

Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

www.objectif.blogspot.com

Une proposition de 5 fiches thématiques

Nos modes de vie ont changé. Nous sommes de plus en plus présents dans les bâtiments en raison d'une activité professionnelle, pour effectuer des achats dans les magasins ou tout simplement pour être chez soi...

Au total, nous pouvons passer plus de 80 % de notre temps dans des lieux clos ou semi-clos.

Pour répondre aux questions que chacun d'entre nous peut se poser ou pour aider à prendre conscience de l'importance d'améliorer la qualité de l'air de nos univers clos, nous vous proposons 5 fiches d'information.



PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

SOMMAIRE

BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Fiche n°1

Les moisissures et les acariens dans les bâtiments

Fiche n°2

Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

Fiche n°3

La ventilation dans les bâtiments

Fiche n°4

Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

Fiche n°5

Identification des principaux polluants dans les bâtiments et les bonnes pratiques

Le guide de l'habitat sain

De Suzanne et Pierre DEOUX

2^e édition

Ed. Medicoéditions

La pollution de l'air intérieur

De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI

2009

Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments

2^e édition

Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique

De Jean-Claude Mengoni

2011

Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques

De Frédéric Séné

2010

Ed. Eyrolles – environnement

Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

Fiche n° 1

Les moisissures et les acariens dans les bâtiments



www.objectif.blogspot.com



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

I. Que sont les moisissures ?

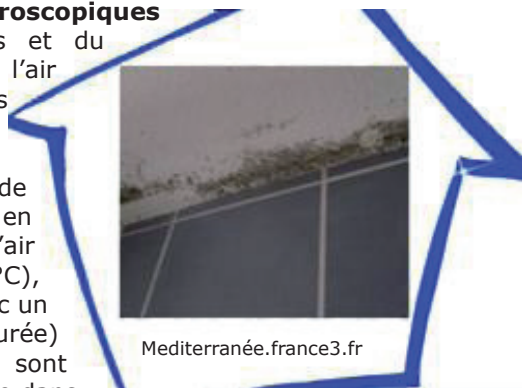
Ce sont des **champignons microscopiques** provenant des plantes, des feuilles et du sol. Ils peuvent se développer dans l'air intérieur sur des supports tels que les papiers-peints, le bois, les plantes, les moquettes, etc.

Il existe des milliers d'espèces de moisissures qui se reproduisent en libérant des spores minuscules dans l'air quand la **température** (entre 5° et 25°C), **l'humidité** (à partir de 65 - 75 % avec un optimum à 80 - 90% sur une longue durée) et la présence d'un **milieu nutritif**, sont favorables. La quantité d'eau disponible dans le matériau joue un rôle plus important que l'hygrométrie ambiante.

Dans un local chauffé et non ventilé, la prolifération des moisissures est très rapide. Si le local est humide, il faut le chauffer, ventiler et aérer suffisamment.

Ces spores dites fongiques sont de couleurs et de formes variées. Elles peuvent survivre très longtemps dans des conditions défavorables et se dispersent facilement sous l'influence d'un courant d'air, d'un choc ou d'un frottement. En concentration importante, elles sont responsables de maladies respiratoires.

Concernant le ou la mэрule, appelé(e) aussi "mэрule des maisons", qui est aussi un champignon, il se développe dans les endroits humides avec une température oscillant entre 20 et 26° à l'abri de la lumière dans une atmosphère confinée. Ce champignon se développe principalement sur les résineux et tous matériaux contenant de la cellulose.



II. Les causes de présence potentielle de moisissures dans un habitat

Les spores fongiques pénètrent dans les bâtiments par les ouvertures avec la poussière mais aussi avec les occupants (chaussures, vêtements). Elles se développent ensuite dans les espaces clos, mal ventilés, chauds, humides, sombres et notamment :

- sur les surfaces des murs présentant une humidité importante (salle de bains, cuisine, parois endommagées par des dégâts des eaux). Dans certains cas, le développement des moisissures est caché, s'effectuant par exemple derrière le papier-peint.
- aux zones de condensation sur les points froids (angles des pièces, dessous de fenêtres, ponts thermiques, etc).
- dans les interstices des parois lorsque l'humidité intérieure est évacuée par les fuites d'air dans l'enveloppe du bâti.
- sur les bouches d'extraction d'air.
- dans les matelas qui sont des réservoirs importants pouvant contenir jusqu'à 10 millions de spores / gramme de poussière.
- sur des substrats favorables contenant des sources de carbone et d'azote, de la cellulose (papier-peint, bois, matériaux dérivés du bois), des liants organiques si les conditions d'humidité sont propices.
- dans d'autres substrats comme ceux des plantes.
- dans les poussières de maisons, le liège, les matériaux de maçonnerie, les moquettes, les tapisseries, les colles, les enduits et mastics, les matériaux d'isolations, etc.

Une enquête sur le logement réalisée en 2006 par l'INSEE montre que 23% des logements seraient contaminés par des moisissures.

Humidité + température + nourriture = cocktail idéal pour le développement de moisissures.

La composition de certains matériaux et leur capacité de rétention en eau apportent des éléments nutritifs nécessaires au développement des moisissures.

Le développement des moisissures doit être surveillé sur la plupart des matériaux.

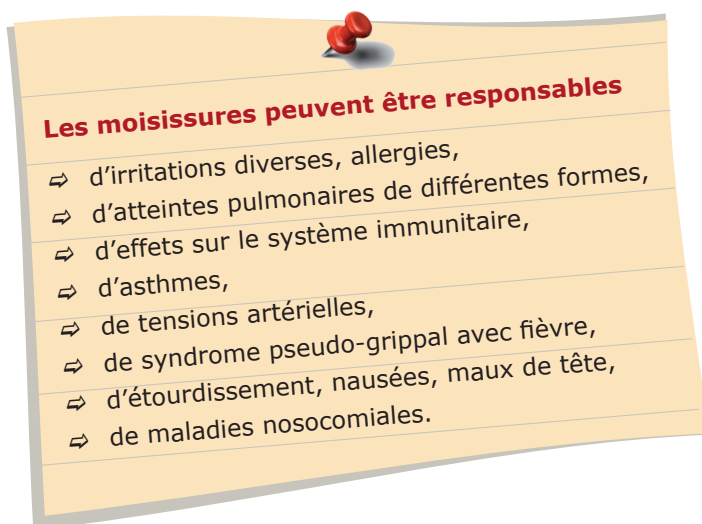
Par exemple, le développement microbien dans le plâtre est peu favorisé par la composition essentiellement minérale d'un enduit de plâtre ou des carreaux de plâtre même s'ils ont de la colle (1,4 kg pour 1,05 m² de carreau). Mais le recours multiple à des constituants organiques comme le carton, des colles et des additifs, augmentent la sensibilité aux micro-organismes de ces plaques de plâtre.

Si l'humidité relative et le renouvellement de l'air intérieur sont bien contrôlés, on n'observe pas de développement de moisissures. Les plaques de plâtre contenant des substances hydrofuges ne sont toutefois pas antifongiques.

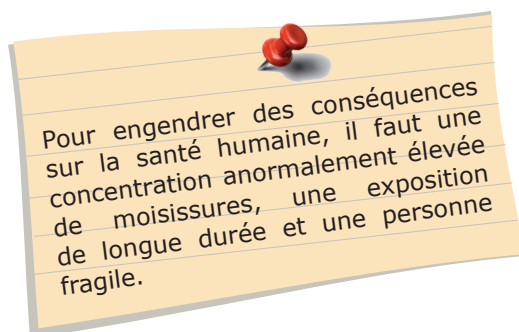
En règle générale, si un développement fongique devait intervenir sur une plaque de plâtre, il ne serait qu'en surface de cette dernière et non au cœur.

III. Les moisissures et les conséquences éventuelles sur la santé

Le métabolisme des moisissures produit une importante quantité de Composés Organiques Volatils (voir fiche n°5) responsables de « l'odeur de moisi ». Plus de 50 composés organiques volatils (notamment des alcools aliphatiques, des cétones, des terpènes) ont été mesurés à partir d'une seule spore fongique.



Il y aurait une **plus grande fréquence d'allergie à la moisissure** lorsque les personnes sensibles vivent dans un habitat à la campagne plutôt qu'en ville. La proximité de surfaces en eau et de forêts expliquerait en partie cette différence. Toutefois, les infections respiratoires chez les enfants de moins de 10 ans sont 2 fois plus fréquentes dans un appartement que dans une maison individuelle (chauffage collectif inadapté, absence de jardin augmentant le temps passé à l'intérieur, exposition de logements parfois peu ensoleillés).



IV. Comment lutter contre les moisissures

1. Le recours à des produits désinfectants

Il est possible d'utiliser des produits comme le chlorure de chaux ou en diluant 1 litre d'eau de javel dans 10 litres d'eau.

Pour les surfaces moisies, l'eau de javel non diluée peut être utilisée en 2 applications afin que le désinfectant humidifie les zones contaminées pendant au moins 15 mn. Ce traitement nécessite une importante aération du local et doit être effectué en l'absence de personnes sensibles. Les personnes effectuant ce nettoyage doivent porter des équipements de protection individuelle (masques et gants) pour éviter d'être exposées aux spores des moisissures et aux émanations de l'eau de javel.

2. Le remplacement de matériaux contaminés

Si l'attaque des moisissures concerne des matériaux à base de cellulose, l'enlèvement ou la destruction des supports contaminés (papiers, plaque de plâtre sur support en carton, laine minérale, etc) doit éviter toute libération de spores allergéniques et toxiques dans l'air ambiant et prévenir toute exposition des opérateurs.

L'application d'un film plastique adhésif sur les surfaces moisies avant enlèvement empêche la dispersion des spores. Dans certains cas, les techniques d'enlèvement peuvent être similaires à celles de l'amiante.

3. Dans une maison, le taux d'humidité doit être compris entre 40 et 60 %

C'est le moyen de prévention efficace pour éviter le développement de moisissures et d'acariens.

Il est préconisé de maintenir dans les maisons un taux d'humidité < à 45 % pour éviter le développement des acariens (en dessous de 30 % il y a des risques de dessèchement de muqueuses respiratoires ne pouvant plus arrêter les germes pathogènes).

4. Le choix de l'orientation de certaines pièces et des ouvertures

Éviter qu'un bâtiment soit constamment à l'ombre : la teneur en spore de moisissures est très importante dans les logements qui ne sont jamais ensoleillés.

Éviter les chambres au nord : l'incidence de l'allergie aux acariens y est plus grande que dans les autres expositions. Le manque d'ensoleillement favorise le développement de ces micro-organismes.

5. Des solutions techniques pour lutter contre l'humidité venant du sol

Réaliser une étanchéité à base de bitume, avec un film polyane ou encore avec un mortier imperméable. Un système de drainage entourant le bâtiment complète l'action des différentes barrières.

V. Le rôle des plantes d'intérieur

Durant la journée, une plante en milieu fermé va contribuer à l'oxygénation du lieu par la photosynthèse.

Mais une plante a aussi besoin de respirer, et en conséquence elle émet de la vapeur d'eau en petite quantité. Un nombre trop important de plantes dans une pièce peut contribuer à l'augmentation de l'humidité de l'air.

Par ailleurs, des moisissures peuvent se développer sur la terre trop humide et les résidus végétaux des supports dans lesquels sont les plantes.

Il conviendra de ne pas trop arroser une plante, de nettoyer le pot et de veiller à retourner la terre pour éviter l'installation de moisissures blanches.



VI. Les acariens : un biocontaminant ou allergène certain

Ce sont des êtres vivants microscopiques que l'on peut rencontrer dans le papier-peint, les matelas, les sommiers, les coussins, couvertures, oreillers, moquettes, canapés revêtus de textile...

Pour se développer et proliférer, les acariens ont besoin d'une température comprise entre 15 et 25° C (optimum entre 22 et 24° C), d'un taux d'humidité entre 65 et 80 % et d'un milieu nutritif favorable (peau morte que nous perdons sans le savoir, leur propre déjection, cadavres de leurs congénères).

Contrairement aux moisissures, aucun matériau de construction ou d'équipement lié à l'habitat ne contribue au milieu nutritif de ces insectes.

Les acariens et leurs déjections déclenchent des réactions allergiques et sont responsables de symptômes asthmatiques.

Quelles solutions possibles contre les acariens :

Les acariens disparaissent avec la sécheresse de l'air et l'intensité des rayons ultraviolets.

Plus largement, en ouvrant ses fenêtres, l'air frais du matin peut contribuer à leur élimination.

Une humidité relative maintenue en dessous de 50 %, diminuera la prolifération des acariens.

Pour les éradiquer, il est préconisé d'avoir recours à un aspirateur équipé d'un filtre Haute Efficacité pour Particules Acariennes (HEPA) et au lavage régulier à 60° C des draps, coussins et autres rideaux et peluches.



BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Le guide de l'habitat sain
De Suzanne et Pierre DEOUX 2^e édition
Ed. Medicoeditions

La pollution de l'air intérieur
De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI 2009
Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments
2^e édition
Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique
De Jean-Claude Mengoni 2011
Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques
De Frédéric Séné 2010
Ed. Eyrolles – environnement

ENSEMBLE DES FICHES RÉALISÉES :

 Fiche n°1

Les moisissures et les acariens dans les bâtiments

Fiche n°2
Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

Fiche n°3
La ventilation dans les bâtiments

Fiche n°4
Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

Fiche n°5
Identification des principaux polluants dans les bâtiments
et les bonnes pratiques

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement du Limousin**

22, rue des Pénitents Blancs
CS 53218 - 87032 Limoges cedex
Tél : 05 55 12 90 00 - Fax : 05 55 34 66 45
Mél : DREAL-Limousin@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de publication : Robert MAUD
Chef de projet : Guillaume BOURJOL
Rédaction : CHELD/QCE BTP

Avec la collaboration des CETE-Ouest et Nord-Picardie et de l'ARS Limousin
Réalisation DREAL/Communication : Jean-Michel PLUMART



Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

Fiche n° 2

Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments



www.objectif.blogspot.com

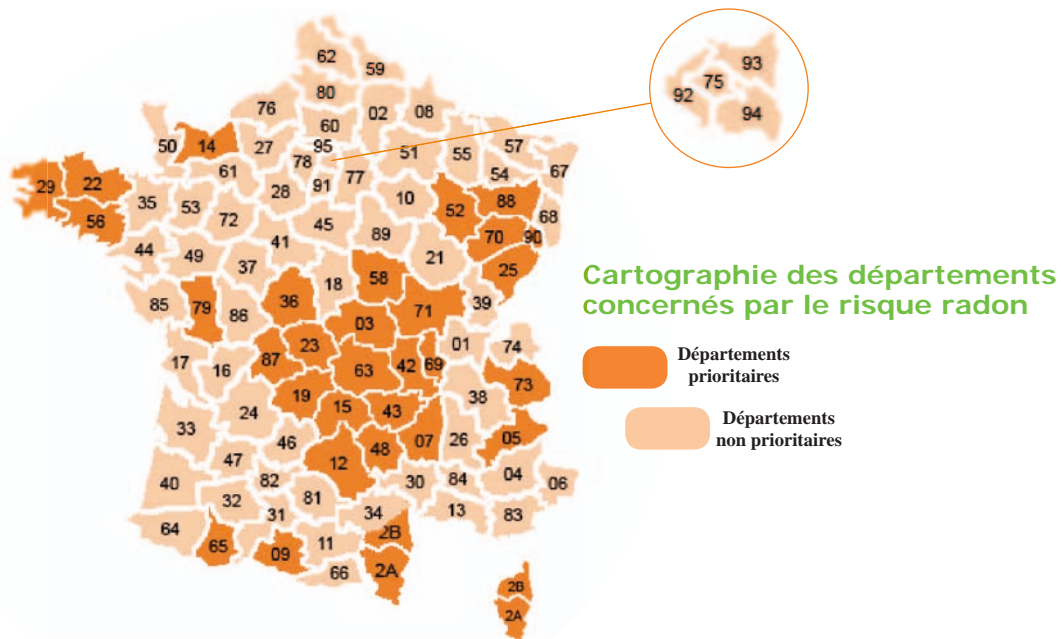


PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

I. Définition et situation réglementaire

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il est inodore et incolore.

Ce gaz est issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre et plus particulièrement dans les roches éruptives (granitiques et volcaniques) voire aussi dans les roches sédimentaires (argileuses, calcaires, etc).



On mesure l'activité volumique du radon en Becquerel/m³ d'air (Bq/m³). La teneur en radon dans l'air extérieur est en général très faible, en moyenne entre 5 et 15 Bq/m³.

Dans un bâtiment, il est recommandé d'entreprendre des actions correctives si la concentration en radon dépasse 400 Bq/m³ et elles s'imposent au-delà de 1000 Bq/m³. Le seuil de 400 Bq/m³ est susceptible de passer à 300 Bq/m³, voire à 200 Bq/m³ (projet de directive européenne).

La concentration de radon dans le sol dépend de la quantité de radium et d'uranium naturellement présents dans le sol. Le radon étant 9 fois plus lourd que l'air, il a tendance à s'accumuler dans les pièces les plus basses et les moins ventilées.

En France, un décret du **4 avril 2002** s'applique pour certaines catégories des lieux ouverts au public dans 31 départements dits prioritaires (voir cartographie ci-contre) :

- ⇒ les établissements d'enseignement (y compris les bâtiments d'internat)
- ⇒ les établissements sanitaires et sociaux disposant d'une capacité d'hébergement
- ⇒ les établissements thermaux
- ⇒ les établissements pénitentiaires

Les propriétaires des établissements concernés par le décret du **4 avril 2002**, doivent faire réaliser un dépistage du radon tous les 10 ans et mettre en oeuvre des actions correctives si le dépistage fait apparaître des concentrations moyennes annuelles supérieures à 400 Bq/m³.

Un dépistage de l'activité volumique du radon est aussi prévu dans certains lieux accueillant des activités ou catégories d'activités professionnelles exercées en milieu souterrain (Arrêté du 7 août 2008 relatif à la gestion du risque lié au radon dans les lieux de travail).

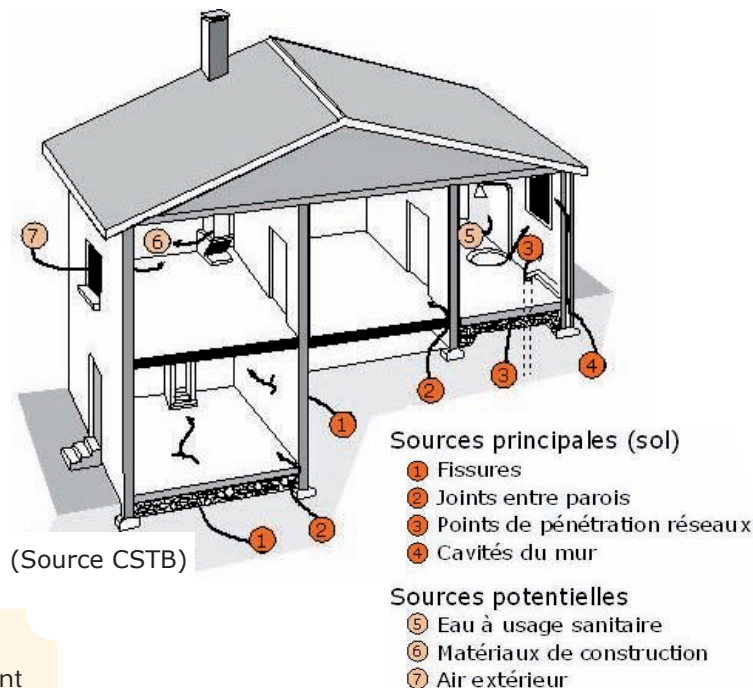
Ces mesures sont réalisées par des organismes agréés à minima de niveau N1A délivré par l'Autorité de Sécurité Nucléaire (Décision n° 2009-DC-0134 du 07 avril 2009 de l'ASN en application de la réglementation actuelle).

L'habitat privé n'est pas, en l'état actuel de la réglementation, concerné par un dépistage du radon.

II. La présence potentielle de radon et de radioactivité naturelle dans un bâtiment

Des émissions potentiellement plus importantes en raison des défauts d'étanchéité

Dans un département concerné par le risque radon, ce sont principalement tous les défauts d'étanchéité d'un bâtiment par rapport au sol qui permettent à ce gaz de s'infiltrer dans les constructions. Le radon étant gazeux, il cherche à rejoindre la surface par les plus petits trous, les microfissures de la dalle, les défauts de jointure entre la dalle et les murs, les minuscules craquelures des fondations en parpaings ou à travers certains matériaux.



Des émissions potentiellement importantes pour certains matériaux

Le dégagement de radon sera moyen si la roche est composée d'argile, de grès ou de schistes argileux. Par contre, l'ardoise peut avoir des teneurs élevées en radioéléments. Le dégagement en radon sera élevé si la roche est granitique (roches magmatiques acides), poreuse, fissurée ou métamorphique (schistes alunifères, gneiss).

Les pierres

Certaines pierres de construction peuvent avoir une teneur en radioéléments naturelle et variable selon leur teneur en radium. Ainsi, dans les roches sédimentaires (pierres calcaires) très compactes, les émissions de radon sont généralement faibles. Toutefois, le calcaire même s'il a une faible concentration en radium, il peut avoir un taux d'exhalation élevé et peut contribuer légèrement à l'exposition au radon.

Une émission potentielle en moyenne faible pour d'autres matériaux

Le plâtre

Le plâtre naturel contient très peu de radioéléments. Il possède avec le marbre une radioactivité naturelle parmi les plus basses des matériaux de construction minéraux. Le désulfogypse contenu dans le plâtre a aussi une activité faible. En revanche les plâtres contenant des gypses synthétiques, comme le phosphogypse, ont une concentration plus élevée en radioéléments naturels. La France a abandonné ce gypse depuis le début des années 80.

Le bois

La radioactivité naturelle du bois est très basse avec des valeurs les plus basses pour le bouleau et les plus élevées pour le pin. Dans une région à risque radon, le bois n'assure pas une étanchéité suffisante du bâtiment par rapport au sol. En suède dans les maisons avec un plancher bois directement construit sur un sol riche en radon, ce gaz était présent à des concentrations élevées.

Le béton

Les blocs en béton de ciment creux sont classés dans les produits à très faible émissions radioactives. Toutefois le recours dans certaines fabrications à des cendres volantes de centrales thermiques ou de laitiers issus de hauts fourneaux même en petite quantité peut conduire à des valeurs supérieures. Mais si le taux d'exhalation du radon peut varier selon les bétons d'un facteur 30, il est cependant bien inférieur à celui des granits. Les blocs de béton cellulaire ont une très faible radioactivité.

III. Les autres causes de la présence potentielle de radon dans un bâtiment

Dans les zones géographiques concernées, les concentrations potentielles du radon à l'intérieur des habitations peuvent varier avec un facteur 10 selon les situations, lesquelles peuvent se juxtaposer :

- ⇒ selon la saison : plus importantes en hiver,
- ⇒ selon le moment de la journée : maxima la nuit, faibles le jour,
- ⇒ selon le lieu : plus importantes dans les étages inférieurs ou au niveau du sol sous-jacent,
- ⇒ selon le mode de vie des habitants : ouverture des portes et des fenêtres (aération).

Le radon dans l'eau

La concentration en radon dans l'eau à usage domestique est souvent négligeable. Par contre, il peut être présent à une importante concentration dans les tuyauteries

(lesquelles ne sont jamais totalement étanches). C'est son dégazage qui risque de constituer ponctuellement une source significative de présence de radon dans un bâtiment. Le radon s'échappant du robinet ou d'une pomme de douche dans lequel il peut être emprisonné va polluer l'air ambiant entraînant une exposition par inhalation.

La quantité de radon augmente durant les 7 premières minutes d'une douche, décroît ensuite et retrouve, au bout d'une heure et demie, la teneur antérieure à la douche.

En Finlande, pays très riche en radon, il a été mesuré des concentrations de radon dans les salles de bain 40 fois plus importantes que dans les salles de séjour.

Le risque d'ingérer du radon par une consommation directe d'eau de distribution ou d'eau douce mise en bouteille est très faible (source d'apport en radon issue de l'eau du robinet = 0,2 %).

Toutefois, il existe des méthodes efficaces d'élimination du radon dans l'eau potable comme le recours à du charbon actif en grains (efficacité entre 70 et 100 %).

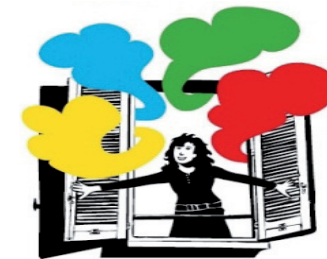


neo-planete.com

Le radon et les températures d'un bâtiment

L'infiltration du radon dans les bâtiments, outre le fait que cela puisse être dû aux défauts d'étanchéité de ce dernier, est principalement favorisée par ce qui est communément appelé « l'effet cheminée ». L'effet cheminée correspond à la montée d'air chaud dans les maisons provoquant dans la cave et les étages inférieurs une faible dépression. Il s'ensuit donc une aspiration, qui peut être amplifiée par un ventilateur, une cheminée, une hotte aspirante, un sèche-linge et tout système de ventilation qui extrait l'air par tirage thermique ou mécanique.

En hiver, la concentration de radon est plus élevée qu'en été, du fait d'une part, d'un chauffage accroissant la différence de température avec l'extérieur, la conséquence étant l'augmentation de l'effet cheminée. D'autre part, une aération moindre du bâtiment en raison d'un changement de comportement des occupants et la présence d'appareils de combustion comme les poêles à bois ne disposant pas d'entrée d'air neuf spécifique ou les cheminées qui sont d'importants consommateurs d'air, ajoute à la concentration du radon dans l'habitat par une aspiration accrue du radon émanant du sol.



Le radon et la ventilation (voir aussi la fiche n°3)

La présence de radon accumulé dans un bâtiment peut être révélatrice d'une mauvaise qualité de l'air intérieur (bâtiment pas assez étanche et/ou mal ventilé).

L'aération et la ventilation des pièces des maisons, des sous-sols, des vides sanitaires diminuent les concentrations intérieures de radon. Concernant la ventilation, il conviendra de faire attention à son installation afin de ne pas créer une mise en dépression du bâtiment et ainsi attirer davantage de radon (Il faut s'assurer que les flux entrants soient égaux ou supérieurs aux flux sortants). Des défauts de maintenance du système de ventilation notamment l'encrassement des entrées et des sorties d'air peuvent accentuer la mauvaise évacuation des polluants dont le radon.



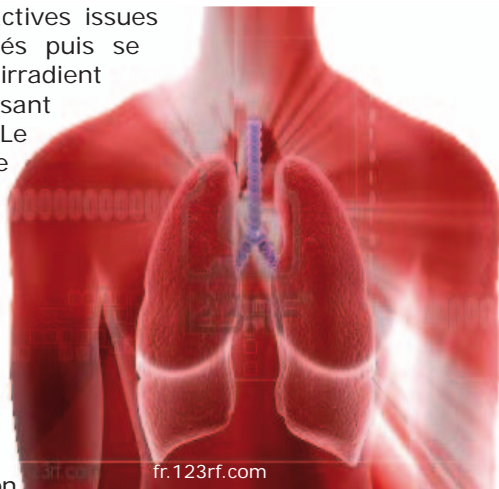
IV Les conséquences du radon sur la santé

Le radon et les particules radioactives issues de sa désintégration sont inhalés puis se déposent dans les poumons et irradient les tissus pulmonaires, accroissant le risque de cancer du poumon. Le risque dépend de la quantité de radon inhalée. Il est donc en relation avec la concentration de radon dans l'air et le volume d'air respiré, mais aussi du temps d'exposition.

Depuis 1987 le radon est reconnu cancérigène pulmonaire par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). D'après les études internationales, le radon serait **responsable de 10 à 30 % des cancers du poumon**. C'est le deuxième facteur de risque de ce type de cancer après le tabac. Une exposition simultanée au tabac et au radon augmente très fortement ce risque.

Selon l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), l'estimation indirecte des risques conduit à attribuer en moyenne au radon, 2000 cas de cancers du poumon par an en France.

Environ 10 % de la dose moyenne de radon reçue par les poumons seraient délivrés aux reins et 1 à 2 % aux os et à la moelle osseuse.



V Les solutions possibles

Comment savoir s'il y a du radon dans un habitat ?

Tout occupant d'un logement peut librement dépister la présence de radon en se procurant un ou des détecteurs, lesquels devront être installés dans des conditions et des endroits précis du bâtiment sur une période continue de 2 mois minimum entre le 15 septembre de l'année N et le 30 avril de l'année N+1.

La société ou l'organisme qui peut vendre un détecteur, apporte les recommandations nécessaires liées à l'installation du détecteur. Le prix d'un détecteur (une trentaine d'euros) comprend les analyses assurées par un laboratoire.

Pour savoir comment se procurer un détecteur et connaître la liste des sociétés ou organismes agréés, il convient de se rapprocher d'une Agence Régionale de Santé (ARS) ou d'une délégation territoriale (antenne des ARS) existant dans chaque département (Liste disponible aussi sur le site Internet de l'Autorité de Sécurité Nucléaire).



Exemple d'un détecteur : un dosimètre dit « ouvert »

Il existe 4 techniques principales pour faire abaisser la concentration du radon dans l'air intérieur

- 1 Boucher toutes les fissures des planchers et des murs, afin d'assurer une bonne étanchéité entre le bâtiment et son sous-sol.**

De nombreux produits peuvent être utilisés comme des joints de colmatage, de fissures ou de petits orifices ou des joints d'étanchéité autour de canalisations. Ils doivent avoir une élasticité suffisante pour s'accommoder d'une expansion ou de contractions liées à une variation thermique ou à un mouvement de terrain. L'obturation de trous plus larges peut être par exemple réalisée avec du ciment ou du sable associé à une émulsion de polymère qui renforce l'adhésion, rend plus élastique et prévient les fissures ultérieures du mortier.

Lors d'une construction, il peut être intéressant que le bâtiment soit construit sur vide sanitaire ventilé ou que soient mis en place des drains sous la construction, auxquels on pourra utilement relier une extraction mécanique.

Actuellement, l'efficacité de membranes d'étanchéité n'est pas reconnue par les centres d'étude du ministère en charge du logement. Cependant, leur usage n'est pas interdit, et souvent utile en complément d'autres techniques.



- 2 Diluer le radon en aérant fréquemment, par exemple le matin avant de commencer la journée et le soir en revenant du travail, ou en installant une ventilation mécanique contrôlée qui limite la dépression naturelle dans le bâtiment et évite ainsi l'entrée du radon.**

Toutefois, l'aération ou la ventilation comme seule technique de réduction du radon est parfois insuffisante en particulier pour les fortes concentrations en radon (notamment si on n'a pas respecté le 1 ci-avant).

Le système de ventilation double-flux en équilibre est très adapté, et la mise en surpression du bâtiment est conseillée (elle évite l'infiltration d'air parasite pollué et de radon). Mais cette dernière perd un peu d'efficacité lors d'ouverture de fenêtres.

- 3 Améliorer l'étanchéité des parois et portes existantes séparant la zone habitée du sous-sol.**

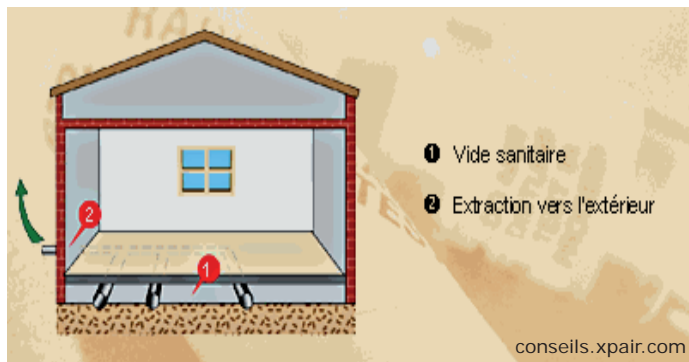
Les portes ou toute ouverture donnant sur une cave doivent être rendues étanches. La solution pourra être apportée par la mise en place de joints d'étanchéité élastiques (à lèvres ou creux). Ces joints devront être adaptés, correctement installés et de manière continue. Les trous de serrures devront être obturés.

Avec une maison construite en granite si elle a un parement intérieur adéquat, les particules émises par le radon seront arrêtées. En exemple, les pierres en silicate fabriquées avec de la chaux, du sable, et de l'eau sous haute pression n'émettent ni radioactivité, ni substances toxiques. Les papiers-peints peuvent contribuer à diminuer l'émission de radon des parois qui auraient été réalisées en carreaux de plâtre à base de phosphogypse, lesquels contiennent des radioéléments naturels).

En présence d'un sol en terre battue, il est nécessaire de le couvrir par un dallage (en béton, résine ou bentonite) avec en complément la pose d'une membrane étanche à l'air sous le dallage (attention aux jonctions de membrane avec les parois verticales).

Il peut être judicieux de prévoir une couche de gravier sous le dallage avec un point d'extraction pour le cas où une mise en dépression ultérieure sous le dallage s'avèrerait nécessaire.

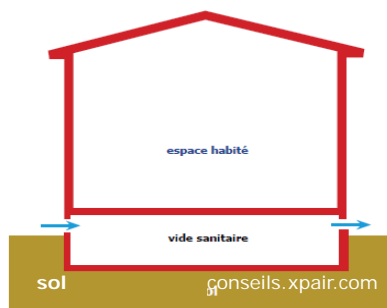
4 Des solutions d'une mise en dépression de l'interface sol-bâtiment



Une première solution peut consister à **prévoir un vide sanitaire avec la pose de drains** et l'évacuation du radon vers l'extérieur par extraction mécanique si nécessaire. C'est une forme de mise en dépression de l'interface sol-bâtiment.

Il est aussi possible de traiter l'interface sol/bâtiment en **ventilant le vide sanitaire ou la cave par aération naturelle**.

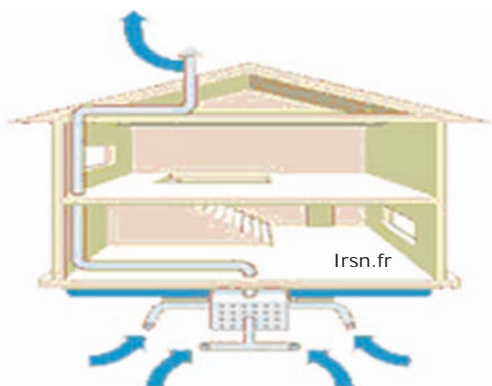
Mais il conviendra de protéger toute canalisation contre le gel, mais aussi de veiller au risque de refoulement de la chaudière.



En résumé, plus la surface de contact sol-bâtiment sera faible, moins il y a de possibilité de pénétration du radon.

Ainsi dans les 31 départements prioritaires présentant des concentrations moyennes de radon élevées, il est préférable de :

- ⇒ ne pas construire de bâtiments enterrés ou semi-enterrés. Des parois verticales enterrées augmentent la surface d'échange entre le sol et le bâtiment et l'infiltration de radon,
- ⇒ assurer l'étanchéité entre le bâtiment et son sous-sol,
- ⇒ veiller à la bonne aération du bâtiment et de son soubassement (vide sanitaire, cave, etc),
- ⇒ éviter l'installation de puits canadiens ou à la condition de respecter scrupuleusement les règles d'installation et surtout d'entretien et de contrôle.



Drainage du radon par mise en dépression du sol sous-jacent au bâtiment

Enfin, une troisième solution de mise en dépression de l'interface sol-bâtiment consiste à prévoir un dallage sur terre-plein. Concrètement, **plusieurs points d'aspiration (puisards) peuvent être installés** dans une couche de graviers d'au moins 20 cm (le radon circule mieux dans les terrains peu compacts comme le gravier), recouverte en complément par une membrane d'étanchéité. La dépressurisation du sol diminue grandement la pénétration du radon. Ce principe peut être aussi réalisé sur vide sanitaire (technique SDS : système de dépressurisation des sols).

BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Le guide de l'habitat sain
De Suzanne et Pierre DEOUX 2^e édition
Ed. Medicoeditions

La pollution de l'air intérieur
De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI 2009
Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments
2^e édition
Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique
De Jean-Claude Mengoni 2011
Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques
De Frédéric Séné 2010
Ed. Eyrolles – environnement

ENSEMBLE DES FICHES RÉALISÉES :

Fiche n° 1
Les moisissures et les acariens dans les bâtiments



Fiche n° 2

Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

Fiche n° 3
La ventilation dans les bâtiments

Fiche n° 4
Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

Fiche n° 5
Identification des principaux polluants dans les bâtiments
et les bonnes pratiques

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement du Limousin**

22, rue des Pénitents Blancs
CS 53218 - 87032 Limoges cedex
Tél : 05 55 12 90 00 - Fax : 05 55 34 66 45
Mél : DREAL-Limousin@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de publication : Robert MAUD
Chef de projet : Guillaume BOURJOL
Rédaction : CHELD/QCE BTP

Avec la collaboration des CETE-Ouest et Nord-Picardie et de l'ARS Limousin
Réalisation DREAL/Communication : Jean-Michel PLUMART



Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

Fiche n° 3

La ventilation dans les bâtiments

www.objectif.blogspot.com



PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

Pourquoi renouveler l'air intérieur ?

- ⇒ Pour évacuer la vapeur d'eau afin de maintenir un taux d'humidité dans des proportions favorisant le bien-être en évitant la condensation.
- ⇒ Pour évacuer les polluants tels que les COV (voir fiche n°5).
- ⇒ Pour évacuer le radon dans les régions concernées (voir fiche n°2).
- ⇒ Pour apporter de l'air neuf extérieur, moins vicié que l'air intérieur.

Distinguer aération et ventilation



Aération : c'est l'ouverture des portes et des fenêtres. Cette action volontaire participe à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur des locaux. On parle aussi à tort de « ventilation naturelle » par défaut d'étanchéité de l'enveloppe des bâtiments et ouverture des fenêtres.



Ventilation : c'est le renouvellement général d'air dans un bâtiment par entrée d'air neuf extérieur et sortie d'air intérieur vicié, grâce à un dispositif naturel ou mécanique, lequel assure en permanence des débits d'air minimaux.

Une ventilation insuffisante est l'une des causes principales de la mauvaise qualité de l'air intérieur d'un bâtiment.

Si un bâtiment est mal ventilé, la quantité de CO₂ rejeté par ses occupants pourra être le témoin d'un confinement : la recommandation sanitaire est de 1.000 ppm*. Au-delà de 2.000 ppm, il peut y avoir apparition de maux de tête, d'une fatigue générale, de somnolence.

* particules par million

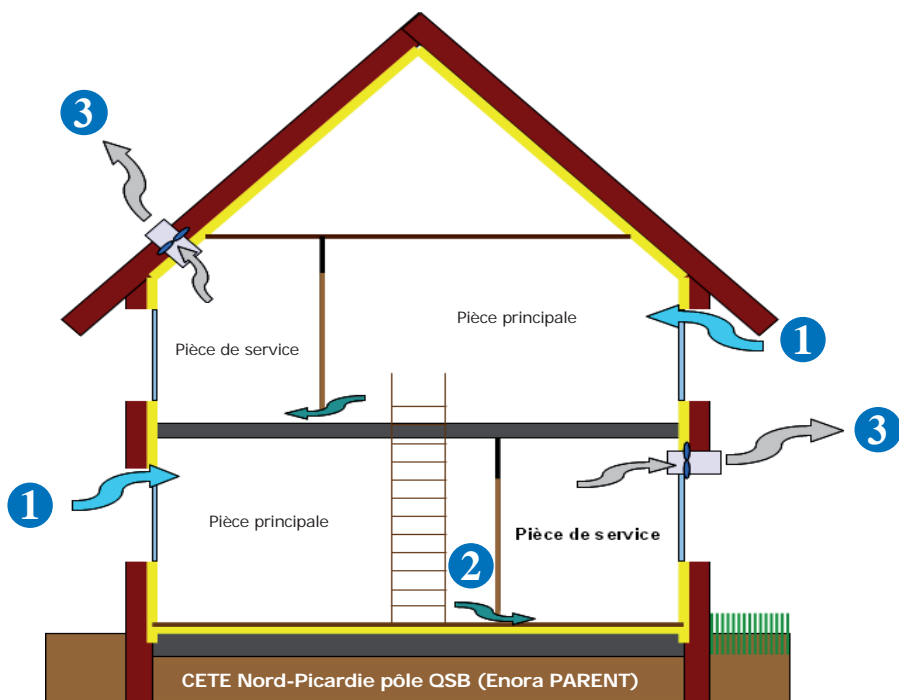
Dans les bâtiments équipés d'un système de ventilation :

- Le Règlement Sanitaire Départemental impose un débit minimum d'air neuf en fonction des bâtiments.
- Pour les lieux de travail, c'est le Code du travail qui s'impose.
- Pour les lieux d'habitation, c'est l'arrêté du 24 mars 1982 modifié par l'arrêté du 28 octobre 1983 qui s'applique actuellement.

* particules par million

La ventilation naturelle

Principe de fonctionnement



L'air est mis en mouvement par des phénomènes naturels de force du vent et de tirage thermique, dû à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, créant ainsi un mouvement d'air (c'est le balayage naturel).

Ce type de ventilation est le plus représentatif du parc de bâtiments français, dont la majorité date d'avant 1970 (source MEDDTL 2002).

La ventilation naturelle consiste en un renouvellement permanent d'air neuf réalisé par :

- les ouvertures dans les pièces principales intégrées dans les portes, les fenêtres et/ou dans les murs (grille d'aération) ①
- une ouverture de transfert vers les autres pièces (grille ou ouverture sous les portes intérieures) ②
- les grilles d'évacuation dans les pièces de service à forte humidité (cuisine, sanitaires) où l'air est évacué par un conduit vertical muni notamment de cornières pour empêcher le refoulement (conduit de type shunt) et débouchant en toiture au moins à 50 cm au-dessus du faîtage de la maison ③
- les ouvertures de transfert vers les autres pièces (jour sous les portes intérieures : c'est le détalonnage des portes)

Les grilles peuvent être réglables manuellement ou autoréglables (la quantité d'air entrante est constante, indépendante de la vitesse du vent).

😊 Avantages

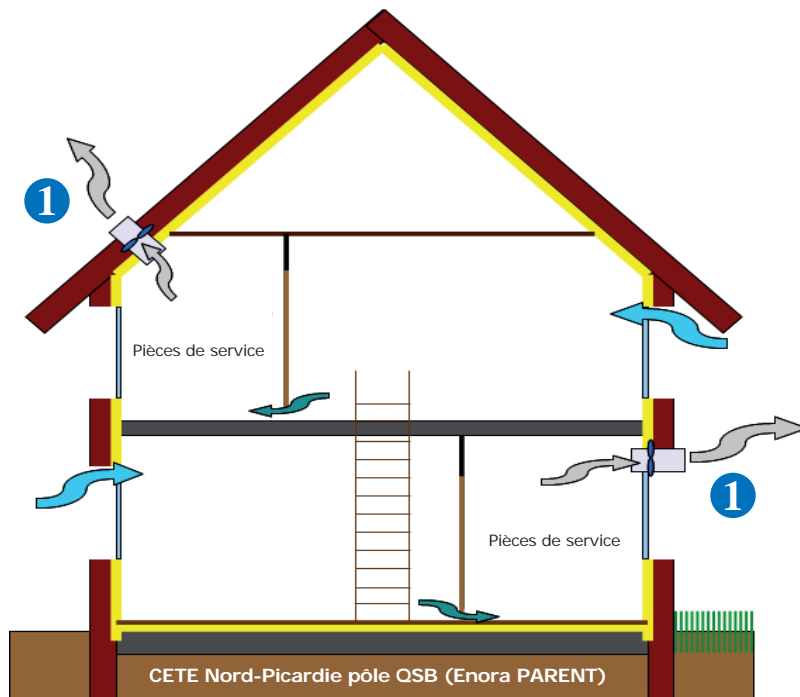
- Système facile à installer
- Système économique avec un entretien peu contraignant
- Sans bruit

☹️ Inconvénients

- Air non filtré
- Les mouvements d'air continus créés entraînent une perte importante de la chaleur du bâtiment
- Le renouvellement de l'air est fonction des saisons

La VNA (ventilation naturelle assistée ou Ventilation naturelle hybride)

Principes de fonctionnement



Le principe de fonctionnement est le même que dans le cas d'une ventilation naturelle.

La différence réside dans l'installation supplémentaire d'une assistance mécanique à certains endroits ① pour assurer des débits minimum : cas d'une ouverture hygroréglable (les entrées d'air et les bouches d'extraction ont des sections variables avec l'humidité qui règne dans le logement).

Il existe divers types de VNA :

■ la ventilation naturelle assistée par induction .

Elle consiste à insuffler au centre des conduits un jet d'air à grande vitesse en partie supérieure ou en partie inférieure des conduits. L'air soufflé est introduit par des buses installées à l'extérieur et reliées par un réseau avec un ventilateur situé en partie basse du bâtiment.

■ La ventilation naturelle assistée par extracteur stato-mécanique.

Elle utilise un dispositif d'extraction mécanique coiffant les conduits de ventilation. L'assistance mécanique à la ventilation naturelle est déclenchée par programmation à l'aide d'une horloge selon les besoins où à l'aide d'un thermostat asservi à la température extérieure (c'est la température extérieure qui déclenche l'extracteur pour assurer une ventilation suffisante).

■ La Ventilation Naturelle Répartie (VNR).

Dans ce cas les extractions se font indépendamment les unes des autres. Les passages d'air ne sont pas reliés entre eux d'une pièce à une autre.

😊 Avantages

- Système économique
- Sans bruit

☹️ Inconvénients

- Air non filtré
- Perte de chaleur ou de fraîcheur accumulés dans le bâti

La VNC (ventilation naturelle contrôlée)

Elle fonctionne sans dispositif mécanique (moteur). L'air entre dans le logement par une serre bioclimatique. Il est préchauffé durant la journée dans la serre et aussi pendant son transit dans un mur capteur. Il est transmis dans les pièces par convection naturelle par des bouches hygroréglables.

L'extraction se fait dans les pièces d'eau ou pièces humides et dans la cuisine par des bouches hygroréglables du même type.

On peut adjoindre des filtres à pollen et un ventilateur au niveau de la serre. Ce dernier se met en route et augmente le débit de ventilation lorsque la température intérieure de la serre dépasse une valeur programmable. La ventilation est coupée les jours d'été ou de forte chaleur.

Avantages

- Technologie peu coûteuse avec un entretien peu contraignant
- Consommation électrique faible et sans bruit

Inconvénients

- Débit de ventilation faible
- Qualité de l'air non optimale

La VMR (ventilation mécanique répartie)

Une VMR est un système constitué de bouches d'extraction (aérateurs équipés de ventilateurs ④) motorisées situées au niveau des murs des pièces humides et rejetant directement l'air vicié à l'extérieur

L'air rentre par les entrées d'air du séjour et chambres ①, passe sous les portes (détalonnage) ② et il est extrait dans les pièces humides et cuisines. ③
C'est le principe de ventilation par balayage du logement.

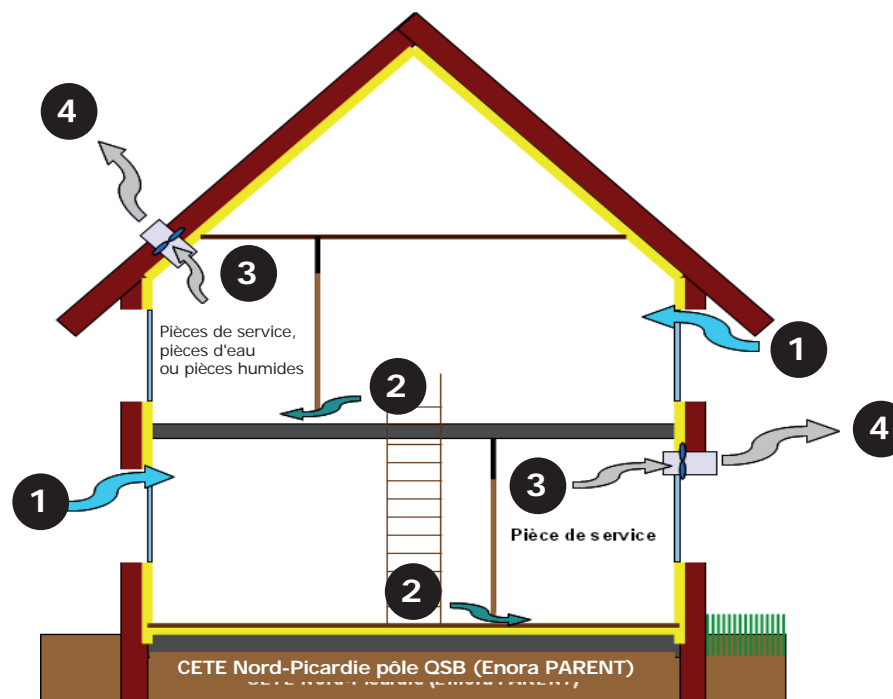
Avantages

- Solution adaptée en rénovation car ne nécessite pas de réseau de gaines
- Opérations d'entretiens simplifiés

Inconvénients

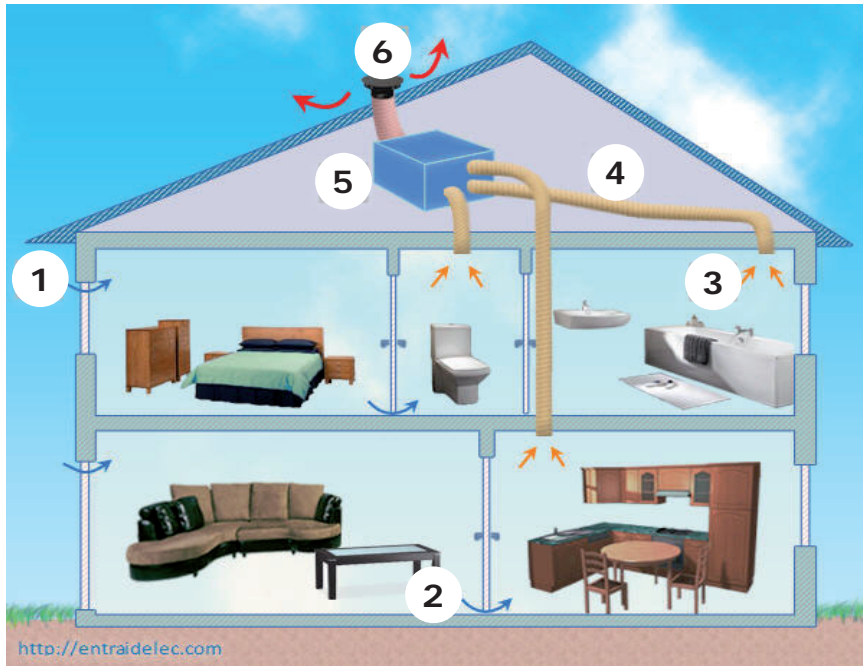
- Système souvent bruyant et jugé peu efficace
- Perte de chaleur accumulée dans le bâti
- Air non filtré

Principe de fonctionnement



La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux (dite standard, autoréglable ou encore hygroréglable)

Principe de fonctionnement



- ① Entrée d'air autoréglable (hygro A) ou hygroréglable (hygro B)
- ② Détalonnage des portes
- ③ Bouches d'extraction
- ④ Conduits d'extraction
- ⑤ Extracteur hygroréglable (ventilateur)
- ⑥ Rejet d'air

L'air vicié est extrait des pièces dites humides (salle de bains, cuisine, etc) via des bouches reliées à un ventilateur. L'air neuf extérieur entre par dépression dans les chambres et le séjour via des ouïes de ventilation qui sont prévues dans les portes et les fenêtres. Le débit d'air est constant.

Le logement est mis sous faible dépression (environ 100 pascals) par rapport à l'extérieur.

La ventilation qui fonctionne en permanence, peut être à 2 vitesses (une réduite et une accélérée en cas de présence d'odeurs ou d'humidité) ou à vitesse variable.

Les entrées d'air peuvent être soit de type autoréglable permettant un débit d'air constant quelles que soient les conditions extérieures (vent, pluie) et intérieures, soit de type hygroréglable modulant automatiquement les débits d'air en fonction du taux d'humidité de l'air intérieur (ajustement de la section de passage en fonction du capteur d'humidité). Les passages de transfert se font généralement par le dessous des portes (détalonnage).

Les bouches d'extraction doivent être entretenues 1 fois par trimestre.

Il ne doit jamais y avoir de contre-pente, de joint bas ou d'écrasement des conduits d'extraction (souvent souple) sous peine de dysfonctionnement important.

😊 Avantages

- Système peu coûteux par rapport à une VMC double flux
- Balayage de l'air efficace

😞 Inconvénients

- Risque d'être inadapté en cas de présence de radon dans le sol (entrées d'air mal dimensionnées ou obstruées entraînant une mise en dépression non souhaitée)

- En hiver, l'air extérieur entrant non réchauffé entraîne des déperditions énergétiques. En été, remplacer de l'air frais par de l'air chaud extérieur peut conduire à surchauffer la maison

- Avec des bouches hygroréglables, les débits d'air, en l'absence d'occupants, peuvent être réduits de 30 à 50 % par rapport à la réglementation sur la ventilation, entraînant une mauvaise qualité de l'air intérieur au retour des occupants.

Principe de fonctionnement

La VMC double flux

Elle est généralement réservée aux installations de taille importante avec une occupation variable. Le système est composé d'un ventilateur d'alimentation prenant l'air extérieur, d'un ventilateur d'extraction de l'air vicié des pièces de service et d'un réseau de conduits d'évacuation.

On distingue d'une part la VMC double flux statique :

L'air frais prélevé à l'extérieur est insufflé et aussi filtré dans des pièces principales après être passé par un échangeur de chaleur où il croise sans jamais être mélangé l'air vicié extrait des pièces de service (cuisine, salle de bains). (illustration n°1)

Une partie de la chaleur contenue dans l'air vicié est ainsi transférée à l'air neuf qui est réchauffé. L'air vicié est ensuite rejeté à l'extérieur. Le rendement théorique de l'échangeur varie de 60 % (échangeur à flux croisés) à 90 % pour les meilleurs échangeurs à contre-courant et 100 % pour les échangeurs enthalpiques (chauffés). Pour la rénovation, il est possible d'installer, de réaliser une VMC décentralisée pour pièces individuelles.

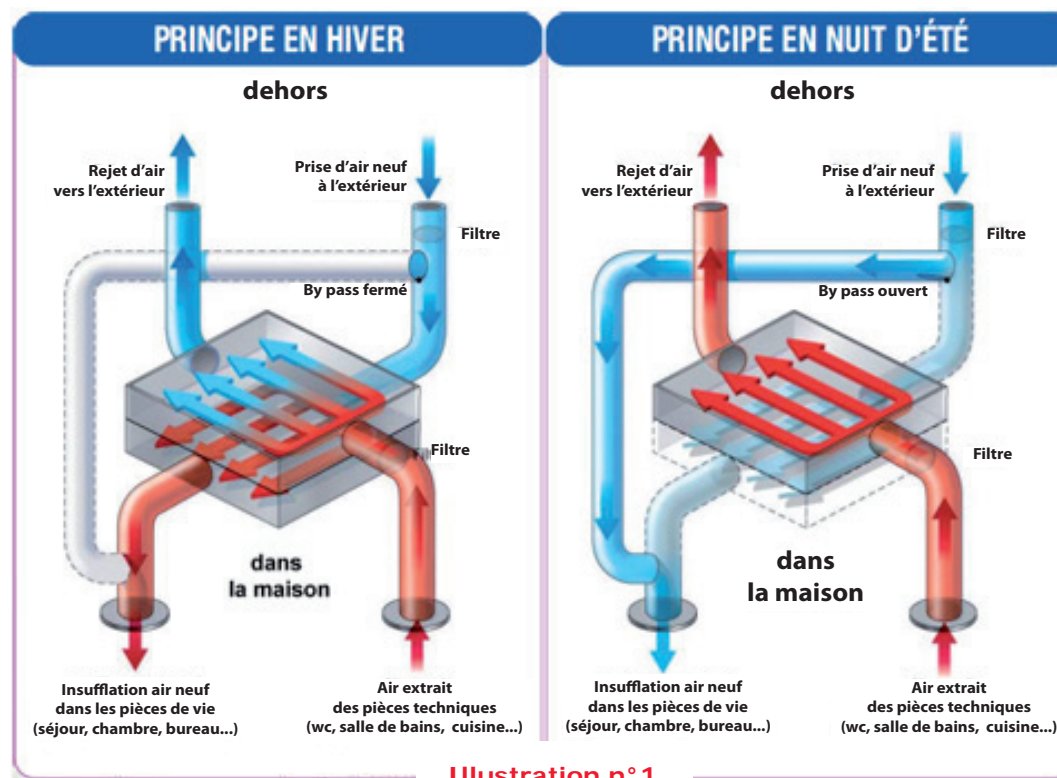


Illustration n° 1

A la différence d'une VMC simple flux, les entrées d'air sont supprimées et remplacées par des bouches d'insufflation situées dans la partie haute des murs (illustration n°2 page 8).

L'air distribué par les conduits dans les logements est filtré, traité en température et humidité.

Dans certains cas, l'air évacué est filtré et traité pour réduire les polluants et les odeurs puis est partiellement mélangé à l'air neuf après filtration.

Un recyclage partiel de l'air peut être effectué dans le cas où l'air de ventilation assure le chauffage ou le refroidissement des locaux.

😊 Avantages

- Faible consommation électrique (si correctement installé)
- Bruit de fond léger (si correctement installé)
- Rendement élevé (supérieur à 80 % voire 100% avec un échangeur enthalpique : système de récupération de l'humidité de l'air sortant).

😞 Inconvénients

- Nettoyage régulier des bouches d'extraction (une fois/trimestre. Remplacer et nettoyer les filtres une fois par an. Faire vérifier le système tous les 3 ans (mesure du tirage et de la dépression, vérification du bloc-moteur, ramonage des conduits, vérifier le ventilateur).
- Dans les régions où le radon est présent dans le sol, veiller à la mise en légère surpression de la VMC dans les pièces où l'air est insufflé.



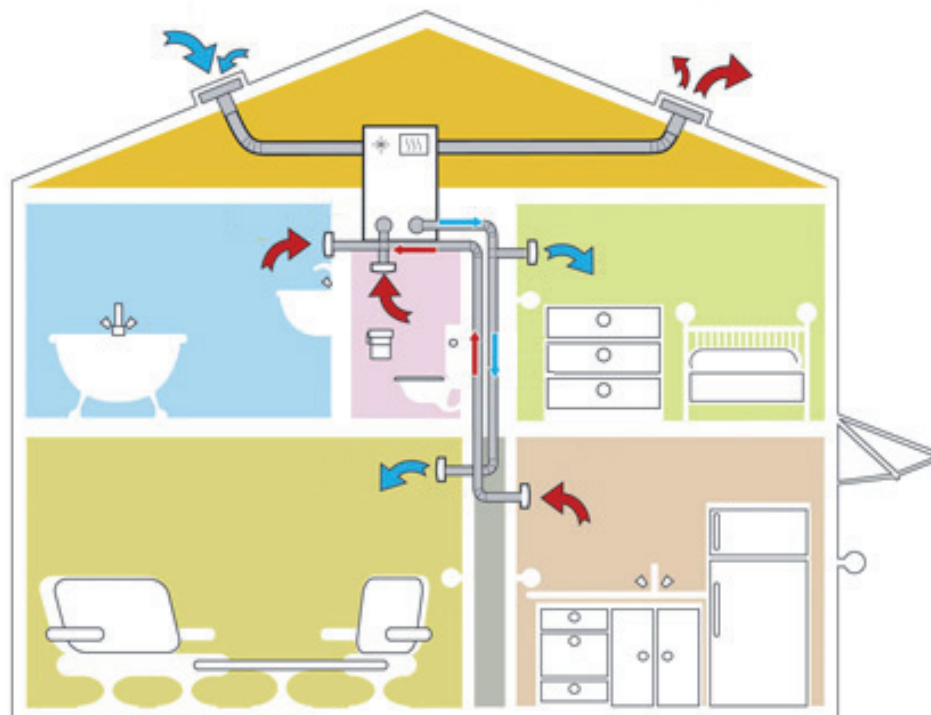
La VMC double flux (suite)

• • •

On distingue d'autre part la VMC double-flux thermodynamique :
(Appelée aussi Pompe A Chaleur sur air extrait ou tour thermique).

L'échangeur double est associé à une micro PAC. La PAC puise les calories dans l'air vicié sortant et assure le chauffage de la maison. Son rendement est ainsi constant quelle que soit la température extérieure alors que les VMC standard puisent les calories dans l'air extérieur et donc l'hiver, ces dernières chutent proportionnellement à la baisse de la température extérieure.

Certains modèles assurent le chauffage de l'eau sanitaire en couplage optionnel avec des panneaux solaires. D'autres ont une fonction « rafraîchissement » par refroidissement de l'air entrant.



choisirmonconstructeur.com **Illustration n° 2**

Inconvénients

- Le bâtiment ne doit pas avoir de défauts d'étanchéité.
- Risque de court circuit de l'air insufflé si les bouches d'extraction et d'insufflation d'air sont trop proches.

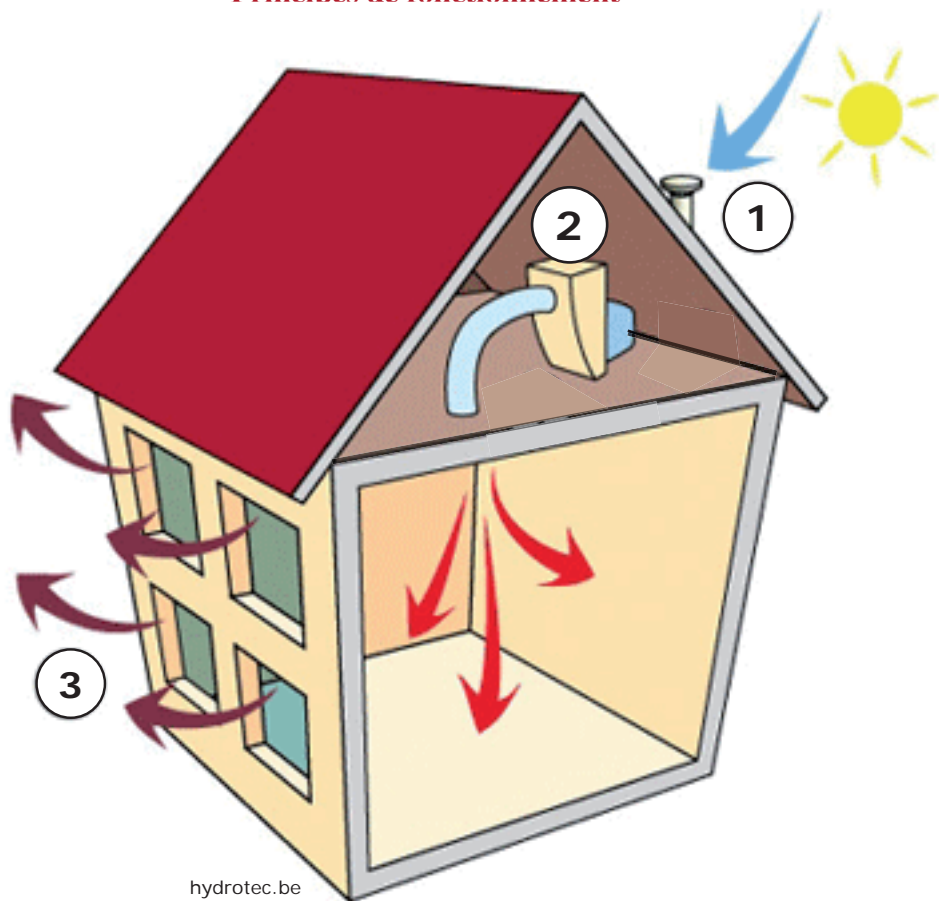
Les rejets d'air doivent se trouver à plus de 8 m d'un immeuble voisin et à plus de 2 m d'une prise d'air neuf située sur le même mur et de préférence au-dessus.

Les prises d'air extérieures doivent être positionnées de préférence face aux vents dominants. Elles doivent être à 3 m du sol et à 8 m des sources polluantes (odeurs, parking de plus de 3 voitures).

La VMI (ventilation mécanique par insufflation)

Ce système est très peu utilisé sauf dans les sites très pollués. Il fonctionne en sens inverse d'une VMC qui extrait l'air vicié du logement. La VMI insuffle de l'air neuf. L'habitation est mise en surpression.

Principes de fonctionnement



L'air neuf entrant par une entrée d'air située en toiture ou en partie haute de l'habitation (1) est aspiré par un ventilateur (2) qui l'insuffle dans la maison après qu'il ait été filtré et réchauffé. En entrée, l'air est filtré et réchauffé (entre 15° et 18° selon le réglage pour plus de confort et des économies d'énergie).

L'extraction de l'air vicié se fait en partie haute dans des pièces humides (salle de bains, toilettes...) et par des bouches d'aération installées dans les pièces principales (salon, chambres...). (3)

Il existe des VMI hygroréglables dont le débit varie en fonction de l'humidité intérieure.

Une VMI convient aussi bien à une construction neuve, qu'à une rénovation.

😊 Avantages

- Système offrant une filtration sur l'air neuf entrant, faisant barrière aux pollutions extérieures
- Le préchauffage de l'air offre une chaleur homogène et évite les phénomènes de courants d'air
- Gain de place (pas de passages de conduits)
- La mise en surpression par rapport à l'extérieur est une bonne solution contre la présence du radon dans le sol

😞 Inconvénients

- Système onéreux à l'installation
- Coût d'exploitation susceptible d'être élevé (l'air est préchauffé par une résistance électrique)
- Maîtrise du balayage de l'air incertain (surtout si habitat à plusieurs niveaux)
- Risque de condensation dans les murs lorsque la température extérieure descend beaucoup (système interdit en Finlande et en Suède pour cette raison. C'est pourquoi une régulation électronique du préchauffage de l'air extérieur est importante)

Le puits canadien couplé à un système de ventilation.

(encore appelé puits provençal ou puits aéraulique)

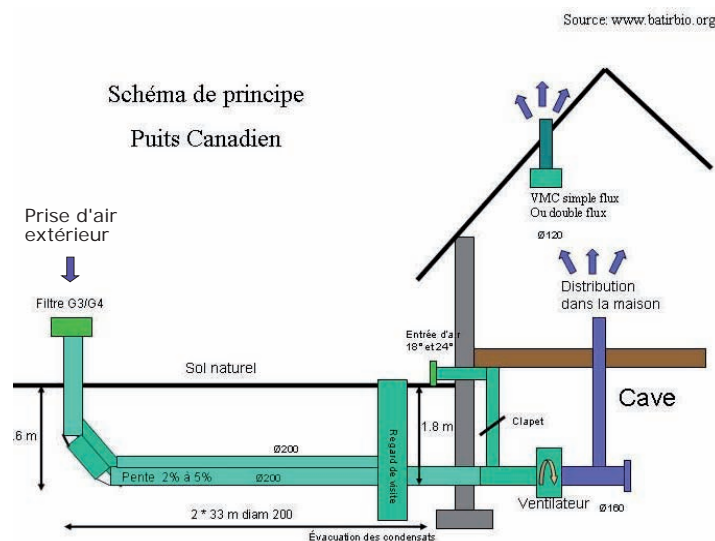
Ce système de « climatisation » naturelle est principalement constitué d'un réseau de tubes enterrés.

L'air nécessaire à la ventilation est aspiré par ces tuyaux avant d'être diffusé dans le bâtiment.

Durant toute l'année, la température du sol assez constante est transmise à l'air capté. Le puits canadien rafraîchit en été et préchauffe l'air en hiver.

C'est un échangeur géothermique qui permet en été d'obtenir une climatisation naturelle et en hiver de préchauffer l'air intérieur. Le système utilise l'inertie thermique du sol.

Un tel échangeur peut être ajouté à tous les systèmes de ventilation naturelle et mécanique.



L'air circule passivement grâce à une surpression en entrée de tube (position du côté des vents) ou grâce à une dépression en utilisant une cheminée solaire. La régulation est manuelle à l'aide d'une vanne ou d'un diaphragme.

Cette borne de prise d'air doit être située au moins à 8 m d'une source éventuelle de pollution (exemple : parc de stationnement).

Précautions à prendre :

- Prévoir des regards de nettoyage en particulier à chaque changement de direction des tubes enterrés.
- Prévoir un drainage de l'eau de condensation avec une pente de 2 % et plus sans contre-pente lors de l'enfouissement des conduits à une profondeur oscillant entre 1,5 m et 3 m. Sans cette pente, il est possible qu'il y ait stagnation des condensats due au refroidissement de l'air chaud d'été dans les conduits entraînant ainsi la formation de colonies bactériennes.
- S'assurer que les parois externes des tubes pourront garder en permanence un bon contact avec le terrain. En effet, le terrassement de terrains peu meubles peut créer une lame d'air entre le tube et le terrain, ce qui diminue l'échange de chaleur.
- Le matériel des tubes doit remplir les exigences suivantes :

- Être résistant à la pression du terrain.
- Être résistant à l'acidité du sol.
- Être étanche à l'air et aux gaz (vapeur d'eau, radon). Pour cela privilégier des tuyaux sans raccord ou avec des joints de type IP68.
- Être lisse à l'intérieur du conduit pour faciliter le nettoyage et avec un traitement de surface antibactérien.
- Bannir le recours à des conduits en PVC (dégagements toxiques en cas de fortes chaleurs). Le polypropylène serait le meilleur compromis. Quant aux conduits en béton, en terre cuite, si le transfert des calories est de qualité, ils sont peu étanches. Le choix de rouleaux annelés risquent de casser et si on les entoure d'un lit de sable pour éviter ce désagrément cela va engendrer une perte d'efficacité des échanges thermiques.

■ La longueur des tubes, c'est-à-dire la distance qui sépare la prise d'air et l'appareil d'aération ne devrait pas dépasser 33 m pour éviter une perte de charge trop élevée. Pour assurer un bon échange de chaleur tout en limitant les pertes de charge, la section et le nombre de tubes doivent être tels que la vitesse de l'air soit comprise entre 2 et 3 m/s.

■ Outre le respect des règles techniques d'installation, il convient aussi de veiller rigoureusement à l'entretien et au contrôle de l'installation (remplacement des filtres, propreté des conduits, absence de fuites, inspection des regards).

La solution du puits à eau glycolée

Un tuyau en PEHD (PolyEthylène Haute Densité) enfoui dans le jardin ou à proximité du bâtiment contient un mélange d'eau et de glycol. Le mélange circule en circuit fermé jusqu'à un échangeur de chaleur en contact avec l'air de ventilation entrant capté en façade où à proximité de la maison. Le système nécessite une pompe, un régulateur qui ajuste le débit de celle-ci en fonction de la température de l'air entrant, un échangeur de chaleur eau glycolée/air et un groupe de sécurité. Le rendement d'un tel équipement est jugé meilleur qu'avec un puits canadien et il ne nécessite aucun entretien. Par contre le glycol peut polluer le sol en cas de fuites.

Le puits canadien ou provençal est conseillé dans les régions chaudes ou froides mais pour les autres régions, une étude détaillée est nécessaire pour en comparer les coûts et les bénéfices. Combiner un puits avec échangeur air/air ou eau glycolée/air avec une VMC double flux permet d'éviter les risques de givrage de cette dernière et augmente l'efficacité de la ventilation. Cela peut être intéressant aussi dans les régions à grand différentiel entre jour et nuit.

BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Le guide de l'habitat sain
De Suzanne et Pierre DEOUX 2^e éditions
Ed. Medicoeditions

La pollution de l'air intérieur
De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI 2009
Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments
2^e édition
Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique
De Jean-Claude Mengoni 2011
Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques
De Frédéric Séné 2010
Ed. Eyrolles – environnement

ENSEMBLE DES BROCHURES RÉALISÉES :

Fiche n°1
Les moisissures et les acariens dans les bâtiments

Brochure n°2
Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

 Brochure n°3
Les solutions de ventilation dans les bâtiments

Fiche n°4
Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

Fiche n°5
Identification des principaux polluants dans les bâtiments
et les bonnes pratiques

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement du Limousin**

22, rue des Pénitents Blancs
CS 53218 - 87032 Limoges cedex
Tél : 05 55 12 90 00 - Fax : 05 55 34 66 45
Mél : DREAL-Limousin@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de publication : Robert MAUD
Chef de projet : Guillaume BOURJOL
Rédaction : CHELD/QCE BTP

Avec la collaboration des CETE-Ouest et Nord-Picardie et de l'ARS Limousin
Réalisation DREAL/Communication : Jean-Michel PLUMART



Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

Fiche n° 4

Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments



www.objectif.blogspot.com



PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

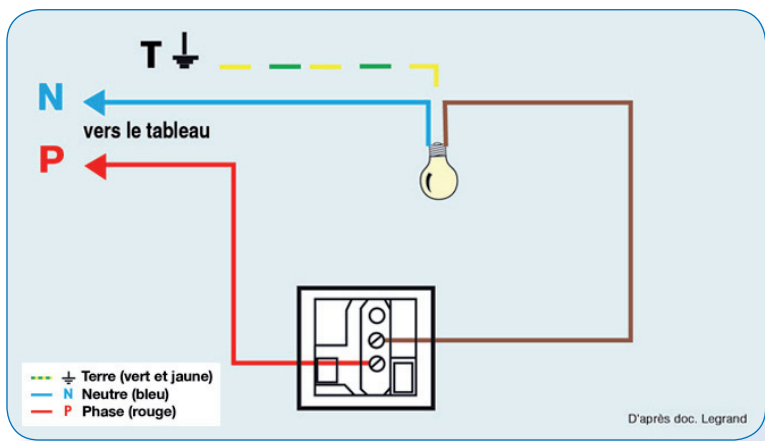
I. Il existe principalement 3 types de pollution électromagnétiques dans l'habitat

1. Les champs électriques

ils sont causés par la différence de potentiel (ou tension électrique toujours présente dans les circuits) entre le fil rouge et la terre (voir illustration ci-dessous).

Même lorsque les appareils sont éteints, un champ électrique sera créé. Suivant les matériaux utilisés, les champs électriques seront plus ou moins diffusés.

L'intensité du champ électrique s'exprime en volts par mètre (V/m) et la valeur limite la plus souvent retenue est de 5V/m.



2. Les champs magnétiques

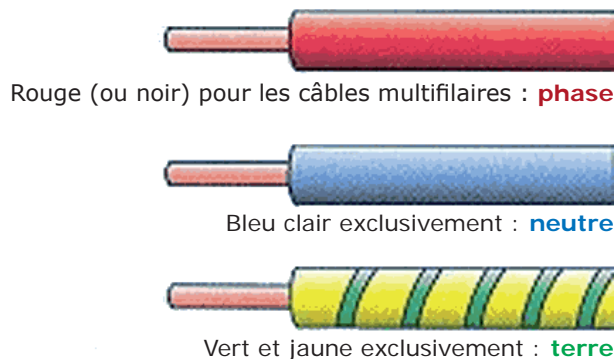
Ils sont notamment produits par le courant passant dans les câbles de l'installation électrique. L'intensité du champ magnétique s'exprime en Gauss ou en teslas et la valeur limite la plus souvent retenue est de 0,05 μ T.

3. Les champs électromagnétiques hyperfréquences

Ils sont produits par les appareils (télécommandes, téléphones...) sans fil ou émission radio ainsi que par les lampes basses consommations.

Ce sont les rayonnements et l'intensité de ces différents champs électromagnétiques qui peuvent présenter un danger.

Tous les appareils reliés à une prise électrique et les câbles de distribution du courant qui les alimentent créent un champ électrique dans leur voisinage même si les appareils sont éteints.



II. Où rencontrer un champ électromagnétique dans l'habitat ?

1. Certains matériaux diffusent énormément le champ électrique

C'est le cas d'un composant métallique non relié à la terre, d'un mur et plancher en bois, de plastique.

Dans le cas de cloisons constituées de plaques de plâtres fixées sur ossatures métalliques non reliées à la terre, celles-ci peuvent créer d'éventuelles perturbations électromagnétiques mais elles n'ont pas fait l'objet d'une réelle évaluation.

2. D'autres matériaux diffusent peu le champ électrique

C'est le cas d'un mur en terre, brique, pierre, béton... (à la condition de ne pas être posé sur un plancher en bois).

Un composant métallique relié à la terre ne diffuse pas le champ électrique. C'est le cas du béton armé coulé autour d'une armature métallique. La liaison des armatures des fondations assure une mise à la terre. Les maçonneries en béton cellulaire auraient un léger effet d'atténuation des champs magnétiques.

3. Le rôle des ondes électromagnétiques hyperfréquences

Les puissances nécessaires au fonctionnement des appareils sans fil sont importantes et la sphère de rayonnement potentiellement dangereuse est souvent de plusieurs mètres. Comme les ondes se répercutent sur les parois et notamment sur celles à base de métaux (miroirs, portes, isolants minces, etc) elles ont tendance à créer des bulles de pollutions électromagnétiques là où les ondes se croisent et s'additionnent les unes aux autres. C'est pourquoi elles peuvent être présentes partout, même en dehors des distances de sécurité préconisées.

4. Le cas des lampes basse consommation

Les lampes fluo-compact ou les lampes composées de LED (Diodes électroluminescentes) sont conçues avec des culots comprenant des composants électroniques, lesquels émettent des ondes électromagnétiques susceptibles de créer des troubles physiologiques en cas d'exposition prolongée et à une distance de moins d'une trentaine de cm (par exemple, cas des lampes de ce type installées sur un bureau ou près d'un lit).

III. Les conséquences potentielles sur la santé

De nombreuses études ont été menées au sujet des ondes électromagnétiques et de leurs conséquences potentielles sur la santé. Le sujet est très controversé.

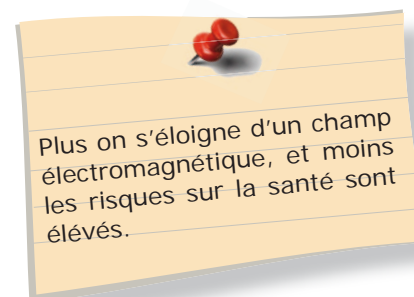
Ainsi en 1995, l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) a constaté des effets négatifs des champs électromagnétiques sur l'Homme lors d'une étude.

Mais en 2005, l'organisation mondiale de la santé (OMS) a conclu dans un rapport d'experts scientifiques que les champs électriques n'avaient pas d'effet sanitaire pour une gamme de fréquence allant jusqu'à 100 kHz (un téléphone sans fil numérique émet entre 1710 et 1900 MHz soit 19.105 kHz).

A ce jour, l'OMS a initié un programme international sur les incidences des champs électromagnétiques, afin d'évaluer ses effets sanitaires issus notamment des champs de très basse fréquence.

Ainsi, depuis juin 2011, les radiofréquences des téléphones et WI-FI sont classées cancérigènes possibles. Mais les troubles les plus cités sont dermatologiques (picotements, rougeurs, sensations de brûlures ...) ou neuroasthéniques (fatigue, incapacité à se concentrer, problèmes de sommeil...).

De nouvelles études, notamment financées par les pouvoirs publics avec entre autres l'Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques (INERIS) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), sont en cours et doivent apporter davantage de réponses face aux controverses existantes.



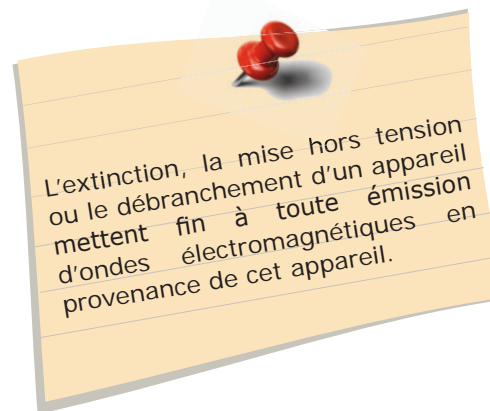
IV. Les solutions possibles

1. Respecter une distance de sécurité selon les équipements en fonction :

Distance indicative à respecter selon les émissions électrique de certains appareils

Équipement	Distance (en m)
Halogène (câble d'alimentation)	1
Lampe de chevet (câble d'alimentation et armature métallique de la lampe)	0,6
Lampe fluo-compact ou LED	0,30
Circuits électriques	1
Plancher électrique (émission très importante)	3
Radiateur électrique	1,5
Multiprise (émission faible sauf si installée sur une surface en bois)	0,3
Bases des téléphones sans fil	2,5
Transformateurs des téléphones portables	0,6
Chaînes Hi-Fi et radio (à cause du transformateur et de la phase d'alimentation)	0,4
Radio-réveil	0,8
Babyphone	3
Ordinateur fixe ou portable (sans connexion Wi-Fi)	0,6
Recours au Wi-Fi	3
Fax, photocopieur imprimante	0,6
Enseignes de magasins	2
Lignes électriques (240v)	10
Lignes électriques (90.000v)	120
Antennes relais GSM	500
Télécommandes (fonctionnement à infrarouge)	Sans danger

Le problème des champs électromagnétiques porte sur leur seuil de nocivité et la taille de la sphère nocive qui entoure la source de pollution. Ces questions font toujours débat.



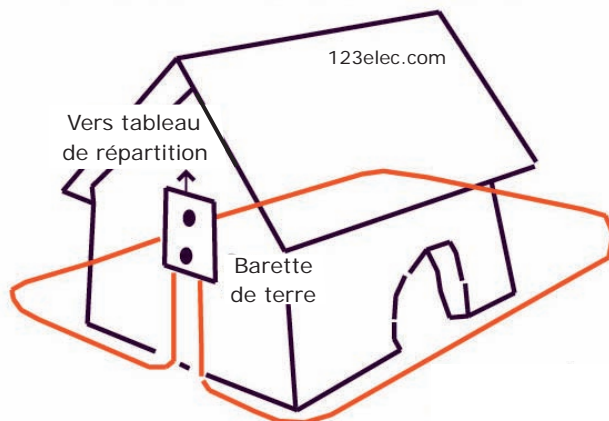
2. Recours à un filtre anti-radiation pour les lampes :
Les lampes fluo-compact et les LED pourvues d'un filtre anti-radiation peuvent empêcher les émissions d'ondes électromagnétiques. Dans le cas contraire, il est recommandé de ne pas utiliser ce genre de lampes en étant installé à moins d'une trentaine de centimètres.



3. Le rôle important de l'installation d'une prise de terre

Elle assure la sécurité des occupants d'un bâtiment en reliant toutes les structures métalliques de la construction et les parties métalliques des appareils électriques à la terre par des câbles reliés à un dispositif enterré comme **une boucle à fond de fouilles, des piquets ou des plaques en acier galvanisé**. De tels dispositifs permettent d'éviter l'électrocution d'une personne touchant la carcasse de l'appareil. La présence de ces prises de terre assure aussi l'évacuation du champ électrique et annule pratiquement ce dernier.

L'exemple de la boucle à fond de fouilles

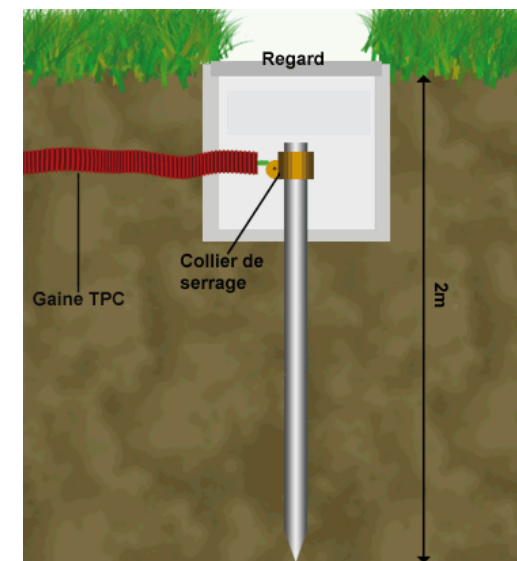


Liaison prise de terre à borne : la tresse de cuivre 25 mm²

Le plus simple est de prévoir **au moment de la construction** du bâtiment une boucle en fond de fouille. Il s'agit d'installer dans le sol sous les fondations de la construction une tresse en cuivre d'une section de 25 mm² en faisant le tour du bâtiment et relié au tableau de répartition.

Si l'on ne peut pas poser la tresse sous les fondations, il est possible d'installer un conducteur de 25 mm² enfoui dans une tranchée d'un minimum d'un mètre de profondeur ou installer en spirale dans un trou de 2 mètres de circonférence.

L'exemple du piquet ou de la plaque en acier galvanisé



Pour une construction existante, il est possible d'utiliser des piquets ou des plaques en acier galvanisés, enfoncés dans la terre et reliés à la barette de mesure via un conducteur en cuivre de 25 mm².

4. des solutions pour absorber l'intensité d'un champ électrique :

- En blindant les fils de phase et en reliant le blindage de ces derniers à la prise de terre. Le blindage consiste à enrober le fil électrique avec une gaine conductrice et de relier ce dernier à la prise de terre (les gaines ou goulottes devront avoir une capacité plus grande pour accepter les fils blindés).
- Si on dispose d'un disjoncteur différentiel haute sensibilité de 30 mA, il est nécessaire d'avoir une prise de terre de 50 ohms. Ce genre de matériel est obligatoire depuis 1992 sur les installations neuves ou modifiées
- Si on dispose d'un disjoncteur différentiel ancien de 300 mA, il est alors nécessaire d'avoir une prise de terre de 5 à 10 ohms.

5. Solutions pour affaiblir l'intensité d'un champ magnétique

- par le recours à des métaux rares mais très coûteux (alliage de nickel de fer ou le fer doux). Aussi l'éloignement et l'extinction de la source de pollutions sont les meilleures solutions car rien n'arrête un champ magnétique.
- Une autre solution consiste à entremêler la phase (fil rouge) et le neutre (fil bleu) pour former une torsade. Les courants passant dans deux câbles étant de sens opposés créent des champs magnétiques opposés qui s'annulent pratiquement s'ils sont à proximité l'un de l'autre.
- Il existe aussi des câbles blindés conçus pour contenir les champs électromagnétiques. Grâce à cela il est possible de réduire d'environ 50 % un champ magnétique produit par rapport à un câble standard (le fil bleu, c'est-à-dire le neutre, n'a pas besoin d'être blindé car il ne produit pas de champ électrique).

6. Solutions pour affaiblir l'intensité d'un champ électromagnétique hyperfréquence :

- en se passant de tous ces appareils sans fil et d'utiliser des appareils filaires.
- en instaurant une distance entre la source de pollution et l'individu.
- en installant une cage de Faraday. Cette cage métallique empêche les ondes produites à l'extérieur de rentrer dans le local ainsi protégé.
- en installant un écran de protection composé de métaux comme le cuivre ou l'argent. Cet écran placé entre la source de pollution et les occupants d'un bâtiment crée une barrière.

7. Principes généraux pour une installation électrique bio-compatible :

- Dans une maison, il est possible d'organiser le passage des circuits électriques. Ainsi on veillera que la GTL (Gaine technique de logement), comportant le compteur et le tableau électrique à partir duquel tous les circuits électriques sont distribués dans l'habitat ne sera pas proche des zones de travail, de repos et de sommeil.
- Les prises d'alimentation, les interrupteurs et les circuits électriques doivent être disposés à 30 cm dans les deux premiers cas et au moins à 1 m pour le dernier par rapport à la GTL.
- Le recours à des interrupteurs automatiques de courant (IAC) permet de supprimer la tension de 220 volts dans les circuits tant qu'il n'y a pas de consommation de courant.

BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Le guide de l'habitat sain
De Suzanne et Pierre DEOUX 2^e éditions
Ed. Medicoeditions

La pollution de l'air intérieur
De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI 2009
Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments
2^e édition
Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique
De Jean-Claude Mengoni 2011
Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques
De Frédéric Séné 2010
Ed. Eyrolles – environnement

ENSEMBLE DES BROCHURES RÉALISÉES :

Fiche n°1
Les moisissures et les acariens dans les bâtiments

Brochure n°2
Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

Fiche n°3
Les solutions de ventilation dans les bâtiments

 Fiche n°4
Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

Fiche n°5
Identification des principaux polluants dans les bâtiments
et les bonnes pratiques

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement du Limousin**

22, rue des Pénitents Blancs
CS 53218 - 87032 Limoges cedex
Tél : 05 55 12 90 00 - Fax : 05 55 34 66 45
Mél : DREAL-Limousin@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de publication : Robert MAUD
Chef de projet : Guillaume BOURJOL
Rédaction : CHELD/QCE BTP

Avec la collaboration des CETE-Ouest et Nord-Picardie et de l'ARS Limousin
Réalisation DREAL/Communication : Jean-Michel PLUMART



Vivre mieux dans un bâtiment avec un air de qualité

Fiche n° 5

Identification des principaux polluants dans les bâtiments et les bonnes pratiques

www.objectif.blogspot.com



PRÉFET
DE LA RÉGION
LIMOUSIN

Les principaux Composés Organiques Volatils (COV) dans les bâtiments

Définition des composés organiques volatils (Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils) :

Un composé organique :

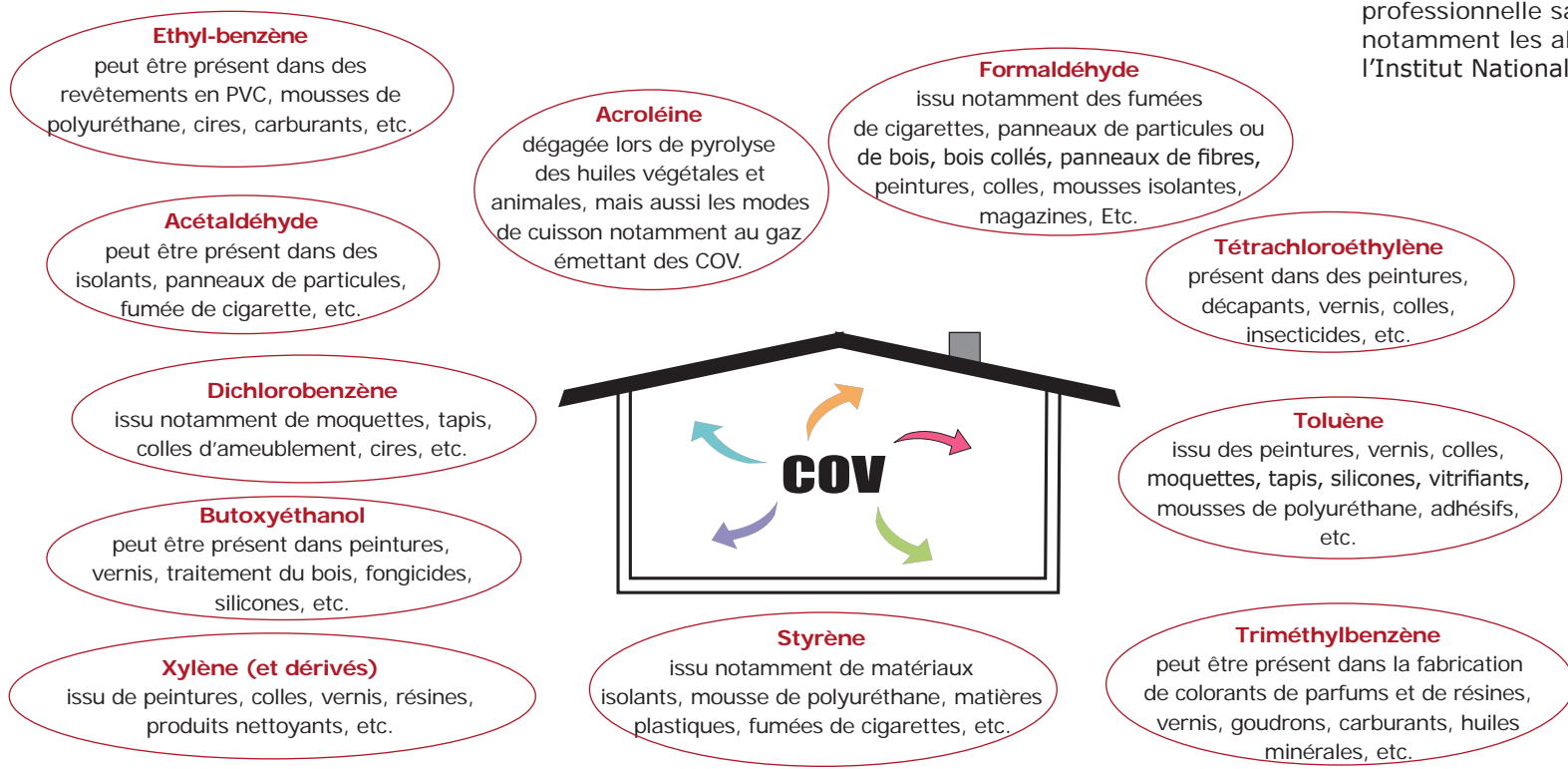
Tout composé contenant au moins l'élément carbone est un ou plusieurs des éléments suivants : hydrogène, oxygène, soufre, phosphore, silicium, azote ou un halogène, à l'exception des oxydes de carbone, des carbonates et des bicarbonates inorganiques.

Un composé organique volatil (COV) :

tout composé organique dont le point d'ébullition initial se situe entre 50 et 286°C.

Composés organiques volatils totaux (COVT) :

somme des composés organiques volatils dont l'élution se produit entre le n-hexane et le n-hexadécane inclus, qui est détectée selon la méthode de la norme iso 1600-6.



Les effets potentiels des COV sur la santé :

Certains COV ne génèrent qu'un simple inconfort. Ils sont responsables de phénomènes d'irritation et d'inflammation aux yeux, nez, gorge, peau (absorption par voies respiratoire et cutanées).

Les conséquences sur la santé dépendent de la concentration de COV mais aussi du temps d'exposition (au moins 5 à 10 ans).

Ainsi les COV peuvent être responsables d'étourdissements, de vertiges, de perte de concentration et de coordination, de fatigue, de maux de tête ou encore d'irritabilité, de somnolence.

Plus gravement, les COV peuvent être la cause de troubles cardiaques ou digestifs, de la diminution de la capacité respiratoire, de dégâts sur le foie ou les reins. Des effets cancérigènes, reprotoxiques et/ou mutagènes (CMR) sont reconnus pour un certain nombre de COV comme le formaldéhyde, le toluène, le styrène, le benzène ou encore le trichloroéthylène.

D'autres COV font l'objet d'une valeur limite d'exposition professionnelle sans pour autant être classés CMR. Ce sont notamment les alcools et autres acétones (voir les travaux de l'Institut National de Recherche Sanitaire).

Recommandations

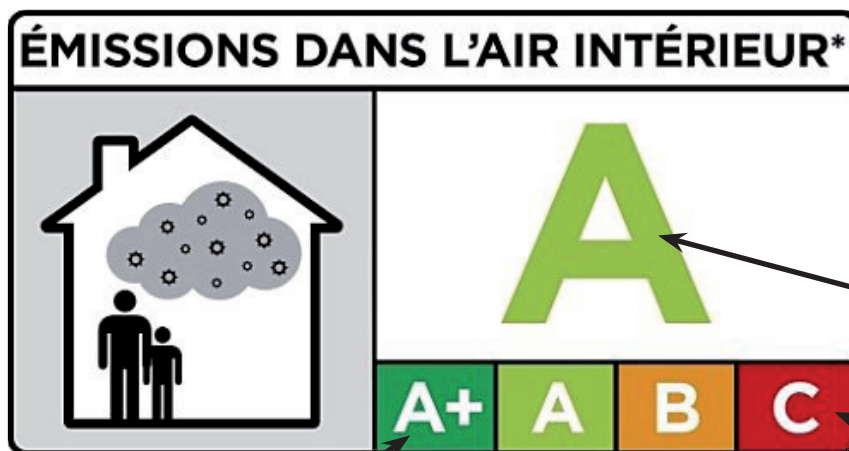
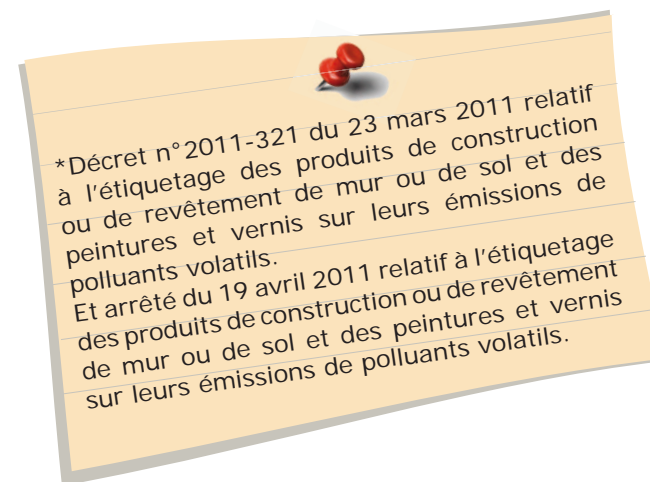
Une concentration élevée de COV et une exposition prolongée dans un espace clos ou semi clos peuvent avoir des conséquences sur la santé humaine.

Un étiquetage obligatoire pour certains produits*

Au 1er janvier 2012, tous les produits nouvellement mis sur le marché et au 1er septembre 2013 pour les produits existants que sont :

- les revêtements de sols, de mur ou de plafond,
- les cloisons et faux plafonds,
- les produits d'isolation,
- les portes et fenêtres (sauf les produits composés exclusivement de verre ou de métal non traité et les produits de serrure, ferrure ou de visserie),
- les produits destinés à la pose ou à la préparation des produits (peintures, vernis, mastics...).

Ces produits doivent avoir une étiquette informant des **émission dans l'air intérieur** de Composés Organiques Volatils mesurés (Pour le moment, ces COV mesurés individuellement sont au nombre de 10, plus la somme de tous les COV existants: voir fiche n°1 présentant les COV).



Très faible émission des COV mesurés

Échelle de 4 classes déterminant les émissions de COV mesurés que le produit peut émettre.

Inscription sur l'étiquette de la classe la plus pénalisante obtenue parmi les substances mesurées du produit

Forte émission des COV mesurés

*Information sur les COV mesurés présentant un risque de toxicité par inhalation

Exemples de labels à privilégier sur un produit



Label international pour les produits de construction et d'aménagement. Les contrôles sont effectués en matière de santé d'environnement et d'efficacité fonctionnelle.



Certification écologique officielle française qui distingue les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit.



Ce label allemand appelé « Ange bleu » a été établi pour promouvoir les produits respectueux de l'environnement par rapport aux produits similaires dans la même catégorie.



Certification utilisable dans l'Union européenne de produits et services prenant en considération la qualité, l'usage et le cycle de vie d'un produit.



Association pour la lutte contre les émissions de COV et les odeurs des produits de revêtements de sol et au moment de leur installation (colles, produits de ragréage, dessous des moquettes, etc).

Il y a 3 niveaux de classification :

EC 1 : très faible émission

EC 2 : faible émission

EC 3 : émission élevée



Indoor Air Comfort (IAC) prend en compte les réglementations européennes concernées et les écolabels traitant des émissions de COV de produits mesurés.

Les produits d'entretien recommandés

Attention aux mélanges toxiques

l'eau de javel mélangée avec des produits ammoniacés ou acides (détartrants) produisent un gaz très toxique.



estcequejepeux.com

Un recours abusif aux produits antibactériens rendent les bactéries plus résistantes.

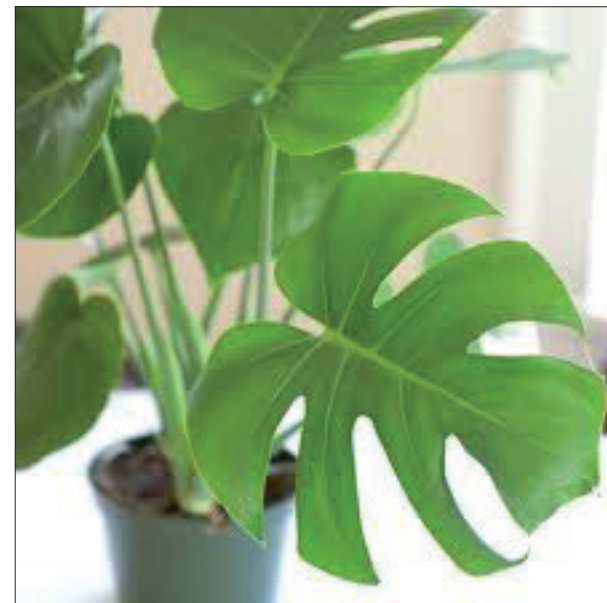
produits d'entretiens naturels et sains	Vertus
Bicarbonate de soude	Dégraissant, désodorisant
Savon noir	Nettoyant multi-usages
Vinaigre blanc	Désinfectant, détartrant, dégraissant, détachant
Savon d'Alep	Antiseptique, désinfectant et apaisant
Huile essentielle de thym	Antibactérien, antimicrobien

Le rôle possible des plantes

Les recherches scientifiques ont démontré qu'en laboratoire certaines plantes ont, via leur substrat et leur système foliaire, des capacités naturelles à absorber des polluants de l'air tels que le formaldéhyde, le benzène ou autres composés organiques volatils.

Mais ce rôle dépolluant se concrétise davantage via le substrat du milieu naturel que par le système foliaire seul.

Par contre, en l'état actuel des recherches (programme Phyt'air), les plantes en pot n'ont pas un rôle déterminant d'épuration du volume d'air au sein d'un local.



Certaines plantes peuvent être à l'origine de problèmes d'allergie, d'eczéma, de rhinoconjonctivite, de dermatites, etc.

Dans les logements, aérer les locaux 10 mn le matin et 10 mn le soir.

Cela suffit en complément d'une ventilation pour renouveler l'air d'une pièce, évacuer l'humidité et les polluants présents.

L'existence de colles naturelles pour la décoration intérieure

Mieux vaut éviter les colles de type époxy ou polyuréthane (PUR) à base d'isocyanate.

Les colles de type polyacétate appelées encore colles blanches, colles à bois ou colles vinyliques, en surveillant leur teneur en solvant, présentent un faible taux de risques.

Mais il existe des colles écologiques :

- Les colles à base de caséine pouvant servir pour certains planchers flottants.
- Les colles à base de latex naturel.
- Les colles à base de tanin de bois.

Il existe des substituts de colles à bois :

Procédé de soudage par frottement de pièces de bois l'une sur l'autre en appliquant une pression très forte. Mais cela ne convient pas en milieux humides.

Les normes d'émission de formaldéhyde des panneaux de bois

Norme NF EN 120 (teneur en formaldéhyde pour les panneaux de fibres et de particules)	Norme NF ENV 717-1 (dégagement de formaldéhyde pour les panneaux de fibres et de particules)	Norme NF EN 1084 (dégagement de formaldéhyde pour les contreplaqués)
E0 : pas de formaldéhyde	-	A : < 3,5 mg/m ² /h
E1 : ≤ 8 mg/100g	E1 : ≤ 0,124 mg/m ³ d'air	B : jusqu'à 8 mg/m ² /h
E2 : ≤ 30 mg/100g	E2 : > 0,124 mg/m ³ d'air	C : au-delà de 8 mg/m ² /h
E3 : > 30 mg/100g	-	-

Il y a 3 types de purificateurs d'air

Il s'agit d'appareils destinés à améliorer la qualité de l'air intérieur par traitement de l'air vicié avant rejet d'un air épuré. Certains épurateurs d'air piègent les polluants alors que d'autres vont les détruire.

1. Les purificateurs d'air par filtration.

Ils retiennent les polluants grâce à la présence de filtres de haute efficacité ou à l'aide d'un ioniseur.

Le recours à un filtre de type HEPA (Haute Efficacité pour les polluants Aériens) va fixer les allergènes, les pollens, les bactéries et virus mais il est inefficace contre les polluants chimiques (détergents ménagers, polluants atmosphériques, oxydes d'azote, CO², etc).

Pour le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, un purificateur d'air avec filtre HEPA peut retenir jusqu'à 90% des allergènes animaux (chiens/chats) concentrés dans l'air.

Par contre, le recours à un filtre à charbon actif va agir comme un adsorbant (voir fiche n°1). Il ne sera efficace que pour quelques polluants (se renseigner sur la qualité du filtre). Quand le filtre se sature, la redispersion des polluants fixés est possible.

Le recours à un ioniseur produit une réaction chimique en générant des ions négatifs. De cette façon les COV, poussières, pollens ou poils d'animaux vont se fixer au mobilier, sur les sols ou sur les murs.

Par contre ce type de purificateur ne peut pas traiter les polluants chimiques ni les bactéries et les virus dans l'air. De plus, les équipements actuels produiraient, outre une pollution aux champs magnétiques, une pollution à l'ozone et aux oxydes d'azote jugée suffisante pour provoquer des problèmes de santé (difficultés respiratoires, asthmes, etc).

2. Les purificateurs d'air par combustion.

Il y a d'une part ceux qui ont recours au plasma, lequel propulse hors du purificateur un oxydant qui va détruire les particules nocives se trouvant dans l'air. Cette technique permet de détruire les bactéries et les virus.

Il y a d'autre part ceux qui ont recours à une combustion simple à plus de 200°C détruisant les polluants biologiques comme les moisissures ou les bactéries mais pas les polluants chimiques comme les solvants ou les oxydes d'azote (il faudrait une combustion à plus de 1000°C).

3. Les purificateurs d'air par photocatalyse.

Ils fonctionnent par l'action d'une source de lumière (des ultra-violets) en réaction avec un catalyseur (principe des vitres autonettoyantes).

Un ventilateur va capturer les polluants biologiques et chimiques pour les détruire.

Les purificateurs d'air par photocatalyse actuellement sur le marché sont bruyants et le catalyseur doit être souvent entretenu (absence d'impuretés).

Recommandations :

L'efficacité d'un purificateur d'air va dépendre du volume d'air filtré et de son emplacement (proche de la source de pollution ou situé dans une zone occupée). Par ailleurs, les entrées et les sorties d'air ne doivent pas être gênées par un obstacle quelconque.

Les purificateurs d'air ne peuvent en aucun cas être la première mesure pour améliorer la qualité de l'air. Les deux principales demeurent l'élimination ou la diminution de la source de polluants et la dilution de ces derniers par la ventilation.

BIBLIOGRAPHIE

(Sélection d'ouvrages consultés pour l'élaboration de ces fiches)

Le guide de l'habitat sain
De Suzanne et Pierre DEOUX 2^e éditions
Ed. Medicoeditions

La pollution de l'air intérieur
De Louise SCHRIVER-MAZZUOLI 2009
Ed. Dunod

Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments
2^e édition
Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes

La construction écologique
De Jean-Claude Mengoni 2011
Ed. Terre vivante

Les pollutions électromagnétiques
De Frédéric Séné 2010
Ed. Eyrolles – environnement


ENSEMBLE DES BROCHURES RÉALISÉES :

Fiche n° 1
Les moisissures et les acariens dans les bâtiments

Brochure n° 2
Le radon et la radioactivité naturelle dans les bâtiments

Fiche n° 3
Les solutions de ventilation dans les bâtiments

Fiche n° 4
Les ondes électromagnétiques dans les bâtiments

 Fiche n° 5
Identification des principaux polluants dans les
bâtiments et les bonnes pratiques

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement du Limousin**

22, rue des Pénitents Blancs

CS 53218 - 87032 Limoges cedex

Tél : 05 55 12 90 00 - Fax : 05 55 34 66 45

Mél : DREAL-Limousin@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de publication : Robert MAUD

Chef de projet : Guillaume BOURJOL

Rédaction : CHELD/QCE BTP

Avec la collaboration des CETE-Ouest et Nord-Picardie et de l'ARS Limousin

Réalisation DREAL/Communication : Jean-Michel PLUMART

