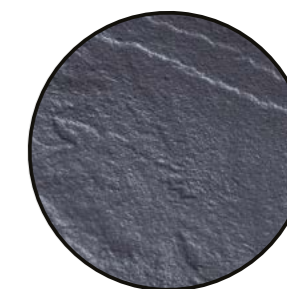
**Marbre**  
Pierre décorative, utilisée en parement, pour les sols et les plans de travail, pouvant être fragile.



**Calcaire**  
Stable et durable, il est couramment utilisé dans la construction.



**Grès**  
Robuste et durable, souvent employé dans la construction de bâtiments et d'ouvrages extérieurs.



**Ardoise**  
Résistante et stable, elle est principalement utilisée pour les toitures et les revêtements de sol.

## Le contexte de la radioactivité naturelle des matériaux

Certaines pierres d'origine magmatique ainsi que des résidus industriels, comme les cendres et les scories, contiennent une radioactivité naturelle. Historiquement, ces matériaux ont été intégrés dans la construction de bâtiments. Afin de protéger les personnes des rayonnements gamma émis par ces matériaux, des réglementations strictes ont été instaurées. Ces matériaux, regroupés sous l'acronyme "NORM" (Naturally Occurring Radioactive Materials), doivent être soumis à des tests pour évaluer leur niveau d'émission avant leur commercialisation.

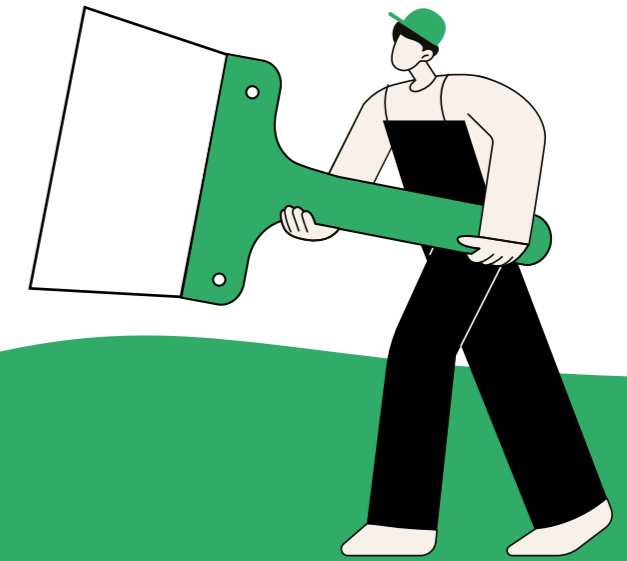
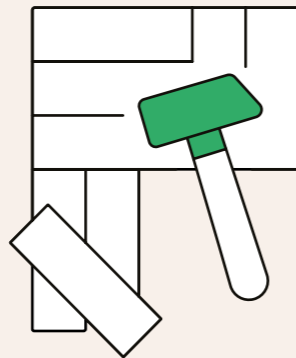
Conformément au Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018, le tableau ci-contre fait le lien entre les matériaux d'origine naturelle soumis à l'obligation de caractérisation radiologique et la norme NF EN 12670, qui concerne les pierres utilisées en maçonnerie, couverture et parement.

	Norme NF EN 12670	
Décret 2018-434 du 4 juin 2018	ROCHES CONCERNÉES	ROCHES NON CONCERNÉES
<b>Famille des Granites</b>	Granite Syénite, Granodiorite Diorite, Gabbro Mylonite	Dolérite Diabase
<b>Les porphyres Le tuf La pouzzolane La lave</b>	Andésite, Rhyolite Trachyte, Dacite Basalte	
<b>Famille des orthogneiss</b>	Gneiss Granulite	Marbre Calcaire / dolomitique Quartzite Schiste Ardoise
<b>Roches ou éléments sédimentaires</b>		Calcaire Grès Argile

## Revêtements de sol

Les revêtements de sol jouent un rôle important dans la qualité de l'air intérieur, surtout en raison de leur grande surface et de leur contact direct avec les occupants.

- **Les parquets massifs cloués et ou des stratifiés A+** avec une pose clipsée évitent l'utilisation de colle.
- **Les moquettes certifiées par le label GUT** sont très faiblement émissives.
- **Les revêtements en vinyle sans phtalates,** sont également une alternative sûre et durable.
- **Les sols en caoutchouc** à base de résine de latex d'hévéa sont faiblement émissifs, très résistants et d'entretien facile.



## Les isolants

Dans le cadre de la sélection des matériaux isolants pour la construction, il est nécessaire de considérer divers critères pour assurer non seulement l'efficacité énergétique, mais aussi la sécurité et la santé des occupants. Outre leur résistance thermique, trois aspects essentiels doivent être évalués : la tenue au feu, l'impact sur la qualité de l'air intérieur, et la résistance aux attaques fongiques et aux moisissures. Cette synthèse compare différents isolants en fonction de ces critères, afin de guider les choix en fonction des priorités spécifiques de chaque projet de construction.

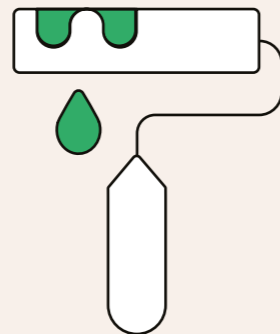
### Cinq questions clés pour choisir un isolant

1. Quel est le coût initial de l'isolant par rapport aux bénéfices attendus, et la pose respecte-t-elle les normes et règles professionnelles en vigueur ?
2. L'isolant est-il adapté aux caractéristiques des bâtiments patrimoniaux, notamment au type de support et aux environnements humides, et contribue-t-il à créer des parois perspirantes ?
3. L'isolation améliore-t-elle le confort des espaces en limitant les surchauffes estivales et en aidant à la régulation de l'humidité ?
4. L'isolant présente-t-il un bilan énergétique favorable, encourage-t-il le stockage de carbone, et favorise-t-il les filières locales ?
5. L'isolant conserve-t-il ses propriétés dans le temps tout en minimisant ses impacts lors de la dépose et en cas de risques liés au feu ?

## Produits de parement

Les enduits muraux à base de plâtre, de chaux, ou d'argile, ne contiennent pas de composés volatils et contribuent à réguler l'humidité dans les espaces intérieurs. Les revêtements muraux comme le papier peint sans vinyle appliqués avec une colle étiquetée A+ n'impactent pas la qualité de l'air.

**En résumé :** Pour un intérieur sain et durable, il est important de choisir des matériaux et des techniques de pose à faible émissions de COV sur des supports secs. Ces choix limitent la pollution intérieure et améliorent la qualité de l'air. En les associant à une bonne aération et à des matériaux qui participent à la régulation de l'humidité, on optimise le confort des occupants. Cela contribue aussi à une construction durable et respectueuse de l'environnement.



ORIGINE	ISOLANT	$\lambda$ (W/M.K)	ÉNERGIE GRISE (KWH/M <sup>3</sup> )	DÉPHASAGE THERMIQUE	SD (M)	PROPRIÉTÉS CAPILLAIRES
Minérale	Laine de verre	0,032 - 0,040	240 à 1250	Faible (2h-4h)	1 à 2	Aucune capacité capillaire
	Laine de roche	0,034 - 0,045	125 à 1000	Moyen (5h-8h)	1 à 2	
	Perlite / Vermiculite	0,045 - 0,060	100 à 200	Faible (2h)	1 à 2 2 à 5	Capacité capillaire faible
Synthétique	Polystyrène expansé / extrudé	0,029 - 0,038	500 à 1200	Très faible (1h-2h)	50 à 100 80 à 200	Aucune capacité capillaire
	Polyuréthane	0,022 - 0,028	1500 à 2000	Très faible (1h-2h)	80 à 200	
Biosourcée	Fibre de bois	0,038 - 0,048	60 à 220	Élevé (10h-12h)	2 à 5	Forte capacité capillaire
	Chanvre*	0,04 à 0,050	45 à 100	Élevé (8h-10h)	10 à 30	
	Ouate de cellulose	0,035 - 0,045	100	Élevé (8h-12h)	1 à 2	
	Liège (expansé)	0,032 - 0,045	50 à 450	Élevé (10h-12h)	2 à 5	Moyenne capacité capillaire
	Paille*	0,045 à 0,065	< 10 / Stockage de CO <sup>2</sup>	Élevé (10h-12h)	10 à 20	
	Roseau	0,05 à 0,075	< 10 / Stockage de CO <sup>2</sup>	Moyen à élevé (8h-10h)	20 à 40	

## Explications supplémentaires

**Propriétés capillaires :** elles représentent la capacité du matériau à absorber et restituer l'humidité. Les matériaux ayant une forte ou très forte capacité capillaire aident à réguler l'humidité intérieure en absorbant l'excès et en la restituant progressivement.

**Sd (m) :** résistance à la diffusion de la vapeur d'eau. Un Sd faible (<5 m) indique une perméabilité élevée à la vapeur d'eau, tandis qu'un Sd élevé (>50 m) signifie que le matériau est une barrière pour la vapeur d'eau.

RÉACTION AU FEU EN 13501-1	MISE EN ŒUVRE COURANTE	ENJEUX ET RISQUES	SINGULARITÉS
Non combustible A1	Laine et plaque semi-rigide posées entre ossature métallique (micro-pont thermique) ou déroulée au sol avec tassement potentiel dans la durée	Inerte, incombustible, forte résistance au feu, surtout la laine de roche, pas de fumées toxiques en cas de feu Pas d'attaque fongique, mais forte perte du pouvoir isolant en cas d'humidité Risque d'irritation de la peau et des voies respiratoires lors de la pose	Nécessite une pose parfaite du pare-vapeur, difficile à réaliser en rénovation Mal adapté en cas de remontées capillaires ou sur parois humides
Non combustible A1	Vrac dans des cloisons, entre solives ou caissons de type ossature bois	Inerte, aucune toxicité majeure, peu d'émissions toxiques même au feu Non soumis aux attaques fongiques et non inflammable Faible perspiration des enveloppes et faible déphasage, mal adapté à une bonne gestion des surchauffes estivales	Résiste à l'humidité Utilisation possible en mortier et ou enduits correctifs ( $\lambda$ : 0,06 à 0,1)
Contribution très limitée à moyenne au feu B à D (selon adjuvant) E sans adjuvant	Plaque d'isolant collée et fixée mécaniquement Mousse de polyuréthane projetée	Face aux remontées capillaires (murs ou dalles), risque d'accumulation d'humidité dans les enveloppes et de dégradation de plancher bois Déphasage très faible, inadapté à une bonne gestion des surchauffes estivales Si pose en complexe, gestion différenciée des déchets complexes lors de la déconstruction Traitement ignifuge car risque d'émission de polluants toxiques (gaz asphyxiant, cyanure d'hydrogène) lors d'incendie	Matériaux imputrescibles difficilement dégradables  Non recommandé en éco-rénovation et dans la mise en œuvre de parois perspirantes
Contribution très limitée à limitée au feu B à C (selon adjuvant) D sans adjuvant"	Pose entre ossature bois et métal (micro pont thermique) ou agencé au sol Vrac de chanvre dans des cloisons, entre solives ou caissons de type ossature bois  Soufflage à sec dans coffrage ou projection humide avec adjuvants	Pas de toxicité, mais moyennement à faiblement inflammable Face aux remontées capillaires (murs ou dalles), fort risque d'attaque fongique, mais participe à la régulation hygrométrique des enveloppes Déphasage très important, adapté à une bonne gestion des surchauffes estivales Pour la ouate de cellulose, traitement antifongique et retardateurs de flamme par sels de bore, classés reprotoxiques pouvant exposer lors de la mise en œuvre	Nécessite la pose d'un frein vapeur ouvert à la diffusion de vapeur d'eau pour assurer l'équilibre hygrométrique d'enveloppe perspirante  Utilisation avantageuse en : - Béton de chanvre en bloc ou par projection ( $\lambda$ : 0,05 à 0,09), assurant un bon comportement hygrométrique des enveloppes - Enduits correctifs de liège diatomée par projection ( $\lambda$ : 0,045 à 0,08), assurant un excellent comportement hygrométrique des murs
Contribution très limitée à moyenne au feu B à D (selon adjuvant) E sans adjuvant	Plaque collée et fixée mécaniquement Vrac entre solives ou caissons de type ossature bois  Pose en botte massive avec enduit et/ou en caisson  Pose comme panneau support d'enduit et ou vrac de broyat de roseau entre solives et caissons	Très bon comportement face à l'humidité, faible toxicité même en cas de feu avec un déphasage important limitant les surchauffes estivales  Nécessite une maîtrise des risques fongiques, avec un déphasage très important limitant les surchauffes estivales sachant qu'en paroi, s a densité en fait un matériau peu inflammable  Assez bon comportement face à l'humidité, peu inflammable, avec un déphasage limitant les surchauffes estivales	*Pour garantir la performance et la sécurité de la mise en œuvre de matériaux biosourcés non manufacturés (paille, chanvre), suivre impérativement les règles professionnelles

**NOTA :** Pour prolonger la durabilité des isolants, il est courant de les encapsuler à l'aide de plaques de finition, comme le plâtre, ou d'enduits spécifiques. Ces revêtements contribuent non seulement à améliorer l'esthétique des surfaces, mais aussi à renforcer leur résistance aux impacts physiques, aux agents biologiques et au feu.

## Le cas du bois

Pour optimiser l'utilisation du bois, il est déterminant de surveiller la teneur en terpènes et les aldéhydes, en particulier dans les résineux, ainsi que les émissions spécifiques des bois feuillus, notamment les acides. Il est également important de privilégier les essences de bois en fonction de leur durabilité et de prendre en compte les liants utilisés dans les panneaux ou poutres recomposés.

### Préférence pour les bois séchés et stabilisés

Avant leur utilisation dans la construction ou l'aménagement intérieur, il est conseillé d'opter pour des bois bruts séchés, étuvés et stabilisés. Cela réduit la teneur en composés organiques volatils (COV) et améliore la durabilité du bois.

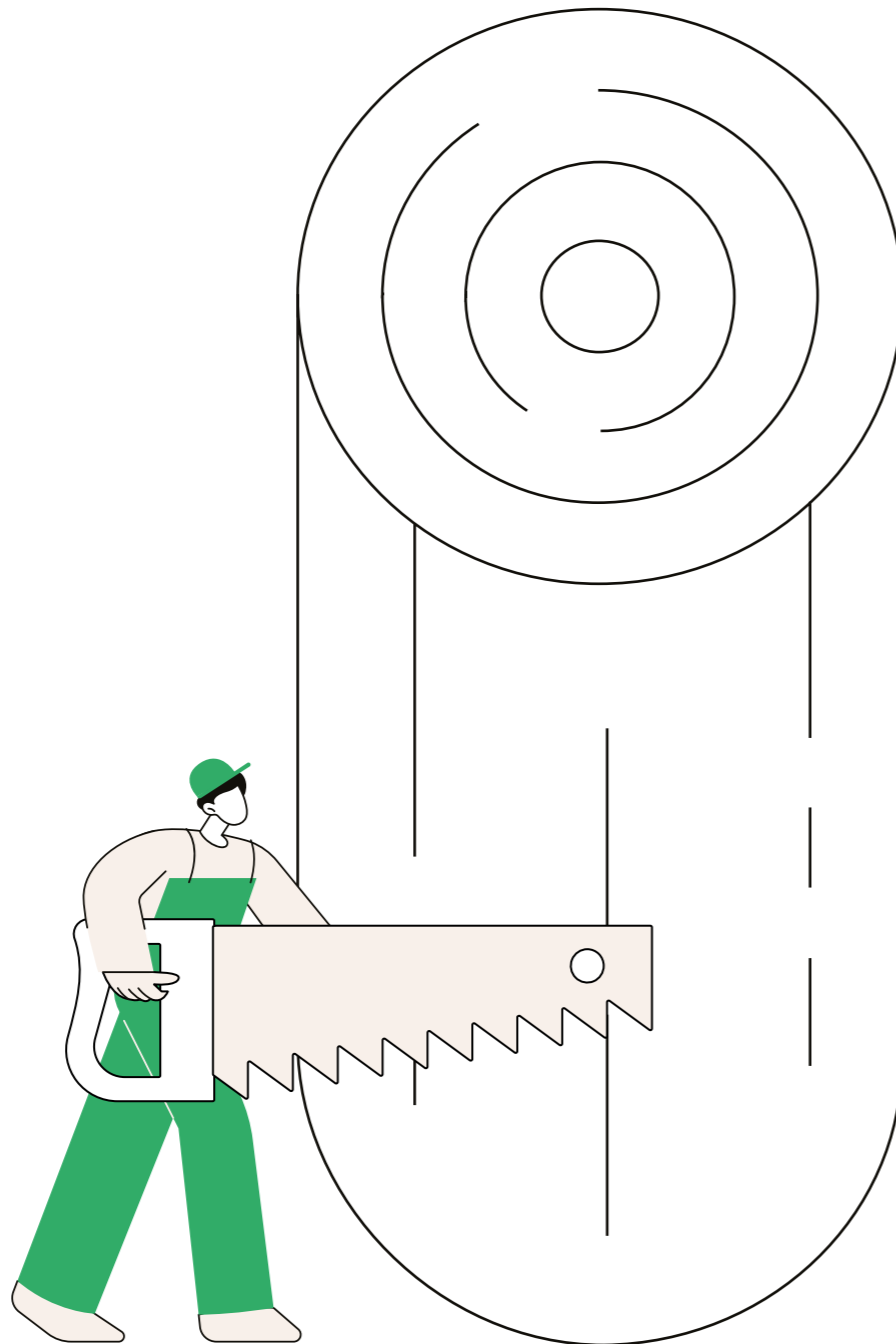
### Adapter l'usage des bois selon leur durabilité naturelle

Pour éliminer le recours à des traitements chimiques, il est judicieux de valoriser des bois naturellement durables ou ayant fait l'objet d'un processus de « réтификаtion » par traitement thermique à haute température. Cela permet de renforcer la résistance du bois tout en évitant l'utilisation de produits chimiques potentiellement nocifs.

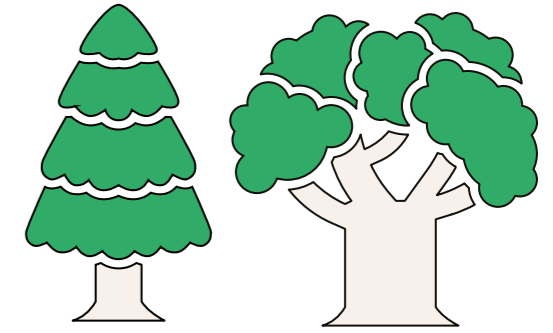
### Bois transformés et adhésifs

Selon la nature des colles utilisées, en particulier celles à base d'urée-formol, des émissions de formaldéhyde peuvent être libérées. Les panneaux de particules (ou agglomérés) et les panneaux de fibres de densité moyenne (MDF) utilisent souvent des colles urée-formol, bien que des alternatives sans formaldéhyde soient aujourd'hui disponibles. Les panneaux OSB de structure peuvent désormais être fabriqués avec des colles à base de polyuréthane, tandis que les panneaux contreplaqués utilisent généralement des colles phénoplastes. Les panneaux lamellés ou lattés, constitués de lamelles de bois massif, nécessitent quant à eux une faible quantité d'adhésif, soit environ 2,7 % par m<sup>3</sup>, souvent à base de polyuréthane.

L'application de revêtements filmogènes, comme le mélaminé, le stratifié, la laque ou le vernis, permet de réduire fortement les émissions. La fabrication en usine facilite l'évacuation des COV liés aux produits de finition, tandis que ceux appliqués sur site, tels que les laques, vernis et huiles, nécessitent une sélection rigoureuse pour limiter leur impact potentiel.



Principales essences d'arbres utilisées en aménagement intérieur, classées selon leur type (résineux ou feuillus), leur durabilité naturelle, et la présence de terpènes, d'aldéhydes et d'acides.



Un site de référence sur les essences de bois : <https://ur-biowoeb.cirad.fr/publications-ressources>

Résineux				
ESSENCE DE BOIS	DURABILITÉ NATURELLE	ÉMISSION DE TERPÈNES	ÉMISSION D'ALDÉHYDES	ÉMISSION D'ACIDES
Pin	Moyenne	Moyenne à forte	Faible à moyenne	Insignifiante à très faible
Sapin	Faible	Moyenne à forte	Insignifiante à faible	Insignifiante à très faible
Épicéa	Faible	Moyenne à forte	Faible à moyenne	Insignifiante à très faible
Mélèze	Très bonne	Faible à moyenne	Faible à moyenne	Insignifiante à très faible

Feuillus				
ESSENCE DE BOIS	DURABILITÉ NATURELLE	ÉMISSION DE TERPÈNES	ÉMISSION D'ALDÉHYDES	ÉMISSION D'ACIDES
Chêne	Très bonne	Insignifiante à faible	Insignifiante à faible	"Très faible à faible (ex : acide tannique)"
Hêtre	Faible	Insignifiante à faible	Insignifiante à faible	"Très faible à faible (ex : acide formique)"
Érable	Faible	Insignifiante à faible	Faible	"Insignifiante à faible (ex : acide formique)"
Châtaignier	Très Bonne	Insignifiante à faible	Faible	"Très faible à faible (ex : acide tannique)"

**En résumé :** Pour réduire les risques associés aux bois, il est recommandé de choisir des produits certifiés à faible émission de COV, notamment de formaldéhyde, et de privilégier les bois massifs à faible teneur en terpènes. Opter pour des panneaux dotés de finitions filmogènes permet de limiter les

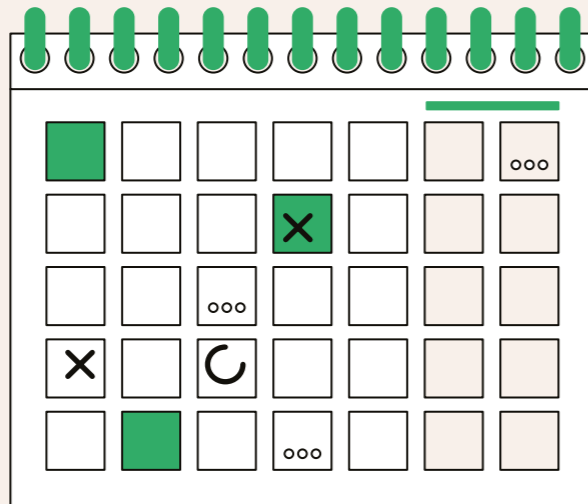
émissions de composés volatils. Ajouter des pare-vapeur ou autres barrières physiques aide à réduire l'impact des panneaux de structure tout en contrôlant la diffusion de l'humidité. En parallèle, une ventilation adéquate des espaces intérieurs est nécessaire pour évacuer les émissions résiduelles, contribuant ainsi à maintenir un environnement intérieur plus sain et plus sûr.



## 3.3 Optimiser l'organisation du chantier

### Mettre en place un calendrier

La maîtrise d'un calendrier de chantier de rénovation est essentielle pour optimiser la co-activité, respecter les temps de séchage, ordonner les travaux du gros œuvre aux finitions tout en minimisant la production de poussières, et coordonner efficacement les interventions des lots techniques, y compris par la préfabrication en atelier pour réduire les nuisances sur site.



### Coordination des travaux

Un calendrier bien structuré permet de respecter les temps de séchage des matériaux, d'ordonner les travaux du gros œuvre aux finitions, et de réduire la production de poussières. Par exemple, après des travaux de maçonnerie, il est crucial de laisser les matériaux sécher avant de passer aux étapes suivantes.

### Articulation entre les lots techniques

Un planning précis facilite la coordination avec les lots techniques, comme la ventilation. Souvent sous-estimée, la ventilation doit être intégrée efficacement intégrée aux travaux de plomberie, d'électricité et de plâtrerie. L'implication des « ventilistes » à chaque étape est indispensable pour éviter l'accumulation de poussières dans les réseaux de ventilation. Une bonne planification des interventions assure un environnement de travail efficace, dont l'ordonnement permet la bonne succession et l'articulation des intervenants. Grâce à des phases de réception intermédiaires et à la coactivité, des points de détail alliant la pose des réseaux et les lots de finition de plâtrerie peuvent être réalisés avec précision.

### Préfabrication en atelier

La préfabrication en atelier est également importante. Elle permet de préparer certains éléments de construction dans des conditions contrôlées, réduisant ainsi les nuisances sur site. Cette approche améliore la qualité des éléments fabriqués et diminue les risques liés à la poussière sur le chantier.

## Gestion rigoureuse du stockage des matériaux

Pour maintenir la qualité de l'air pendant la phase chantier et dans les espaces de vie ultérieurs, une approche simple pour éviter la contamination des matériaux et des dispositifs comprend les mesures suivantes :

### Établir des zones de stockage dédiées, couvertes et ventilées

en dehors des zones de travail pour protéger les matériaux des intempéries et des polluants extérieurs.

**Utiliser des emballages hermétiques** pour les matériaux sensibles à la pollution et à l'humidité ou installer des dispositifs de protection temporaires tels que des couvertures ou des bâches.

### Effectuer des contrôles réguliers de l'état des matériaux

**stockés** afin de détecter et corriger rapidement toute dégradation ou contamination potentielle, évitant ainsi l'utilisation de matériaux endommagés avant leur pose.

## Mesurer l'humidité des matériaux et optimiser le séchage

Pour limiter les risques de prolifération de moisissures et garantir une conservation efficace des matériaux, plusieurs mesures sont cruciales :

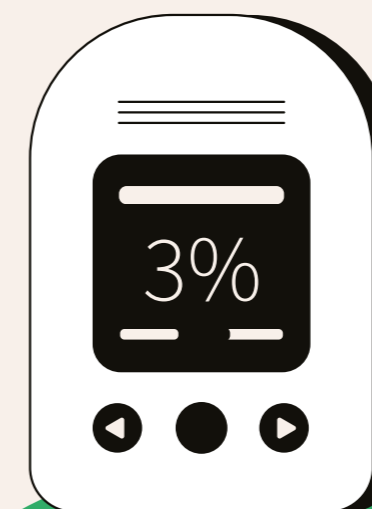
### Mesure régulière de l'humidité avant pose des matériaux

Avant d'installer les matériaux, il est essentiel de mesurer régulièrement l'humidité, celle des supports (chapes, murs, etc.) sur lesquels seront posés les matériaux et, également, celle des matériaux eux-mêmes. Par exemple, dans le cas d'une chape fluide, l'humidité résiduelle doit être inférieure à 0,5 %. Cela permet de s'assurer que les conditions sont propices à une installation adéquate et à une durabilité optimale des matériaux, en évitant de favoriser la croissance de moisissures.

### Optimisation du séchage en fonction des conditions environnementales

il est important d'ajuster le processus de séchage des matériaux en utilisant des dispositifs tels que des déshumidificateurs ou des ventilateurs pour accélérer le séchage lorsque nécessaire. Toutefois, il est à noter que l'aération naturelle demeure souvent une méthode très efficace pour éliminer l'humidité.

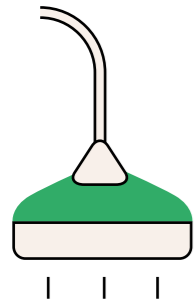
Le pourcentage d'humidité du bois peut varier de 5 à 40 %. En général, la valeur basse se situe entre 5 et 12 %. Afin d'assurer leur stabilité, lors de la pose dans les espaces intérieurs, l'humidité des bois doit idéalement être entre 15 et 17 %.





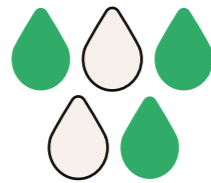
## limiter la production de poussières

Pour limiter la production de poussières sur un chantier de rénovation, il est essentiel d'adopter des techniques alliant aspiration, mouillage et préfabrication. Voici quelques mesures clés à mettre en œuvre :



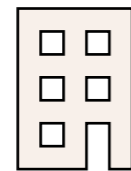
### Utilisation d'outils avec aspiration intégrée

Préférer des outils électriques équipés de systèmes d'aspiration intégrés. Ces outils capturent les poussières directement à la source, réduisant ainsi leur dispersion dans l'air.



### Mouillage raisonné des surfaces

Humidifier les surfaces avant de les travailler, notamment lors des opérations de sciage, de ponçage ou de meulage. Cette technique permet de faire tomber les poussières et de les empêcher de se disperser dans l'air.

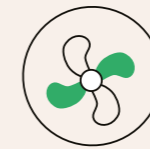


### Externalisation hors site de certaines fabrications et traitements

Lorsque cela est possible, externaliser certaines opérations de fabrication ou de traitement en dehors du site de construction. Par exemple, le découpage, le ponçage ou le traitement de matériaux peuvent être réalisés en atelier sous des conditions contrôlées, réduisant ainsi la production de poussières sur le chantier.

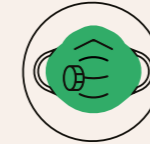
## Les bons gestes pour la protection des opérateurs

Pour garantir la sécurité et la santé des travailleurs et des occupants face aux risques de pollution de l'air sur un chantier de restauration, il est essentiel de suivre des pratiques rigoureuses, surtout en site occupé.



### Assurer une très bonne aération

des espaces de travail en ouvrant portes et fenêtres lorsque cela est possible afin d'imposer un courant d'air.



Utiliser des masques adaptés, comme des masques à filtres P2 ou P3, pour se protéger des poussières fines. Porter des lunettes pour éviter les irritations des yeux causées par les poussières.



### Former les travailleurs aux bonnes pratiques

de prévention et aux techniques de gestion des risques liés à des matériaux comme l'amiante et le plomb.



Si possible, mesurer la qualité de l'air et installer des capteurs pour surveiller en continu la qualité de l'air et prendre des mesures correctives si nécessaire.



Maintenir une communication constante avec les occupants pour les tenir informés des travaux et des mesures de protection.

**En résumé :** Pour optimiser l'organisation d'un chantier, il est essentiel de suivre un calendrier soigneusement élaboré afin de coordonner les travaux et de garantir les temps de séchage. Les matériaux doivent être stockés dans des zones ventilées et protégées, et l'humidité des supports et des matériaux doit être mesurée pour prévenir les moisissures. L'utilisation d'outils avec aspiration intégrée contribue

à réduire la production de poussières. Il est également important d'assurer une bonne aération, d'utiliser des protections individuelles comme des masques, et de former les travailleurs aux bonnes pratiques de prévention. Une communication constante avec les occupants est nécessaire pour garantir leur sécurité et les tenir informés des mesures de protection mises en place.

## 3.4 Maîtriser les risques d'humidité dans les parois

### Traitements efficaces contre les sources d'humidité

Pour garantir la durabilité et le confort des bâtiments, il est essentiel de prévenir et de traiter les problèmes d'humidité et d'infiltrations d'eau. Voici quelques mesures clés à prendre en compte :

#### Réparation des réseaux défectueux

- Inspection et réparation des réseaux de plomberie : Identifier et réparer les réseaux défectueux pour éviter les fuites d'eau et réduire les problèmes d'humidité. Limiter la pose de plomberie dans les maçonneries et effectuer une vérification régulière des canalisations pour prévenir les infiltrations d'eau non détectées.

#### Prévention des infiltrations d'eau

- Réparation des toitures et des murs extérieurs : Les infiltrations d'eau, souvent causées par des toitures endommagées, doivent être colmatées avec des matériaux étanches pour empêcher l'humidité de pénétrer.
- Colmatage des fissures : Rechercher et combler les fissures dans les murs extérieurs en utilisant des matériaux adaptés aux bâtiments anciens pour conserver la perméabilité des murs tout en bloquant les infiltrations.

#### Amélioration de l'étanchéité autour des ouvertures

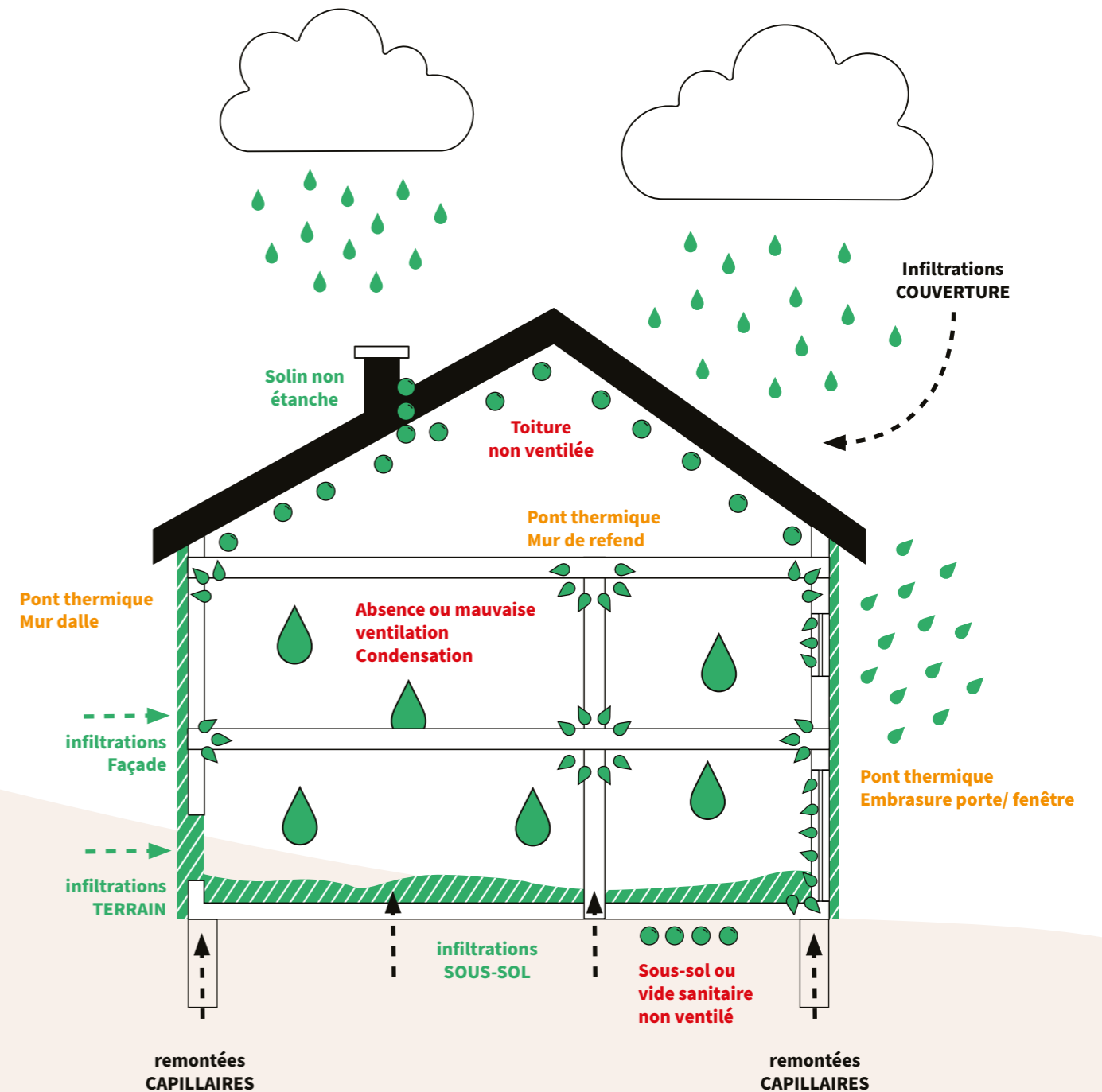
- Isolation des fenêtres et des portes : Renforcer l'étanchéité autour des fenêtres et des portes avec des joints d'étanchéité performants. Ces dispositifs aident à limiter les infiltrations d'air et d'humidité.

#### Correction des ponts thermiques

- Isolation des points sensibles : Les ponts thermiques, qui se forment à la jonction de différentes parties du bâtiment, doivent être traités pour éviter la condensation. L'ajout d'isolants appropriés aux zones sensibles (coins, dalles, fenêtres) permet de réduire les zones froides où la condensation est plus fréquente. L'isolation par l'extérieur facilite cette lutte contre les ponts thermiques, mais ceci au détriment des modes et natures des façades. Au niveau des planchers en structure bois, la pose d'un isolant au niveau des entrevous en contact avec la façade est également à envisager.
- Déconstruire des éléments : La dépose de balcons en maçonnerie et leur remplacement par des structures autonomes participent également à la bonne maîtrise des ponts thermiques.
- Ventilation contrôlée : Une bonne ventilation est essentielle pour évacuer la vapeur d'eau et limiter les risques de condensation, qui favorisent le développement des moisissures.

#### Traitement des remontées capillaires

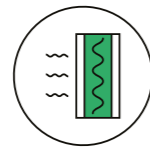
- Déminéralisation des sols : Au bas des murs, il est conseillé de déminéraliser les sols des pieds de façade afin de réduire les remontées capillaires et le rejaillissement.
- Non étanchéification des dalles basses des caves : faciliter l'évaporation naturelle de l'humidité du sol en limitant les remontées par capillarité dans les murs.
- Drainage des sols : Installer des drains périphériques autour des bâtiments pour éloigner l'eau des fondations et limiter l'humidité ascendante dans les murs.
- Utilisation d'enduits perméables à la vapeur d'eau : Utiliser des enduits adaptés, comme les enduits à la chaux, qui permettent aux murs de respirer et d'évacuer l'humidité, tout en empêchant l'eau de pénétrer dans le bâti.
- Toujours assurer une constante ventilation des sous-sols pour assécher les murs.



**En résumé :** Une évaluation approfondie et des réparations ciblées de ces différentes sources d'humidité sont essentielles pour prévenir les problèmes de moisissures, assurant ainsi un environnement sain et durable.

## Isolation thermique et matériaux hygrovariables

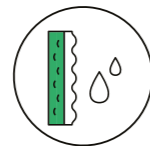
Lorsqu'on rénove thermiquement une maison, on modifie souvent la composition des murs et on améliore l'étanchéité à l'air du bâtiment. Ces changements, bien qu'excellents pour économiser de l'énergie, peuvent affecter le déplacement de la vapeur d'eau dans les parois et entraîner des problèmes d'humidité.



**L'utilisation de matériaux d'isolation perspirants** tels que le béton de chanvre, la laine de bois, la ouate de cellulose ou la laine de mouton, permet une gestion optimale de l'humidité. Ces matériaux favorisent l'évaporation naturelle de l'humidité à travers les murs et permettent la diffusion de la vapeur d'eau à travers leur structure, offrant ainsi une isolation thermique efficace et préservant l'équilibre hygrométrique intérieur.



**L'installation d'un pare ou frein vapeur hygrovariable** du côté chaud de l'isolant régule le flux d'humidité, empêchant sa migration vers les parties sensibles des enveloppes. Cela assure une étanchéité à l'air tout en permettant une diffusion contrôlée de la vapeur d'eau, maintenant un environnement intérieur sain et confortable.



**La gestion des remontées capillaires d'humidité** est également essentielle. L'utilisation d'enduits ouverts à la diffusion de l'humidité et de systèmes de drainage efficaces prévient les infiltrations d'eau et les problèmes d'humidité ascendante, protégeant ainsi l'intégrité des matériaux de construction.



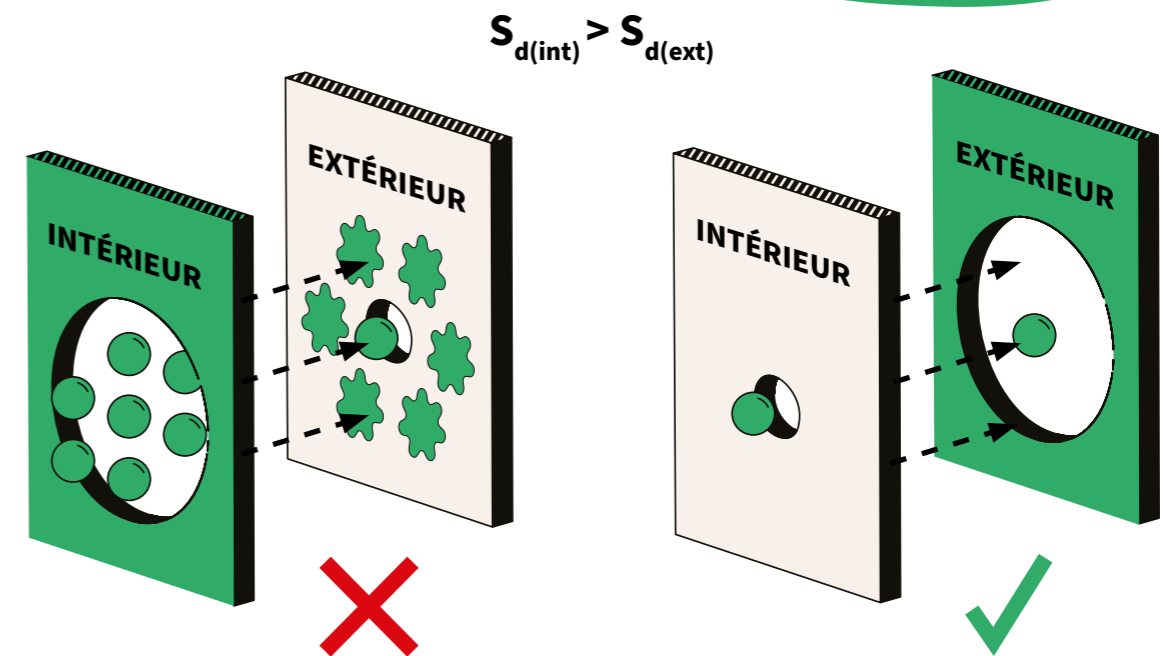
**Enfin, une attention particulière aux détails architecturaux**, tels que les angles et les transitions entre matériaux, permet de minimiser les ponts thermiques. L'ajout de revêtements thermiques et d'isolants adéquats renforce la performance énergétique tout en limitant les risques de condensation et de moisissure.

## Comment éviter les problèmes de condensation ?

Pour éviter l'accumulation d'humidité dans les murs, il est conseillé de placer, de l'intérieur vers l'extérieur, des matériaux de plus en plus perméables à la vapeur d'eau (avec un  $S_d$  décroissant). Cela permet à la vapeur d'eau de s'échapper plus facilement, réduisant ainsi les risques de condensation et d'humidité excessive à l'intérieur des parois.

### La diffusion de la vapeur d'eau

La capacité d'un matériau à laisser passer la vapeur d'eau est mesurée par un paramètre appelé  $S_d$ . Ce paramètre se calcule en multipliant l'épaisseur du matériau par un coefficient spécifique au matériau ( $\mu$ ).



### DÉPLACEMENT DE LA VAPEUR D'EAU

■ Matériau avec une faible résistance à la diffusion de vapeur d'eau

■ Matériau avec une forte résistance à la diffusion de vapeur d'eau

**En résumé :** Pour une isolation thermique respectueuse de la qualité de l'air dans les bâtiments anciens, il est essentiel de réguler l'humidité. L'utilisation de matériaux perspirants, comme notamment le béton de chanvre ou la ouate de cellulose, ainsi que l'installation de pare-vapeurs

hygrovariables, permettent de gérer efficacement la migration de vapeur d'eau dans les enveloppes. Une attention particulière aux remontées capillaires et aux détails architecturaux minimise les ponts thermiques et prévient les problèmes de condensation et de moisissures, assurant ainsi un environnement intérieur sain et performant énergétiquement.

### 3.5 Equipements adaptés, pour se chauffer sans étouffer

Lors de la rénovation, le dispositif de chauffage et sa puissance doivent être soigneusement conçus en fonction de la nouvelle performance des enveloppes après isolation et de leur parfaite étanchéité. Il est nécessaire de prendre en compte les volumes à chauffer ainsi que les enjeux de renouvellement de l'air.

Une ventilation adéquate est essentielle pour apporter de l'air neuf de l'extérieur et ensuite évacuer l'humidité et les polluants, assurant ainsi un environnement sain tout en maintenant une température et une humidité optimales.

#### Cela crée un paradoxe

Nous fabriquons des espaces étanches pour améliorer l'efficacité énergétique, mais ces espaces doivent également être correctement ventilés pour assurer la qualité de l'air intérieur.

#### Selon la norme NF EN 16798 :

les systèmes de chauffage et de ventilation doivent permettre de réguler la température et l'humidité de l'air intérieur pour limiter les écarts importants de température (plage de température de 20 °C à 25 °C pour une qualité d'ambiance moyenne, ou 18 °C à 25 °C pour une qualité d'ambiance modérée) et d'humidité relative (entre 40 % et 60 %).

#### Une bonne ventilation assure un confort optimal aux usagers

Dans un air trop sec, en dessous de 40 % d'humidité relative, la sécheresse des muqueuses respiratoires diminue le rôle de barrière contre les agents pathogènes, augmentant ainsi les risques d'infections respiratoires et de rhumes. De même, les yeux devenant secs, sont irrités, ce qui est problématique pour les personnes travaillant longtemps devant un écran d'ordinateur.

## Optimiser les dispositifs de chauffage

### Conduction, convection, rayonnement

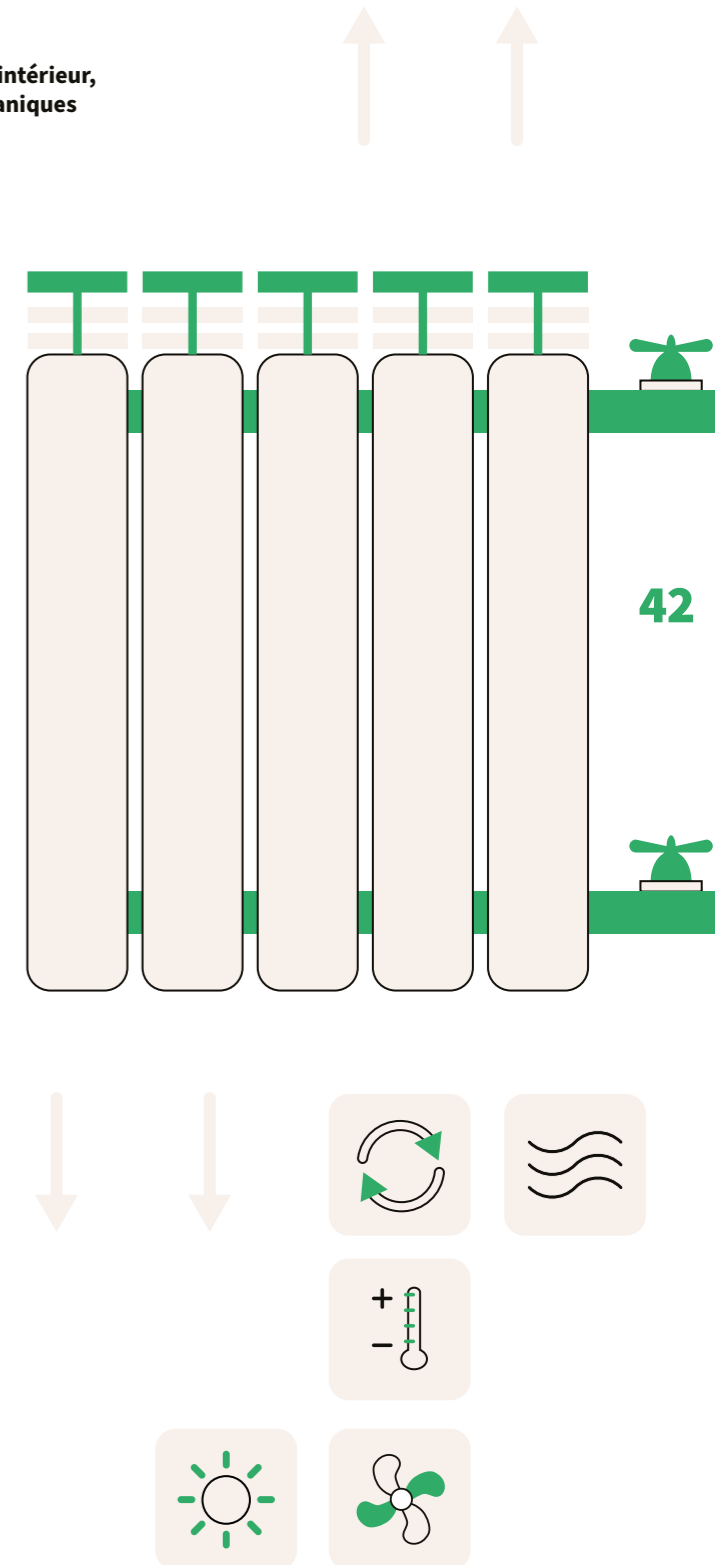
Les grands principes de la diffusion de la chaleur sont la conduction, le rayonnement et la convection. La conduction est le transfert de chaleur à travers un matériau solide, tel qu'un radiateur métallique ou un poêle de masse. Le rayonnement est le transfert de chaleur par les infrarouges, ondes électromagnétiques, comme la chaleur du soleil atteignant la Terre. La convection est le transfert de chaleur par le mouvement des fluides, comme l'air ou l'eau. Elle peut être naturelle (l'air chaud monte et l'air froid descend) ou forcée (utilisation de ventilateurs).

La convection peut exercer une influence négative sur la qualité de l'air intérieur, car elle augmente la dispersion des polluants tels que les composés organiques volatils (COV) et les particules à travers l'air chauffé.

### Le chauffage et le bien-être intérieur

Voici une stratégie simple pour choisir un système de chauffage qui assure un air intérieur sain :

- Les systèmes caloporteurs à basse température, tels que les radiateurs à eau chaude ou les planchers chauffants basse température, sont une option intéressante. Ils chauffent de manière uniforme, réduisant les variations de température et le risque de surchauffe localisée.
- Les dispositifs à inertie ou accumulation, comme les radiateurs électriques à inertie, fournissent une chaleur douce et uniforme, réduisant les variations de température dans la pièce. Équipés de thermostats, ils régulent la température avec précision, assurant ainsi un confort optimal. Les poêles à accumulation, tels que les poêles de masse, fonctionnent de manière similaire en emmagasinant la chaleur dans leur structure en pierre ou en céramique. Ils chauffent lentement mais de façon constante, procurant une chaleur confortable pendant plusieurs heures après la fin de la combustion.
- Les radiateurs rayonnants émettent une chaleur par rayonnement infrarouge, similaire au soleil. Ils réchauffent directement les surfaces, assurant une chaleur agréable et uniforme, idéale pour les espaces nécessitant une température constante.
- En optant pour des systèmes à basse température et des radiateurs rayonnants, les mouvements d'air sont réduits. Cela limite la dispersion de particules et de polluants dans l'air intérieur, favorisant ainsi une meilleure qualité d'air tout en maintenant un confort thermique optimal. Ainsi, il est préférable d'éviter les convecteurs électriques.



# La combustion, la prise d'air et l'évacuation des fumées

Pour garantir que les systèmes de chauffage basés sur la combustion, notamment du bois, ne nuisent pas à la qualité de l'air intérieur, il est important d'anticiper tout risque d'intoxication plus ou moins grave au monoxyde de carbone (CO), gaz inodore et asphyxiant, mais aussi de pollution de l'air intérieur aux particules fines et au dioxyde d'azote.

## Utilisation de foyers fermés

Proscrire les foyers ouverts et préférer les appareils à combustion fermée comme les poêles ou les inserts. Les foyers fermés réduisent les émissions de polluants dans l'air intérieur par rapport aux foyers ouverts qui peuvent produire davantage de particules fines et de CO (monoxyde de carbone).

## Prise d'air extérieur

Il est crucial que l'air nécessaire à la combustion soit pris directement depuis l'extérieur et non depuis l'intérieur de la maison. Cela garantit une meilleure combustion et évite l'appauvrissement en oxygène des espaces de vie.

## Étanchéité des joints

S'assurer que tous les joints, les connexions de l'appareil de chauffage et les conduits de fumées sont bien étanches. Les fuites peuvent entraîner une combustion incomplète et la libération de gaz nocifs comme le monoxyde de carbone.

## Positionnement par rapport au vent dominant

L'installation de l'appareil de chauffage doit tenir compte du vent dominant. S'assurer que la cheminée ou le conduit d'évacuation des fumées est positionné de manière que les fumées soient correctement évacuées sans risque de refoulement dans la maison.

## Entretien régulier

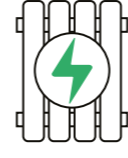
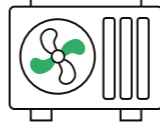

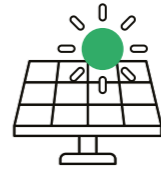














Planifier une révision périodique de son appareil de chauffage, y compris le nettoyage des conduits et la vérification des systèmes d'évacuation des fumées. Un entretien adéquat aide à maintenir un fonctionnement efficace et sûr de son système de chauffage.

## Chauffage d'appoint

Il est essentiel de ne pas utiliser de systèmes de chauffage à base d'alcool (ou pétrole) sans système d'évacuation des fumées, car cela peut considérablement humidifier l'air ambiant et libérer divers polluants. En revanche, des radiateurs électriques à inertie peuvent être utilisés si nécessaire.

## Les systèmes caloporteurs

Les circuits de radiateurs à eau et les dalles à basse température présentent des avantages notables en matière de confort thermique, d'efficacité énergétique et de qualité de l'air. Leur capacité à diffuser la chaleur de manière homogène contribue à créer un environnement agréable et à réduire les coûts de chauffage grâce à leur fonctionnement à basse température. Toutefois, leur impact environnemental dépend fortement des choix énergétiques qui les alimentent, sachant que les énergies fossiles sont susceptibles d'émettre du CO<sub>2</sub> et que la combustion du bois peut produire des particules.

 RADIATEUR ÉLECTRIQUE	 POMPE À CHALEUR	 GAZ	 PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES	 POÊLE À PELLETS	 GÉOTHERMIE
 Installation simple et coût initial bas.	 Très haute efficacité énergétique, peut fournir 3 à 4 fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme.	 Rendement élevé et coût d'exploitation souvent inférieur à l'électricité.	 Énergie renouvelable gratuite après installation et entretien minimal.	 Utilise des déchets de bois, une source d'énergie renouvelable.	 Énergie très stable et renouvelable, fonctionnement continu quelle que soit la météo.
 Aucune pollution directe de l'air sur place, mais dépend de la source d'électricité utilisée (si l'électricité provient de centrales thermiques, il y a des émissions indirectes).	 Très faible, surtout si alimentée par de l'électricité verte. Elle n'émet pas de polluants sur place. Mais le bruit des machines peut être très perturbant !	 La combustion du gaz émet du dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) et des oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ).	 Aucune pollution directe, puisque le soleil est la source d'énergie.	 La combustion des pellets peut émettre des particules fines, des composés organiques volatils (COV) et du monoxyde de carbone (CO).	 Très faible, car la chaleur est extraite du sol sans combustion.

 **Avantage**

 **Pollution d'Air**

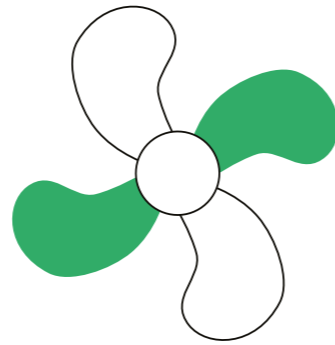
**En résumé :** Les labels tels que "Flamme Verte" sont conçus pour guider les consommateurs vers des appareils de chauffage au bois respectueux de l'environnement et réduisant les risques liés au CO. Les critères évalués incluent notamment

la quantité de particules émises, la consommation de combustible et l'efficacité de combustion. Les poêles Flamme Verte 7 étoiles sont particulièrement recommandés pour prévenir les risques de contamination de l'air intérieur et minimiser la nocivité des rejets de fumée vers l'extérieur.



## Se doter d'un système de Ventilation

Historiquement, nos édifices patrimoniaux présentaient souvent une étanchéité insuffisante, caractérisée par des fuites d'air, des menuiseries mal ajustées et des cheminées ouvertes qui facilitaient un échange constant d'air avec l'extérieur. De nos jours, lors de la restauration de ces constructions anciennes, renforcer leur étanchéité est devenu une priorité afin de mieux contrôler les pertes thermiques. Toutefois, cette démarche nécessite également la mise en place d'un système de ventilation efficace pour garantir un renouvellement régulier de l'air intérieur. Cet aspect revêt une grande importance non seulement pour introduire de l'air frais mais aussi pour évacuer l'humidité engendrée par les occupants, leurs activités et les équipements domestiques.



## Volume et débit

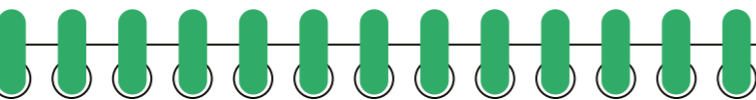
Pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur, une ventilation adéquate des logements est essentielle. La ventilation aide à prévenir les problèmes d'humidité et facilite l'évacuation des polluants. Conformément à la norme NF EN 16798, voici ce qu'il faut savoir sur les exigences en matière de ventilation, en fonction des espaces et du nombre d'occupants :

Un débit d'air fourni de 15 à 25 m<sup>3</sup>/h par personne est recommandé. Ainsi, il s'agit d'assurer que les chambres ont suffisamment d'air frais, surtout la nuit. Les pièces humides, en raison de leur petite taille, de l'humidité et des odeurs qu'elles génèrent, nécessitent un renouvellement d'air optimisé.

Le volume d'air à renouveler doit être suffisant pour maintenir une bonne qualité de l'air. Selon le nombre d'occupants et le volume du logement, il est conseillé de renouveler environ 0,35 à 0,7 fois le volume total d'air du logement par heure. Ainsi, plus le logement est petit et plus le nombre d'occupants est élevé, plus le volume d'extraction d'air devra être important. Il est capital de ne pas interrompre la ventilation pour garantir un renouvellement régulier de l'air intérieur.

### Nota :

Le détalonnage des portes, c'est-à-dire l'espace libre entre le bas de la porte et le sol, doit être de 1 à 1,5 cm pour les portes intérieures et de 1,5 à 2 cm pour les portes de salles de bains et de cuisines. Cet espace est essentiel pour assurer une circulation d'air suffisante entre les pièces. Toutefois, si le sol est couvert d'un revêtement épais, comme une moquette, ou si les portes sont particulièrement épaisses, il peut être nécessaire d'augmenter légèrement le détalonnage.



### Exemple de calcul selon la norme NF EN 16798

Imaginons un logement de 80 m<sup>2</sup> pour 4 personnes :  
Pour la catégorie moyenne de qualité d'ambiance intérieure (QAI<sub>II</sub>)  
- Débit d'air par personne : 25 m<sup>3</sup>/h/pers

Pour la catégorie modérée de qualité d'ambiance intérieure (QAI<sub>III</sub>)  
- Débit d'air par personne : 15 m<sup>3</sup>/h/pers

Cela signifie que, pour 4 personnes, un système de ventilation doit être capable de fournir et d'extraire entre 60 et 100 m<sup>3</sup>/h d'air frais. Ainsi, pour un logement de 80 m<sup>2</sup> avec une hauteur sous plafond de 2,5 m, il faudrait renouveler les 200 m<sup>3</sup> d'air des espaces toutes les 2 à 3 heures environ.

Plus d'informations : Norme française NF EN 16798 de 2019 en 18 parties.

## Simple ou Hygroréglable

Les systèmes de ventilation simple flux comprennent des entrées d'air neuf en partie haute des menuiseries ou des coffres de volets roulants des pièces principales (chambres et séjour), des extractions d'air en partie haute des pièces humides et un ventilateur qui conduit l'air vers l'extérieur. Pour assurer le bon balayage du logement par l'air neuf, le détalonnage des portes des chambres est essentiel sinon l'air d'une ou des pièces ne sera pas renouvelé. Par exemple, l'augmentation du CO<sub>2</sub> sera importante, la nuit, dans une chambre dont la porte n'est pas détalonnée.

### Les systèmes de ventilation simple flux hygroréglables

ajustent automatiquement le débit d'air en fonction du taux d'humidité détecté dans l'air. Cela prévient l'accumulation d'humidité, réduisant ainsi le risque de développement de moisissures. Certains fabricants proposent des entrées d'air filtrantes pour les pollens et les particules.

### L'entretien régulier

des entrées et des bouches d'extraction est primordial pour maintenir un bon renouvellement d'air. Le nettoyage du caisson de ventilation une fois par an garantit le bon fonctionnement du ventilateur. Le nettoyage du conduit d'extraction ne doit être réalisé que par un professionnel tous les 5 à 10 ans. Si le système de VMC est équipé de filtres sur l'air entrant, il peut y avoir un témoin d'encrassement pour informer de la nécessité du remplacement, généralement, une fois par an.



## Ventilation double flux

La ventilation double flux permet d'améliorer la qualité de l'air intérieur tout en limitant les déperditions thermiques. La VMC double flux récupère la chaleur de l'air vicié extrait des pièces humides (cuisine, salle de bains) et l'utilise pour réchauffer l'air frais entrant, réduisant ainsi les besoins de chauffage. En été, la VMC double flux peut également rafraîchir l'air entrant en utilisant des techniques de bypass pour éviter de réchauffer l'air frais nocturne. Organisées à l'échelle du logement, la ventilation double flux nécessite des réseaux de conduits pour l'air neuf entrant et l'air vicié sortant. Voici des points d'attention pour une installation et un entretien efficaces :

### Réseaux et conduits rigides

Il est essentiel d'utiliser des conduits rigides et bien isolés pour éviter les fuites d'air et garantir une bonne performance thermique. Les conduits souples sont fragiles et susceptibles de se percer, d'être écrasés lorsqu'ils sont installés dans des zones difficiles, etc. En raison de leur surface intérieure moins lisse que celle des conduits rigides, la perte de pression est plus importante ce qui réduit l'efficacité du système de ventilation.

### Trappes de visite et entretien

Prévoir des trappes de visite sur le réseau de conduits facilite l'inspection et l'entretien. Ces trappes permettent d'accéder facilement aux conduits pour les nettoyer et les vérifier, assurant ainsi un fonctionnement optimal du système sur le long terme.

### Bonne évacuation des condensats

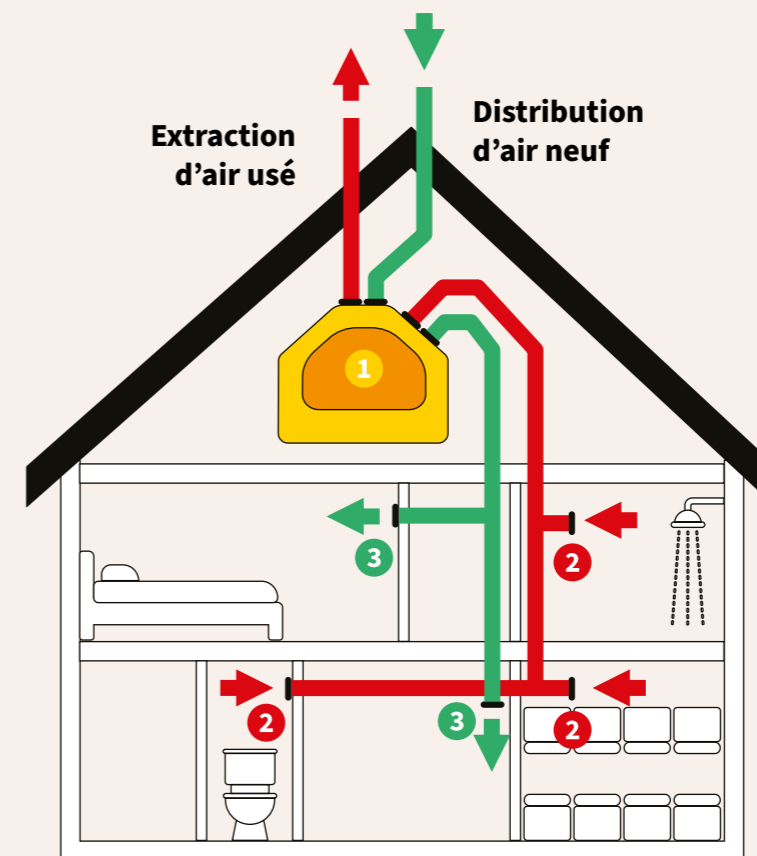
Les unités de ventilation doivent être équipées d'un système efficace d'évacuation des condensats pour éviter l'accumulation d'eau. Une mauvaise gestion des condensats peut causer des dysfonctionnements voire la propagation de moisissures, compromettant la durabilité et la fiabilité du système de ventilation.

### Changement des filtres

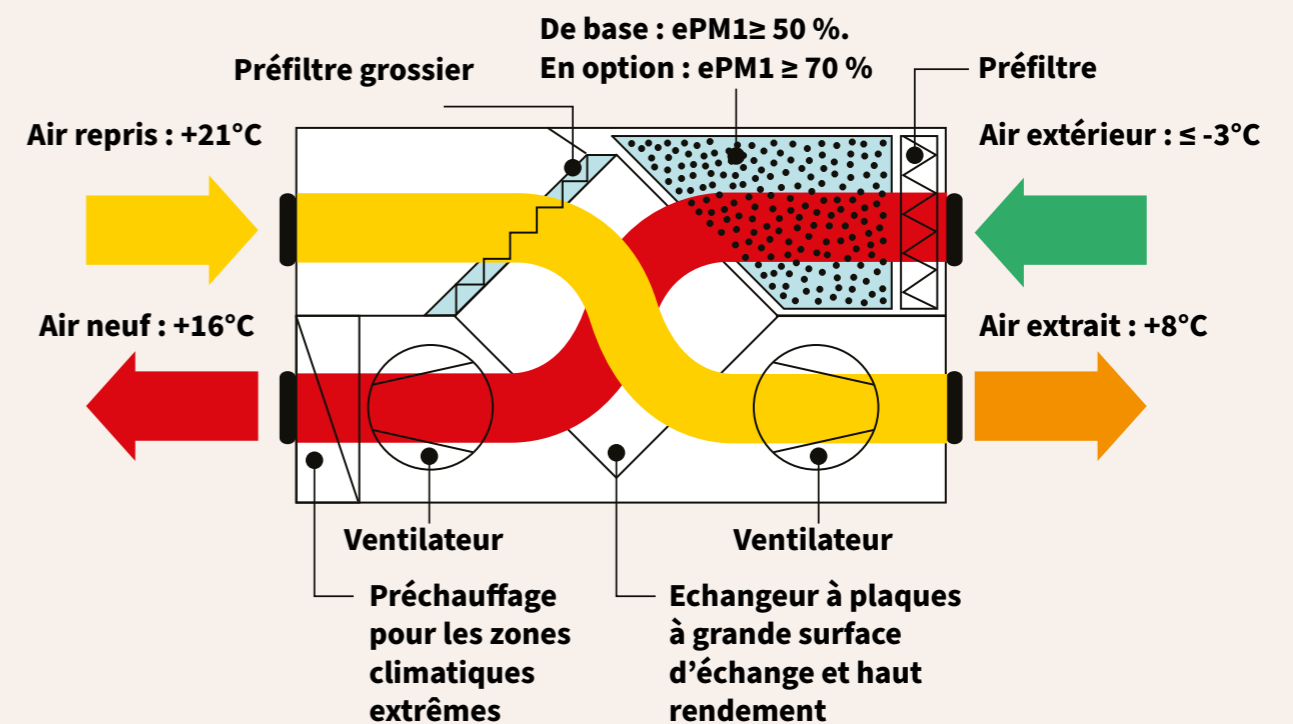
Les filtres doivent être changés régulièrement pour maintenir une qualité d'air optimale et assurer la longévité du système. Des filtres encrassés peuvent réduire l'efficacité de la VMC et augmenter la consommation d'énergie.

### Les prises d'air pour la ventilation

Elles doivent être directement connectées à l'extérieur, situées dans des espaces protégés contre toute source de pollution, et assurer un brassage d'air suffisant pour garantir la qualité de l'air intérieur.



- 1 VMC double flux
- 2 Bouche d'extraction
- 3 Bouche de soufflage



**Pour aller plus loin :** Voici quelques certifications et qualifications spécifiques aux systèmes de ventilation, notamment pour les systèmes de ventilation simple flux et double flux :

#### • La certification NF VMC

(Ventilation Mécanique Contrôlée) assure que les systèmes de ventilation répondent aux exigences de performance en matière de débit d'air, de pression, et de niveau sonore.

#### • La qualification Ventilation+

est attribuée à des entreprises d'installation ayant les moyens techniques et humains pour installer dans le respect des règles de l'art des systèmes de ventilation mécanique dans l'habitat individuel.

[https://www.atmo-hdf.fr/sites/hdf/files/medias/documents/2021-08/GUIDE%20BP%20QAI\\_VF.pdf](https://www.atmo-hdf.fr/sites/hdf/files/medias/documents/2021-08/GUIDE%20BP%20QAI_VF.pdf)

## 3.6 Aménager des locaux à risques et les abords

Face aux questions de qualité de l'air, il est important d'aménager soigneusement les locaux à risques tels que les ateliers, de ventiler efficacement les caves, de soigner la chambre des enfants, de planifier les plantations pour limiter les allergies, et de gérer la place des voitures pour minimiser les impacts sur l'air ambiant.

### Les ateliers, la chaufferie et le local poubelle

Pour prévenir la pollution liée aux activités de bricolage et aux installations comme les chaufferies et les locaux poubelles, il est essentiel de :

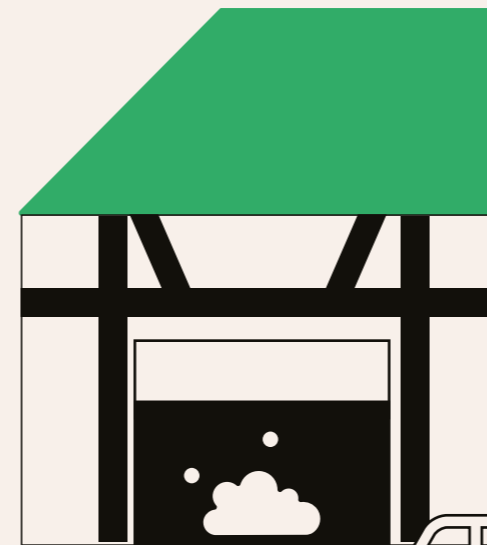
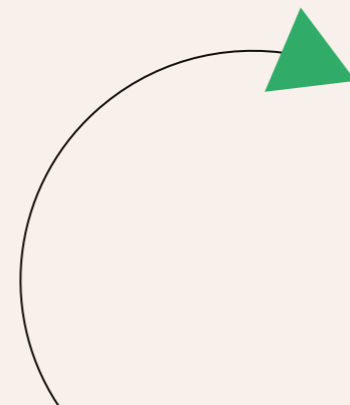
- **Aspirer efficacement les poussières** à la source dans un atelier est essentiel pour éviter leur diffusion vers les espaces de vie, tout comme il est primordial de stocker les produits chimiques et matériaux dangereux dans des contenants fermés et étanches.
- **Opter pour des chaudières propres et efficaces, équipées de filtres et assurer une ventilation constante des chaufferies.**
- **Positionner les locaux poubelles à distance des zones habitées,** avec des conteneurs étanches et une gestion des déchets appropriée pour réduire les odeurs et les risques de pollution.

### La place des voitures et des groupes électrogènes

Les garages doivent être isolés des espaces de vie et des celliers pour éviter la propagation de particules et de gaz nocifs émis par les voitures et les groupes électrogènes. Il est recommandé d'assurer le préchauffage du véhicule à l'extérieur afin d'éviter une accumulation dangereuse de polluants et de maintenir la sécurité et la qualité de l'air à l'intérieur de la maison.

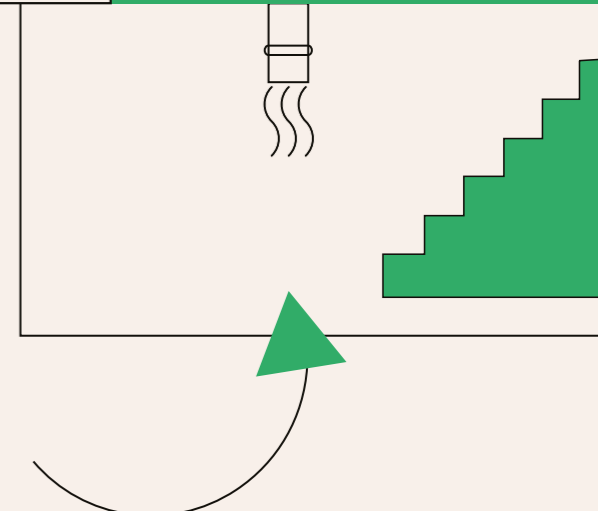
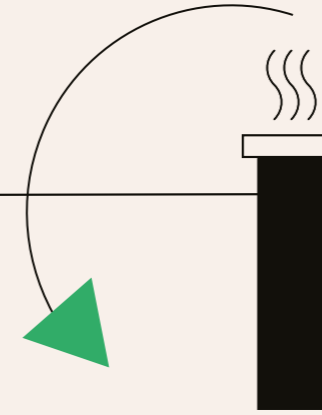
### Et la chambre des enfants

La chambre des enfants doit être sanctuarisée car leurs poumons en pleine croissance sont très sensibles aux polluants, tout comme ceux des futures mamans. Les travaux de peinture et de finitions, comme les vernis ou les huiles (même naturelles), exposent la femme enceinte et les nouveau-nés à de nombreux COV. Tout produit utilisé doit être étiqueté A+ et sans solvants. De plus, il est important de monter les meubles dans un autre espace avant de les installer dans la chambre, en laissant suffisamment de temps pour que les éventuelles émissions diminuent. Enfin, il est judicieux d'aérer la chambre avant les phases de sommeil.



### Ventiler les caves

Pour maîtriser l'humidité dans les caves, empêcher le développement de moisissures et diminuer l'exposition au radon, polluant provenant du sol, il est nécessaire que cet espace soit ventilé efficacement à l'aide de grilles d'aération suffisamment grandes, installées sur les murs opposés et à des hauteurs différentes si cela est possible, et exposées aux vents dominants. Pour des caves plus profondes, l'installation de cheminées d'aération avec une sortie en toiture crée un tirage naturel. La circulation d'air ainsi créée prévient également les risques de pourriture des planchers sus-jacents à structure bois.



## Plantations et allergies

**Toutes les espèces végétales — arbres, arbustes, plantes et herbacées — ne sont pas allergisantes.**

Les plantes anémophiles, qui dispersent des milliards de grains de pollen transportés par le vent, sont les principales responsables des allergies. À l'inverse, le pollen des plantes entomophiles est transporté par les insectes, attirés par leurs fleurs colorées et odorantes. Certaines de ces plantes peuvent être allergisantes, mais elles libèrent très peu de pollen dans l'air, réduisant ainsi le risque d'allergie dans les habitations.


Le potentiel allergisant d'un pollen dépend de la nature et de la quantité des particules protéiques qu'il libère, ainsi que de sa taille. Plus le pollen est petit et léger, plus il restera dans l'air et plus il pourra pénétrer dans les voies respiratoires.

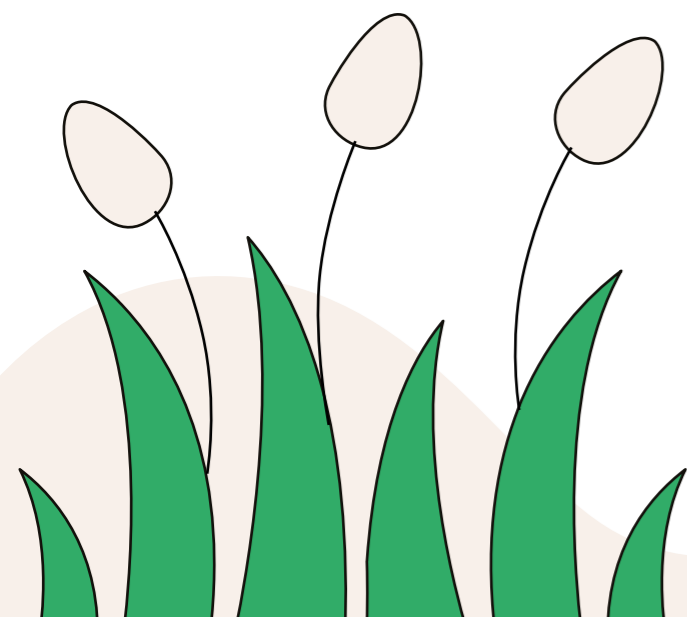
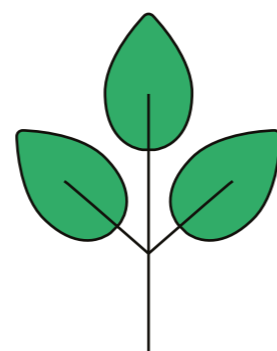
Pour préserver la qualité de l'air et réduire les risques d'allergies, il est recommandé de choisir des plantes à faible potentiel allergisant. Planter des plantes entomophiles à proximité des maisons, surtout sous les vents dominants, aide à minimiser l'introduction des pollens dans l'environnement intérieur.

**En complément, installer des filtres adaptés sur les systèmes de ventilation et confiner les espaces au printemps permet de réduire l'entrée des allergènes. En période à risque, privilégier une ventilation intensive tôt le matin et tard le soir, ou après une pluie, tout en limitant l'aération durant les journées très ensoleillées.**

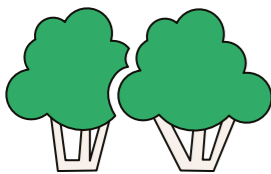
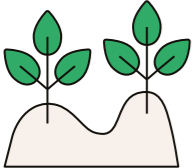



**Arbres**

TYPE DE VÉGÉTAL	POTENTIEL ALLERGISANT	NOM	NATURE
	Négligeable / Faible	Mûrier blanc	Entomophile
	Négligeable / Faible	Orme	Anémophile
	Négligeable / Faible	Peuplier	Anémophile
	Faible	Tilleul	Entomophile
	Faible	Hêtre	Anémophile
	Faible	Érable	Anémophile
	Modéré	Platane	Anémophile
	Modéré	Chêne	Anémophile
	Modéré	Troène	Anémophile
	Fort	Aulne	Anémophile
	Fort	Frêne	Anémophile
	Fort	Bouleau	Anémophile
	Fort	Charme	Anémophile
Fort	Noisetier	Anémophile	





TYPE DE VÉGÉTAL	POTENTIEL ALLERGISANT	NOM	NATURE
 <p><b>Haies et Arbustes</b></p>	Modéré	Églantier	Entomophile
	Modéré	Lonicera (chèvrefeuille)	Entomophile
	Modéré	Troène	Anémophile
	Modéré	Fusain d'Europe	Anémophile
	Modéré	Prunellier	Anémophile
	Fort	Aubépine	Entomophile
	Fort	Buisson ardent	Entomophile
	Fort	Nerprun purgatif	Anémophile
	Fort	Bourdaie	Entomophile
	Fort	Cornouiller	Entomophile
	Fort	Viburnum tinus (viorne tin)	Entomophile
	 <p><b>Herbacées spontanées</b></p>	Négligeable	Marguerite
Négligeable		Pissenlit	Entomophile
Négligeable		Ortie	Entomophile
Modéré		Chénopode	Anémophile
Modéré		Soude brûlée (Salsola kali)	Anémophile
Modéré		Mercuriale	Anémophile
Modéré		Plantain	Anémophile
Modéré		Oseille (Rumex)	Anémophile
Fort		Pariétaire	Anémophile
Fort		Ambroisie	Anémophile
Fort		Armoise	Anémophile

TYPE DE VÉGÉTAL	POTENTIEL ALLERGISANT	NOM	NATURE	Plante Invasive	Développe des Rhizomes	
 <p><b>Graminées dont ornementales</b></p>	Modéré	Pennisetum (Herbe aux écouvillons)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Stipa (Stipe)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Festuca (Fétuque)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Phalaris (Alpiste)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Molinia (Molinie)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Deschampsia (Canche)	Anémophile	Non	Non	
	Modéré	Carex (Laîche)	Anémophile	Non	Oui	
	Modéré	Calamagrostis (Calamagrostide)	Anémophile	Non	Oui	
	Faible à Modéré	Bambou	Anémophile	Oui	Oui	
	Modéré à Fort	Miscanthus (Roseau de Chine)	Anémophile	Oui	Oui	
	<p><b>Autres plantes invasives</b></p>	Modéré	Berce du Caucase	Entomophile	Oui	Non
		Modéré	Renouée du Japon	Entomophile	Oui	Oui
Modéré		Jussie	Entomophile	Oui	Oui	
Fort		Ambroisie	Anémophile	Oui	Non	

**Les plantes invasives posent un enjeu écologique majeur en raison de leur capacité à coloniser rapidement de nouveaux territoires, souvent au détriment des espèces locales.**

Lorsqu'elles se développent par des rhizomes, ces plantes deviennent encore plus difficiles à maîtriser. Leur élimination est très difficile, car même une petite partie laissée en terre peut repousser, nécessitant des efforts constants pour les contrôler et protéger la biodiversité.

# 4. Pour aller plus loin et garantir un environnement sain

Comment utiliser des appareils pour vérifier la qualité de l'air tout en adoptant de bonnes habitudes quotidiennes, notamment en assurant une bonne aération ?

## 55 4.1 Des indicateurs pour contrôler la qualité de l'air

Les usagers doivent surveiller fréquemment l'hygrométrie et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pour s'assurer de la bonne qualité de l'air de leur logement et être attentifs aux signes de moisissures.



### Mesurer la vapeur d'eau dans l'air : humidité relative

Si on note la présence fréquente d'un thermomètre dans les logements, les hygromètres y sont très rares. Or, le même appareil permet de mesurer les deux paramètres qui sont de plus corrélés : plus il fait chaud, plus l'humidité relative baisse et vice-versa. Le contrôle de l'hygrométrie des chambres, surtout celles des enfants, est important pour ne pas favoriser le développement des acariens dans les matelas.

**Une humidité relative élevée augmente les émissions des matériaux, favorise la prolifération des acariens, des blattes et des moisissures, diminue l'adhérence des peintures qui, dans l'habitat ancien, peuvent contenir du plomb.**

### Taux recommandé d'humidité relative :

Entre 40 et 60 %

À noter : éviter de faire sécher le linge à l'intérieur, sinon, penser à aérer la pièce. En effet, le séchage du linge à l'intérieur produit de 10 à 15 litres de vapeur d'eau par semaine.

### Mesurer la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

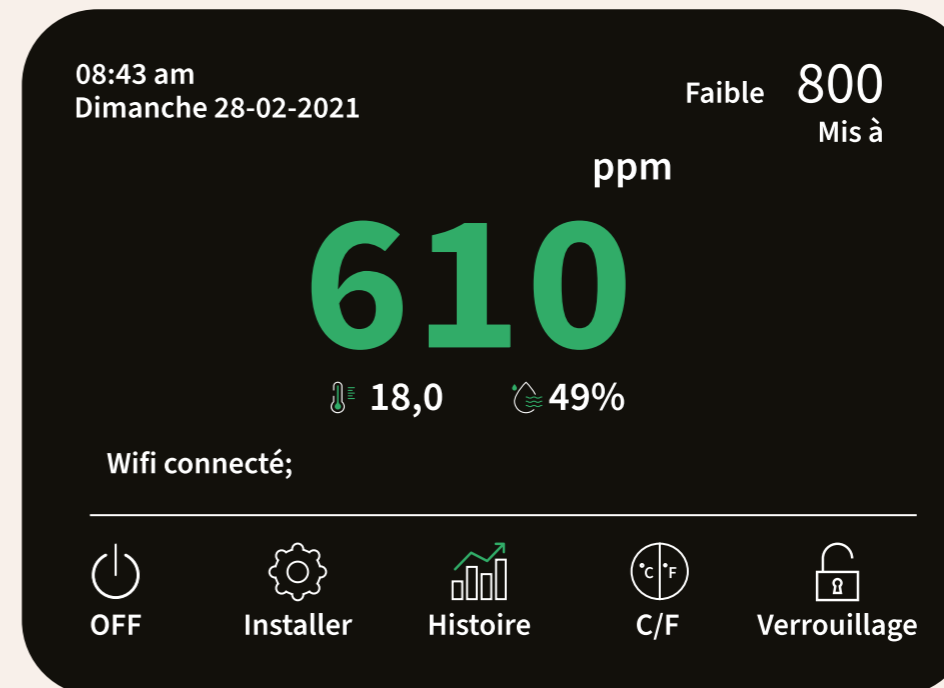
Le CO<sub>2</sub>, s'il est naturellement présent dans l'air extérieur, est produit par le métabolisme des occupants qui le rejettent dans l'air expiré. Les quantités de cet effluent biologique dépendent donc du nombre d'occupants, de la durée d'occupation, du taux de renouvellement d'air et du volume de la pièce. Il n'est pas considéré comme un polluant, mais comme un témoin de confinement.

### Concentration intérieure de CO<sub>2</sub> recommandée

1 000 ppm (partie par million)

À savoir : concentration moyenne actuelle de CO<sub>2</sub> dans l'air extérieur : 420 ppm

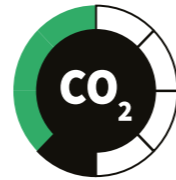
**En résumé :** Chaque logement devrait être équipé d'un petit appareil qui mesure, en temps réel, la température, l'humidité relative et le CO<sub>2</sub>. Cet outil informe les résidents et les incite à prendre des mesures simples comme aérer les espaces afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur.



## 4.2 Avoir les bons gestes au quotidien et assurer une maintenance

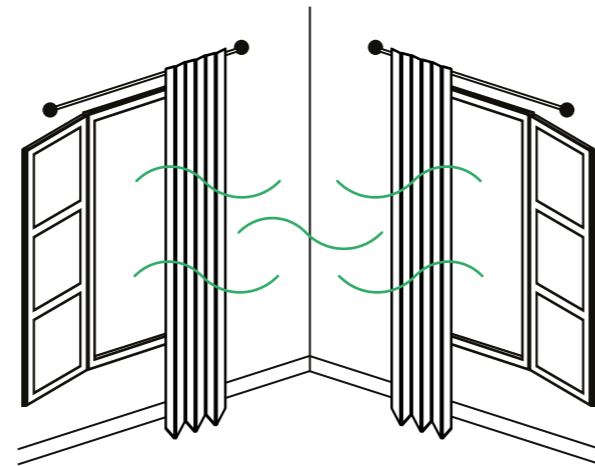
### L'aération pour ne pas s'asphyxier !

Lorsque le taux d'humidité dépasse 60 % ou que les concentrations de CO<sub>2</sub> atteignent 1000 ppm, il est essentiel d'aérer régulièrement les espaces, même si des matériaux de haute qualité et des équipements de ventilation performants ont été utilisés. Cette pratique assure le renouvellement de l'air intérieur, prévient l'accumulation de polluants et d'humidité, et maintient une atmosphère saine et confortable pour les occupants. Plusieurs aérations franches de chaque pièce, particulièrement en hiver, sont nécessaires, car l'air extérieur est généralement moins pollué que l'air intérieur. En aérant les espaces de cette manière, on minimise les pertes de chaleur et on diminue très efficacement l'humidité des pièces, tout en limitant les risques de pollution.



#### J'aère dès que :

- La concentration intérieure de CO<sub>2</sub> **dépasse 1 000 ppm (partie par million)**
- Le taux d'humidité **dépasse 60 % (voir nota)**



**Nota :** Par temps de brouillard à 7°C, avec une humidité relative de 100%, l'humidité absolue de l'air extérieur est d'environ 8 g/m<sup>3</sup>, alors qu'à 21°C et 60% d'humidité relative dans une maison, elle atteint environ 11 g/m<sup>3</sup>. De manière contre-intuitive, cela montre que, malgré une humidité relative extérieure très élevée, l'air froid contient moins de vapeur d'eau que l'air intérieur chauffé, ce qui explique pourquoi aérer aide à déshumidifier l'air intérieur. Ainsi, si l'humidité absolue est de 8 g/m<sup>3</sup>, l'humidité relative à 21°C sera d'environ 43%.

TEMPÉRATURE (°C)	HUMIDITÉ RELATIVE (%)	HUMIDITÉ ABSOLUE (g/m <sup>3</sup> )
0	100	4,8
0	80	3,8
0	60	2,9
7	100	6,0
7	80	4,8
7	60	3,4
14	100	12,8
14	80	10,2
14	60	7,3

#### Interprétation

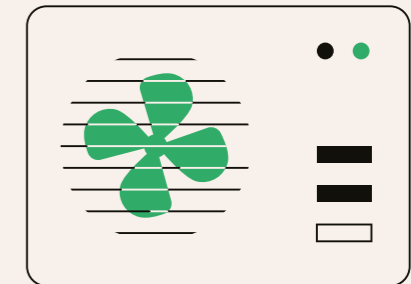
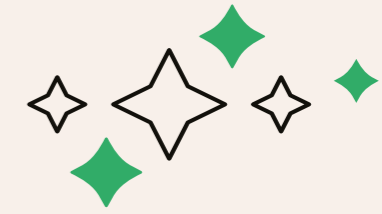
**Humidité absolue :** Lorsque l'air intérieur est à 21°C avec une humidité relative de 60%, l'humidité absolue de l'air est d'environ 11 grammes de vapeur d'eau par mètre cube. Cette humidité absolue représente la quantité réelle de vapeur d'eau présente dans l'air. En ouvrant les fenêtres, vous permettez à l'air extérieur de pénétrer, ce qui peut aider à réduire fortement l'humidité intérieure.

Hormis au printemps et en automne, lors de brouillards très intenses avec de la condensation à des températures dépassant les 14 degrés, il n'est pas adapté d'ouvrir les fenêtres. Dans ces conditions, l'air extérieur peut être plus humide que l'air intérieur.

## L'entretien des équipements et des filtres

**Veiller à maintenir régulièrement les équipements de ventilation et de chauffage pour assurer leur bon fonctionnement.**

Cela inclut le remplacement ou l'entretien des filtres et des joints selon les recommandations des fabricants, afin de garantir une performance optimale du système de ventilation et comme des poêles. De plus, effectuer périodiquement le nettoyage du réseau de ventilation et des conduits de fumée pour prévenir l'accumulation de contaminants et maintenir une qualité d'air intérieur saine.



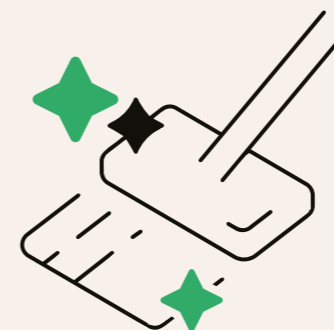
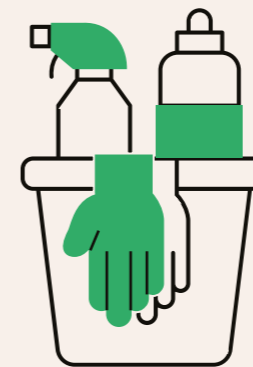
## Le ménage : le propre n'a pas d'odeur !

**Le nettoyage à la vapeur se révèle une option efficace, éliminant la saleté et les micro-organismes sans nécessiter de produits chimiques nocifs.**

L'utilisation de produits d'entretien non toxiques, portant un label à faible émission de composés organiques volatils (COV), comme l'Ecolabel européen, est également conseillée. On peut aussi créer ses propres produits avec des ingrédients naturels tels que le vinaigre, le bicarbonate de soude et le citron.

Ne pas utiliser de lingettes nettoyantes, car elles exposent au benzène, au formaldéhyde, aux terpènes et aux xylènes, ce qui entraîne une inhalation trois fois plus élevée que l'exposition par voie cutanée. En revanche, les tissus en microfibres secs ou humidifiés avec de l'eau sont recommandés, car ils captent la poussière sans émettre de COV.

Les sprays « antisalissures » ou « à effet lotus » doivent aussi être évités, car ils peuvent contenir des nanoparticules libres de dioxyde de titane.



## À noter

Limiter drastiquement l'utilisation des parfums d'ambiance : Réduisez l'usage des bougies parfumées, des désodorisants et des vaporisateurs d'air, qui émettent des substances volatiles irritantes, allergisantes, neurotoxiques. Privilégier l'aération naturelle.



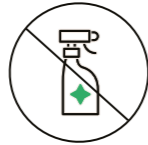
Le nettoyage à la **vapeur**,



L'utilisation de produits d'entretien **non toxiques**,



Utiliser des produits tels que le **vinaigre**, le **bicarbonate** de soude et le **citron**,



Proscrire les lingettes nettoyantes et les sprays « **antisalissures** »,



Mais utiliser les tissus en **microfibres**.

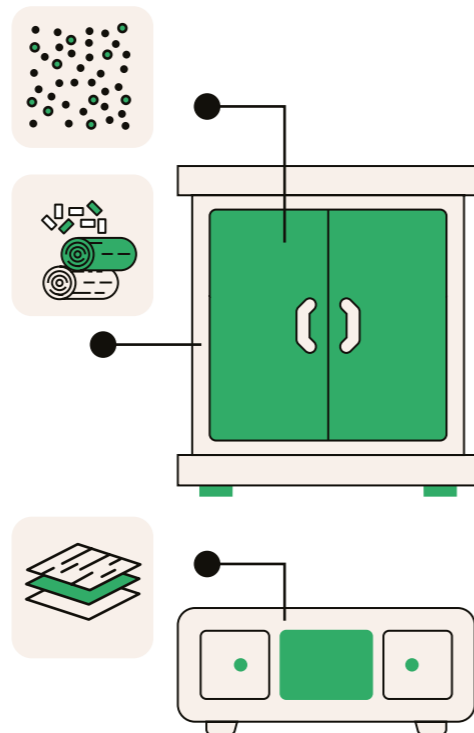
## 4.3 Se meubler

Comme les revêtements de sol et de murs, l'ameublement représente de grandes surfaces au contact de l'air intérieur et exerce donc une influence importante dans la qualité de l'air intérieur.

### Le mobilier

Les meubles en bois fabriqués avec des panneaux de bois représentent le type de mobilier le plus utilisé aujourd'hui. Ces panneaux peuvent être composés :

- soit de **particules** assemblées par des colles aminoplastes à base d'urée-formol et sont alors couramment appelés agglomérés. Ces panneaux peuvent être recouverts sur les deux faces et sont alors appelés : panneaux surfacés mélaminés dont les chants sont ensuite recouverts de bandes, soit en PVC, en ABS ou en polypropylène.
- soit de **fibres**, élément de base du bois, la fibre lignocellulosique. Suivant leur densité, on distingue les panneaux de moyenne densité MDF et de haute densité HDF. Même si les colles aminoplastes sont encore utilisées, de nouvelles solutions sont proposées sans formaldéhyde et biosourcées.
- soit de **minces feuilles de bois** superposées et collées avec des colles aminoplastes ou phénoplastes. Elles constituent le **contreplaqué**.



Certains meubles peuvent émettre du formaldéhyde en raison des colles à base de formol, qui ne sont pas toujours stables et peuvent libérer ce composé sous chaleur et humidité.

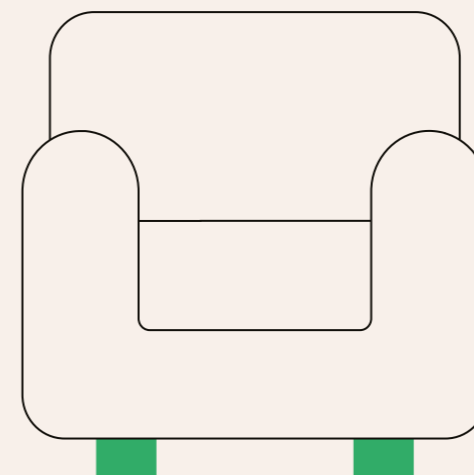
Les symptômes liés à ce composé sont variés, de l'irritation des yeux, du nez et de la gorge à des réactions allergiques respiratoires (asthme). En outre, il est reconnu cancérigène du nasopharynx lors des expositions professionnelles. Cependant, l'application de finitions filmogènes réduit ces émissions en formant une barrière protectrice. Ainsi, bien que des préoccupations existent quant au formaldéhyde, des finitions appropriées peuvent atténuer son impact sur la qualité de l'air intérieur.

## À noter

- Si les panneaux de bois bruts peuvent émettre très longtemps du formaldéhyde, les revêtements de finition font obstacle aux émissions de formaldéhyde qui peuvent être ainsi réduites de 90 %, à condition que tous les chants soient recouverts. On peut également appliquer un vernis polyuréthane qui fait aussi écran aux émissions de formaldéhyde.
- Privilégier les portes de placard A+ La fabrication artisanale de meubles peut être une réponse en utilisant des bois massifs de feuillus avec des finitions en phase aqueuse classées A+ et des systèmes d'assemblage sans colle. En outre, ce choix favorise la "slow déco", promouvant des pratiques de fabrication durables et une réduction de l'empreinte carbone grâce aux transports réduits.

## Les meubles rembourrés

Les canapés figurent parmi les meubles contemporains les plus appréciés. Le rembourrage est effectué à l'aide de différents types de mousses, le plus souvent, de polyuréthane (PU) auquel sont ajoutés des retardateurs de flamme, perturbateurs endocriniens et potentiellement cancérigènes pour certains. Ces substances, peu volatiles, peuvent néanmoins contaminer les poussières des logements. Les mousses PU recyclées en contiennent également. L'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) a déconseillé, en 2015, la généralisation des retardateurs de flamme dans les meubles rembourrés en raison du manque de preuve de leur efficacité dans la réduction du risque incendie.



## À noter

Certaines mousses polyéther ou à base de latex issu de la sève de l'hévéa ne contiennent généralement pas de retardateurs de flamme.



## 4.4 Des sites et des acteurs ressources

Pour obtenir des informations fiables sur la qualité de l'air dans le bâti et des conseils pratiques accessibles au grand public, voici quatre acteurs et sites internet stratégiques :

### Observatoire de la Qualité de l'Environnement Intérieur (OQEI)

Depuis le 1er janvier 2024, l'OQEI a succédé à l'OQAI créé en 2001. C'est un centre de référence des environnements intérieurs grâce aux grandes campagnes nationales réalisées dans les différents lieux de vie pour déterminer l'exposition des populations à la pollution de l'air intérieur, via une approche anthropocentrée et pluridisciplinaire.

Visitez son site web : **OQAI - Qualité de l'Air Intérieur.**

### Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)

L'ADEME propose des guides et des ressources sur la qualité de l'air intérieur, les bonnes pratiques en matière de construction durable, ainsi que des conseils pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

Visitez son site web : **ADEME- Qualité de l'Air Intérieur.**

### ATMO France

ATMO France joue un rôle clé dans la coordination, la collecte de données, la communication et le conseil en matière de qualité de l'air en France. Son objectif est de protéger la santé publique et l'environnement en fournissant des informations fiables et en soutenant les actions visant à réduire la pollution de l'air extérieur.

Visitez son site web : **ATMO France.**

### Agence Régionale de Santé (ARS)

Les ARS publient des recommandations et des informations sur la santé publique liées à la qualité de l'air intérieur. Elles peuvent fournir des conseils spécifiques aux habitants sur la manière de maintenir un environnement intérieur sain.

Visitez son site web : **ARS Santé.**



#### À noter

Ces ressources vous fourniront des informations précieuses pour comprendre les enjeux liés à la qualité de l'air intérieur et pour prendre des mesures concrètes afin d'améliorer l'environnement dans vos espaces de vie.

#### Se rapprocher d'un maître d'œuvre

**Pour garantir la qualité et la sécurité des travaux, il est fortement recommandé de faire appel à un architecte dès la phase de conception.** Ce professionnel saura non seulement optimiser le projet en respectant les normes en vigueur, mais aussi conseiller sur les meilleures pratiques pour une réalisation harmonieuse et durable. Selon la complexité du chantier, la désignation d'un Coordinateur en Sécurité et Protection de la Santé (SPS) peut également s'avérer nécessaire.

<https://www.architectes.org/> et <https://qualiteconstruction.com/>

#### Obligation de diagnostic

L'ordonnance du 30 mai 2018 sur la qualité de l'air intérieur (QAI) impose des obligations de diagnostic de l'air dans certains établissements recevant du public (ERP), notamment ceux accueillant des enfants, tels que les crèches, les maisons d'assistantes maternelles, les écoles maternelles et élémentaires, les collèges, et les centres de loisirs.



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
GRAND EST**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

La Région  
**Grand Est**

#### Mise en garde

Les informations contenues dans cette brochure sont fournies à titre informatif. Bien que les auteurs aient pris soin d'assurer l'exactitude des contenus, ils ne sauraient être tenus responsables d'éventuelles erreurs, omissions ou interprétations. Les lecteurs sont invités à consulter des experts pour toute application spécifique ou décision basée sur ces informations.

#### Soutiens et partenaires

Soutiens ayant impulsé le projet : Jacqueline GLAD élus & Anne HALLER Coordinatrice santé en lien avec le Contrat Local de Santé la CCPB  
Partenaires financiers : Région Grand Est / L'État avec le commissariat au Massif des Vosges.



# Bâtis Anciens, Air Sain

## Comment réussir votre projet de rénovation ?

La qualité de l'air intérieur joue un rôle clé pour notre santé et notre économie. En France, la mauvaise qualité de l'air intérieur, relative à seulement six polluants, coûte 19 milliards d'euros par an\*. Améliorer l'air chez soi ou dans les lieux publics, comme les écoles, est essentiel.

Les conseils sont simples : aérer chaque jour vos espaces de vie, été comme hiver, surtout après des activités comme le ménage ou la cuisine. Assurer aussi une bonne ventilation et entretenir régulièrement vos équipements !

Créer un environnement totalement sain est un défi.

C'est pourquoi les travaux de rénovation doivent être réalisés avec soin pour limiter les risques de pollution chimique et de contamination biologique.

\* Voir : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/qualitelair-interieur>



**Cette brochure vous guidera pas à pas pour réussir une rénovation saine de votre patrimoine bâti.**

### Brochure QAI

La qualité de l'air dans les projets de rénovation

### Édition

SYCOPARC \_ Parc naturel régional des Vosges du Nord

### Contribution éditoriale et révision

Suzanne Déoux, médecin ORL, professeur associé honoraire à l'Université d'Angers, initiatrice de l'ingénierie de santé dans le cadre bâti et urbain, présidente de Bâtiment Santé Plus  
Des ouvrages et des publications de référence :  
<https://sdeoux.com>

### Rédaction, coordination et cartographie :

Pascal Demoulin, chargé de mission architecture et gestion des espaces urbains au SYCOPARC  
Léa Messner Pflumio, Chargée de mission observatoire du territoire et urbanisme

### Conception graphique, illustration et mise en page

DIE DREI L'agence graphique / [www.agencediedrei.fr](http://www.agencediedrei.fr)

### Relecture et correction :

Claude SAINT-DIZIER, CSDcorrections

### Fabrication

Papier recyclé \_type Cyclus & Impression \_ type Imprim'Vert®

### Date de publication

Version N°1 / Juin 2025

### Mentions légales

- Droits de reproduction : "Avec l'accord du SYCOPARC, la reproduction et la diffusion à des fins non commerciales sont autorisées, sous réserve de mentionner les sources."
- Contact pour plus d'informations :  
Maison du parc / La Petite-Pierre F\_67290  
+ 33 (0)3 88 01 49 59 / [contact@parc-vosges-nord.fr](mailto:contact@parc-vosges-nord.fr)