

De l'air de nos maisons...



Recommandations à l'usage des professionnels de la construction et des habitants de maisons économes en énergie

*Issues des principaux résultats du Projet de recherche Mesqualair (2013-2016):
S'assurer de la qualité de l'air dans les bâtiments neufs ou rénovés économes en énergie*



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg



L'air en question!

Nous passons plus de 80% de notre temps dans des espaces clos dont l'air peut être parfois 5 à 10 fois plus pollué que l'air extérieur. Nous recherchons dans le même temps à faire des économies d'énergie en calfeutrants nos habitations. Une question cruciale se pose: quel air respirons-nous à l'intérieur de nos habitations?

Le projet de recherche Mesqualair mené par la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg entre 2013 et 2016 a cherché à évaluer la qualité sanitaire de l'air du parc immobilier des habitations individuelles de Suisse romande. Le but était d'identifier les situations qui pourraient être à risque tout en estimant l'exposition de la population concernée.

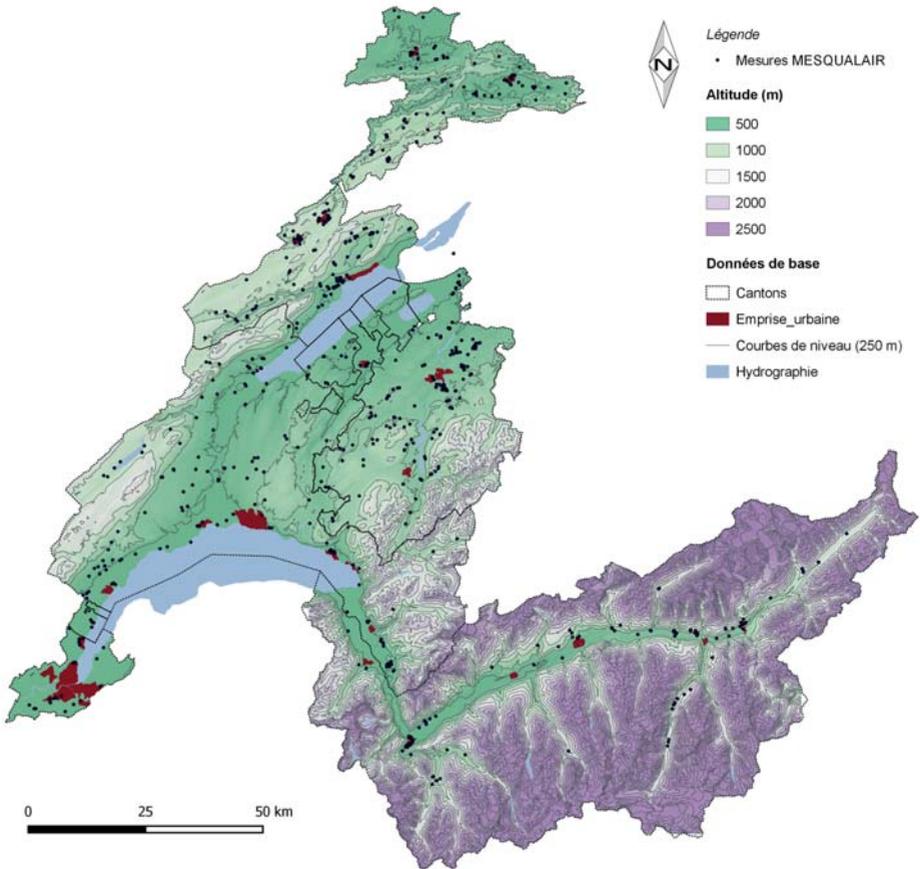
Trois types de polluants ont été mesurés et analysés pour qualifier la qualité de l'air intérieur. Il s'agit des polluants chimiques (les composés organiques volatils ou COV), des bio-contaminants (les moisissures) et d'un polluant tout ce qu'il y a de plus naturel, le radon.

Cette étude représente la première campagne de mesures d'une aussi grande ampleur en Suisse romande. Elle a impliqué en tout 650 bâtiments dans chacun desquels le radon a été mesuré à l'occasion de 2 campagnes de mesures successives. Parmi ces habitations, environ un tiers étaient neuves et construites selon les prescriptions du label Minergie et les deux autres tiers concernaient des maisons partiellement ou globalement assainies du point de vue de l'énergie avec l'aide du Programme Bâtiments de la Confédération.

Chaque point noir sur la carte présentée sur la page qui suit correspond à une habitation dans laquelle une mesure de radon a été effectuée pendant 3 mois en hiver ou au début du printemps.

Les occupants de ces habitations ont aussi accepté de compléter un questionnaire détaillé à propos de leur logement mais aussi de leur façon d'y vivre. Ce dernier contenait en tout 120 questions pour nous renseigner sur le bâtiment et son état et nous permettre d'interpréter les résultats obtenus.

Où en Romandie?



Qui sont-ils?

Le radon



est un gaz radioactif tout ce qu'il y a de plus naturel! Il provient de la désintégration du Radium, issu de l'Uranium-238 omniprésent dans la croûte terrestre. On en trouve donc partout! Certains sols en sont plus riches (granite, gneiss) et d'autres facilitent son transit vers la surface (karst du Jura par exemple).

Seul gaz de cette chaîne de filiation, il migre dans l'air ambiant à travers les pores du sol et les fissures des roches et remonte vers la surface pour s'échapper dans l'air extérieur ou s'infiltrer dans le bâtiment lorsque les conditions le permettent. Il est la principale composante de la radioactivité naturelle de l'environnement.

Gaz rare, inodore, incolore, inerte et soluble dans l'eau, seule la mesure permet de le détecter! Il est la substance cancérigène d'origine naturelle la plus dangereuse à l'intérieur des bâtiments. Deuxième cause de cancer des poumons chez les fumeurs et les ex-fumeurs, il est aussi la première cause de cancer des poumons chez les non-fumeurs.



En Suisse, il est à l'origine de 200 à 300 décès par an soit 8 à 10% des cancers du poumon. Dans le monde, il représente entre 3 et 14% des cancers du poumon (OMS, 2014).

Les moisissures

sont des champignons microscopiques d'aspect filamenteux qui se développent dans le sol ou sur les plantes. Ils se reproduisent en libérant des milliers de minuscules spores dans l'air.

Les spores, transportées par l'air, peuvent pénétrer dans les bâtiments via le système de ventilation. Le développement de moisissures à partir de ces spores peut avoir lieu sur la plupart des matériaux de l'environnement intérieur si l'humidité de l'air intérieur est régulièrement supérieure à 60% ou à la suite d'un dégât des eaux.

En tant qu'êtres vivants, les moisissures dégagent des COV, des toxines et régulièrement des spores et des fragments de filaments morts. Ces particules sont assez petites pour pénétrer dans nos voies respiratoires.

Il est reconnu que les environnements confinés favorisent l'augmentation de l'humidité dans l'air, et par conséquent le développement de moisissures sur de grandes surfaces.

Lorsque les moisissures couvrent des surfaces supérieures à 10 cm² dans l'environnement intérieur, en particulier dans la chambre à coucher, elles peuvent être responsables du développement d'asthme chez les enfants en bas âge ainsi que de diverses pathologies respiratoires parmi les autres tranches d'âges. Lorsque la surface affectée dépasse le m² le bâti lui-même en sera profondément affecté.



© Dennis Kunkel Microscopy, Inc.



Comment savoir?

Mesurer, analyser, compter!

Pour connaître les concentrations de ces différents polluants dans l'air intérieur il faut les mesurer.

Pour le radon, la mesure officielle passive qui a été proposée se fait pendant les mois de chauffe du bâtiment à l'aide d'un dosimètre exposé pendant 3 mois dans la pièce de vie de la maison la plus proche du terrain. La mise en place a été assumée par l'occupant lui-même.

Les COV ont été quantifiés et identifiés à l'aide d'un nécessaire de mesures qui permet d'effectuer deux prélèvements passifs par diffusion, installés en postes fixes pendant une semaine par les occupants dans leur chambre à coucher principale.

Les moisissures ont été quantifiées et identifiées dans les poussières sédimentées à l'aide d'un capteur électrostatique mis en place dans la chambre à coucher pendant 10 semaines. Elles ont aussi été collectées dans les poussières époussetées à l'aide d'une lingette dans la chambre à coucher et dans l'espace de vie. Lorsqu'elles étaient visibles, un prélèvement de surface a été effectué par les occupants à l'aide d'un ruban adhésif replacé sur une lame pour identification au laboratoire.



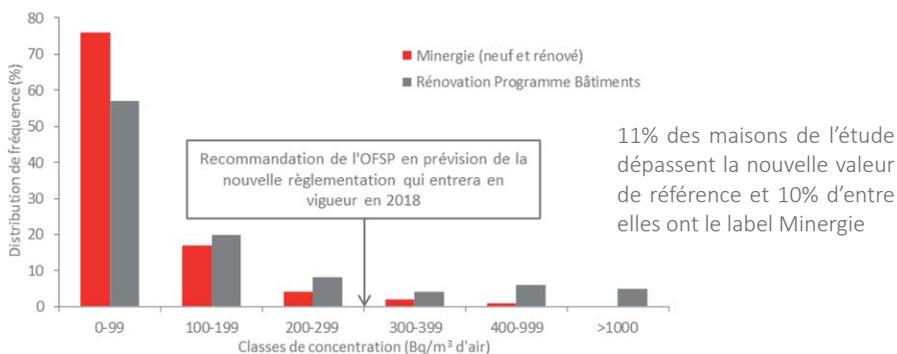
Quels résultats?

Le radon

La concentration moyenne de radon mesurée en Suisse romande est de 180 Bq/m³ d'air (contre 75 pour la Suisse) avec une valeur médiane de 71 et une concentration maximale de 4'284 Bq/m³. Le fait que le bâtiment soit neuf ou rénové a une très forte influence sur ces valeurs.

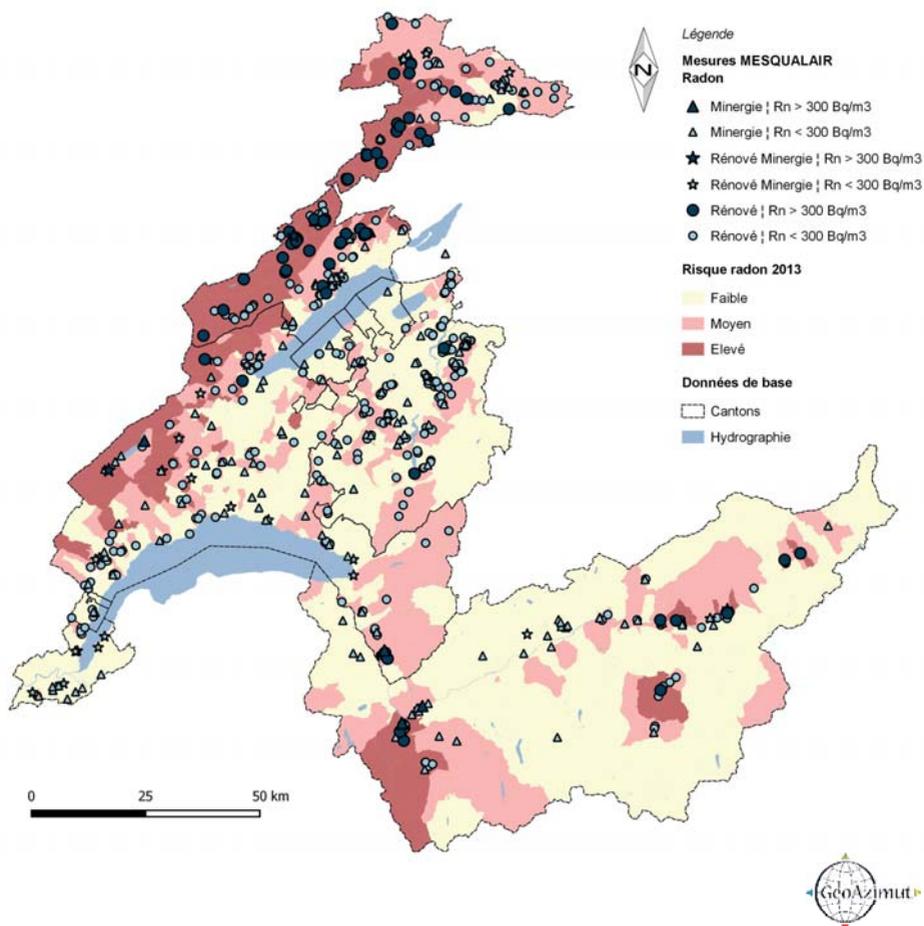
La zone de risque définie par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) sur laquelle le bâtiment est construit, influence fortement les niveaux mesurés à l'intérieur. On retrouve une empreinte marquée de la géologie et ceci que le bâtiment soit rénové ou neuf mais elle est encore plus marquée dans le cas des bâtiments rénovés. Certaines caractéristiques comme l'âge ou la présence d'une cave en terrain naturel sont aussi très impactantes. De même, plus on a de surfaces en contact avec le terrain, plus le risque est réel d'avoir du radon dans le bâtiment et cela d'autant plus en zone à fort risque d'émanation. L'absence d'un système de ventilation (VMC) dans bon nombre de maisons rénovées est également un facteur aggravant..

La réglementation suisse (Ordonnance sur la radioprotection, ORaP, 1994) en cours de révision, devrait fixer une valeur de référence de 300 Bq/m³ à ne pas dépasser dans la construction neuve et à viser au maximum lors de rénovations dans l'existant. Cette nouvelle ordonnance devrait entrer en vigueur courant 2018. La nouvelle norme SIA 180: 2014 y fait déjà référence.



Distribution de fréquences de la concentration en radon mesurée en suisse romande selon le type de bâtiment

Le radon



Distribution des concentrations de radon mesurées selon le type de bâtiment et le niveau du risque géographique

Les moisissures

Parmi les 200 habitations sollicitées, 160 d'entre elles ont retourné au laboratoire le capteur de poussière en fin d'hiver et/ou la poussière collectée à l'aide de la lingette en fin d'été pour l'analyse des moisissures.

Parmi celles-ci, 73 ont déclaré la présence de moisissures à au moins un endroit de leur habitat. 75% de ces bâtiments étaient rénovés et 25% étaient des bâtiments neufs.

En été, les moisissures présentes dans les poussières sédimentées provenaient essentiellement de l'extérieur. Il s'agissait surtout de *Cladosporium*.

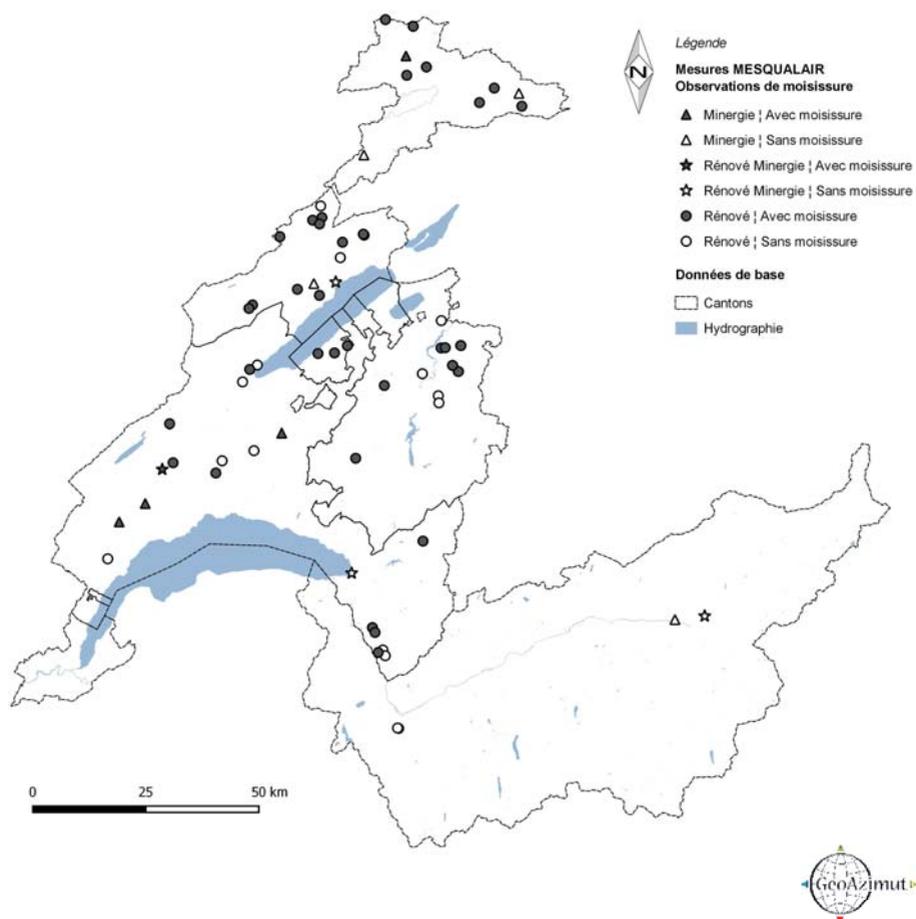
En hiver, les moisissures présentes dans les poussières sédimentées provenaient surtout de l'environnement intérieur, signe d'une ventilation réduite. La moisissure la plus fréquemment identifiée était le *Penicillium*.

Ce sont en particulier les bâtiments rénovés construits entre 1975 et 1999 qui présentent le plus souvent un problème de moisissures dans la chambre à coucher.

Parmi les prélèvements de surface effectués, seuls 32% de ceux provenant de bâtiments Minergie et 56% de ceux effectués dans les bâtiments rénovés se sont révélés positifs pour le développement de moisissures. Il est donc apparu que la population en général a une très mauvaise connaissance de ce qu'est effectivement une moisissure. Il lui est donc difficile de l'identifier et de la distinguer d'autre chose comme le salpêtre par exemple.

Les bâtiments Minergie neufs présentent moins de problèmes de moisissures dans l'espace de vie, mais partage cette problématique dans la cave avec les bâtiments rénovés du fait de l'absence de ventilation dans cet espace.

Les moisissures



Présence/absence effective de moisissures prélevées sur lame selon le type de bâtiment

Les composés organiques volatils

En tout 169 bâtiments ont retourné les badges exploitables au laboratoire. Parmi ces bâtiments 68% étaient rénovés et 32% étaient Minergie.

Les COV totaux (exprimés en équivalent toluène) sont compris entre 25 et 2'292 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Environ 92% des cas sont inférieurs à la recommandation de 1'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'OFSP et 12% dépassent le seuil de 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ suggéré par Minergie Eco.

L'analyse montre que le type de bâtiment a une forte influence sur les concentrations mesurées. Les valeurs médianes sont en effet environ une fois et demi plus élevées dans les bâtiments rénovés que dans les bâtiments Minergie. Parmi les 200 substances recherchées 73 sont présentes à au moins une reprise sur les capteurs.

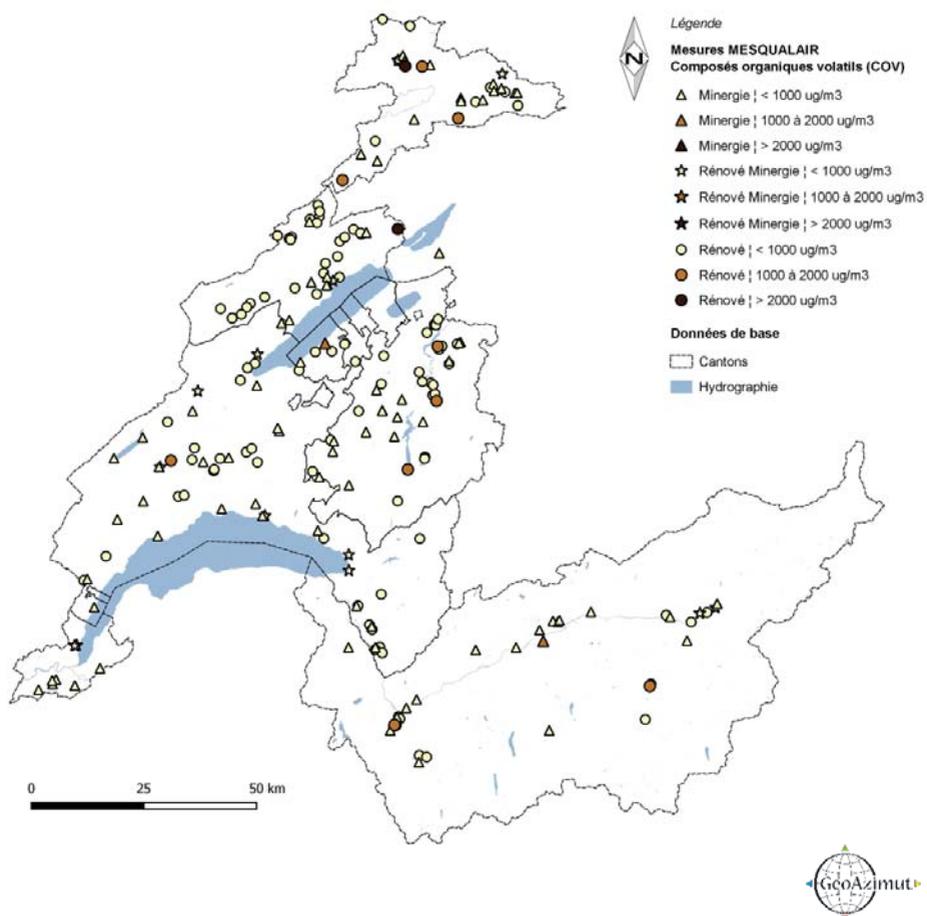
Plus spécifiquement, le toluène était attendu dans tous les prélèvements en raison de sa source extérieure. Les teneurs usuelles sont de l'ordre de 20 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans air urbain pollué par le trafic routier.

Le niveau de formaldéhyde mesuré était toujours inférieur aux 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ recommandés par l'OFSP. La concentration médiane de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est très similaire à celle obtenue par l'Observatoire français de la qualité de l'air intérieur (OQAI) lors de sa campagne logements de 2007. Notons que cette recommandation est très peu exigeante contrairement à la valeur guide française (VGAI) de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air pour une exposition à long terme.

Parmi les terpènes associés à des parfums et fragrances de produits de nettoyage, le D-Limonène est présent dans 76% des cas.

Enfin, les concentrations mesurées de COV totaux ainsi que la famille des benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX) sont 2 à 3 fois supérieures lorsque le garage est intégré dans le bâtiment au lieu d'être indépendant. Ces valeurs demeurent cependant inférieures aux seuils recommandés par le label GI (Label pour un bon climat intérieur).

Les composés organiques volatils



Distribution des concentrations de COV totaux mesurées selon les types de bâtiments

Que faire pour bien faire?

quand on habite une maison économe en énergie

Les occupants de maisons économes en énergie tout comme les gestionnaires d'immeubles et les collectivités locales doivent être sensibilisés aux risques associés à une éventuelle dégradation de la qualité de l'air intérieur liée à de nouvelles conditions propres à ce type de bâtiment.

Ce risque doit être intégré en amont du projet de construction ou de rénovation, ainsi qu'à l'occasion des transactions immobilières. Des professionnels qualifiés sont habilités à expertiser les bâtiments. Ce sont des consultants en qualité de l'air intérieur reconnus par l'OFSP. Ils sont formés pour identifier les problèmes, poser un diagnostic et proposer des solutions préventives ou de remédiation.



La plupart du temps, la mesure est le seul moyen de détecter si le bâtiment est contaminé. Dans le cas du radon, nous encourageons les occupants à commander une mesure passive en amont du projet de rénovation. Dans le cas de la construction neuve, des mesures dans le terrain peuvent aussi être effectuées afin de connaître son potentiel d'émanation.

Une fois le bâtiment construit ou rénové, il est recommandé d'effectuer une mesure de contrôle du radon qui sera la seule manière de confirmer la bonne gestion ou non du risque. Si les valeurs devaient s'avérer supérieures à 300 Bq/m^3 , il faudrait faire appel aux conseils d'un consultant en radon reconnu par l'OFSP.



Si la maison se situe dans une zone à risque réputé élevé en radon avec en plus une cave en terrain naturel ou bien si elle a un garage intégré dans son enveloppe, il est indispensable d'être très vigilant quant à la fermeture de la porte qui conduit au sous sol ou au garage.

Idéalement il faut envisager de la rendre hermétique pour limiter au maximum les infiltrations de radon et d'hydrocarbures aromatiques de type BTEX dans l'habitat. La porte doit aussi être maintenue fermée!

Il ne faut en aucun cas laisser le moteur de la voiture tourner tant que la porte extérieure du garage n'est pas ouverte.





Les sources de COV sont nombreuses à l'intérieur du bâtiment. Au quotidien, il faut tout faire pour en limiter la diversité et le nombre grâce à un choix plus adéquat de produits.

Nous recommandons de la vigilance quant aux produits d'entretien et cosmétiques employés ainsi qu'aux activités de bricolage effectuées dans le logement.



Il est également important de veiller à bien aérer régulièrement le logement notamment si l'on a employé des produits qui pourraient s'avérer nocifs ou dégradant de la qualité de l'air intérieur ou mieux les remplacer.

Certains comportements peuvent aussi être améliorés comme par exemple éviter de fumer à l'intérieur.

Enfin, réduire l'impression de confinement dans l'habitat ne doit pas passer par l'usage intensif d'encens, d'huiles essentielles et d'autres parfums d'ambiance pour « changer l'air » !



Tous ces produits ne font que charger un peu plus l'air en COV avec les risques que cela implique pour la santé des habitants. Il est préférable d'aérer régulièrement et en grand en ouvrant les fenêtres si aucune VMC n'a été prévue à cet effet.

Si l'assainissement énergétique entrepris n'a pas intégré de VMC, les habitants doivent absolument aérer leur logement. Laisser des fenêtres en imposte (oscillo-battant) toute la journée n'est pas adapté! D'une part le renouvellement d'air n'est pas suffisant et en contrepartie les pertes énergétiques sont bien trop conséquentes. Une bonne hygiène de vie implique d'ouvrir en grand toutes les fenêtres au moins deux fois par jour pendant 5 à 10 min pour « changer l'air » !



Les sources d'humidité dans le bâtiment peuvent être de natures diverses : associées à la structure du bâtiment, résultant de dégâts des eaux ou liées aux activités et à la présence humaines. Il est donc nécessaire de s'assurer de ne pas laisser trop d'humidité s'accumuler à l'intérieur.

La ventilation est un des leviers de la gestion de ce risque. Si une VMC a été prévue il faut penser à l'entretenir régulièrement, comme changer les filtres et en faire bon usage (ne pas fermer les bouches d'entrée d'air propre par exemple). Dans ce sens, il est important de ventiler également pendant la saison froide.





Dans certaines maisons rénovées, de la moisissure se développe à l'abri du regard! Il est donc important de surveiller ce qu'il se passe derrière les meubles et dans les recoins mal ventilés. Il est conseillé de ne pas coller les meubles contre les murs. Une fois qu'elle est visible, la moisissure doit être éliminée. Des mesures de protection s'imposent selon l'ampleur de son développement.

Les bâtiments neufs ne sont pas plus à l'abri de la prolifération de moisissures que les plus anciens dans les sous-sols et les salles d'eau si la ventilation est inadéquate voire absente.

Certains comportements comme le fait de ne pas vider quotidiennement une poubelle à épluchures peut conduire à une détérioration de l'air ambiant.



Enfin ce projet a révélé la méconnaissance du public en général vis-à-vis de ce qu'est une moisissure. Il est donc indispensable de l'informer par le biais de campagnes de sensibilisation.

Enfin il faut garder à l'esprit que la qualité de l'air dans l'habitat est en principe plus mauvaise qu'à l'extérieur. L'aération ou la ventilation du logement sont les meilleures réponses à apporter à cette problématique.



Que faire pour mieux faire?

quand on est un professionnel de la construction

Vu l'impact de la géologie et des méthodes constructives mises en œuvre sur la concentration en radon dans le bâtiment, il est très fortement recommandé d'anticiper ce risque avant tous travaux de construction neuve ou de rénovation énergétique en prenant les mesures qui s'imposent. Des recommandations techniques sont disponibles sur le site de l'OFSP.

Dans le cas de la construction neuve, il est nécessaire d'évaluer le risque lié au site ainsi que celui lié aux éléments de construction qui seront mis en œuvre (cave en terrain naturel, type de structure, VMC ou non, etc.).

Il est vivement recommandé d'effectuer une mesure du radon avant tout chantier de rénovation afin de pouvoir en tenir compte dans le cadre du projet et ainsi limiter les mauvaises surprises.

Dans le cas du bâtiment neuf, il n'est pas exclus de prévoir quelques mesures du radon dans le terrain avant construction aux principaux points d'entrée des réseaux afin de connaître et prendre en compte le potentiel radon de la parcelle.

Dans le cas de l'assainissement énergétique des bâtiments traditionnels, une vigilance accrue doit être apportée lorsque l'assainissement entrepris touche à l'enveloppe extérieure du bâtiment et plus spécifiquement encore s'il est global. Il faut accorder une attention renforcée à l'étanchéité de la dalle et des murs en contact avec le terrain ainsi qu'au renouvellement adéquat de l'air dans le bâtiment mieux isolé.

Dans les régions avérées à haut potentiel d'émanation de radon, il est vivement recommandé d'éviter certains éléments de construction tels que la cave en terrain naturel, à moins de prendre la mesure de ce risque et de l'intégrer dans la conception du bâtiment. Néanmoins, ce potentiel demeurera présent et aucune garantie ne pourra être assurée d'une gestion impeccable et durable de ce risque. L'étanchéité des surfaces en contact avec le terrain devrait être particulièrement soignée. Des mesures préventives de type drainage sous dalle pourront être mises en œuvre.



Au-delà de la cave en terrain naturel, les constructions de sous-sol semi excavés ou de rez-de-chaussée adossés au terrain peuvent présenter de nombreuses faiblesses qui, plus que la construction sur terre-plein ou de sous-sol complètement excavé, peuvent induire un risque radon plus élevé. La vigilance est donc de mise!

Dans le cas du radon, une excavation quelle qu'elle soit peut agir comme zone tampon intéressante entre le terrain et la partie habitable si l'étanchéité entre ce sous-sol et la partie habitable est traitée (porte d'accès au sous-sol étanche, ventilation du sous-sol, etc.) et assurée de manière durable (garder la porte fermée en permanence, etc.).

Dès que l'on met en contact l'air du bâtiment avec l'air du sol, le risque de contamination par le radon mais aussi par les moisissures existe et ceci peu importe la région concernée. Donc, une très grande vigilance est recommandée par rapport à la mise en œuvre d'installations telles les puits canadiens. L'étanchéité du système doit être absolument garantie quelque soit la région dans laquelle il est installé. La prise d'air propre de la VMC doit aussi se situer à au moins 1.5 m au-dessus du sol tel que préconisé dans la norme SIA 180: 2014.

Les cages d'escaliers ouvertes de même que les ascenseurs nécessitent un traitement sans faille de l'étanchéité avec le terrain sans quoi ils peuvent devenir des voies de transit privilégiées pour le radon vers les étages. Un vide sanitaire peut être une source d'entrée du radon dans l'habitat mais il peut aussi être exploité pour assainir le bâtiment en cas d'excès de radon.

L'analyse comparative de mesures effectuées avant et après assainissement énergétique sur 60 bâtiments de notre échantillon dans les canton du Jura, de Neuchâtel et de Vaud a montré une augmentation de +20% des concentrations ! Cette tendance est encore plus marquée dans les zones à fort potentiel de radon.



Lors d'une rénovation énergétique partielle, la seule amélioration de l'isolation conduit généralement à une diminution du taux de renouvellement de l'air intérieur. La présence d'une VMC favorise des concentrations de COV 1.5 fois plus basses en moyenne qu'en l'absence de VMC. Il est indispensable d'intégrer un concept de renouvellement d'air dans toute rénovation énergétique pour garantir confort et santé des occupants.

S'il s'agit du garage, il est préférable de toujours privilégier une structure séparée, non connectée physiquement à l'habitat pour éviter une source importante d'émission de COV aromatiques (BTEX). Les habitations avec garage intégré présentent des taux intérieurs 2 à 3 fois supérieurs en BTEX comparés aux habitations qui n'en ont pas.



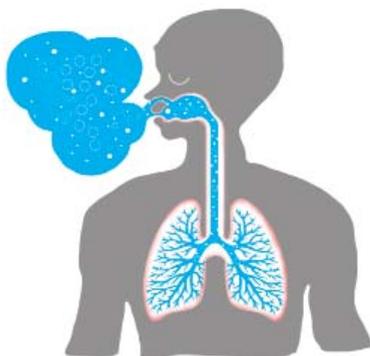


Les mesures effectuées dans les maisons à ossature bois démontrent globalement dans le cas du bâtiment neuf comme dans celui de la rénovation de meilleures conditions sanitaires que dans tous les autres types de bâtiments.

Il est en effet plus difficile d'induire une parfaite étanchéité à l'air dans ce type d'habitat. A la différence d'une ossature en maçonnerie, les produits couvrants employés dans un bâtiment en bois sont a priori moins étanches.

En revanche la mise en surpression souvent préconisée pour lutter contre l'infiltration du radon dans l'espace intérieur, des bâtiments de ce type, nécessite une bonne gestion des potentiels ponts thermiques qui pourraient subsister et induire la condensation de l'humidité dans les parois avec à terme, le risque de développement de moisissure et la détérioration du cadre bâti.

Certains espaces du bâtiment neuf ou rénové sont toujours plus sensibles au développement de moisissures du fait de la présence d'humidité ou d'une mauvaise aération (sous-sols et salles de bain, buanderie, etc.). Une grande vigilance est donc requise par rapport à la conception de ces espaces et à leur aération. Dans les bâtiments Minergie, le système de ventilation de ces pièces devrait être amélioré pour éviter la prolifération des moisissures



Dans la mesure du possible, les sources de moisissures cachées devraient être recherchées en particulier dans les bâtiments construits entre 1975-1999 et éliminées. Cette recherche doit être faite en hiver pour l'espace de vie

Certains matériaux de construction employés dans le cadre de la rénovation énergétique tels que les isolants intérieurs peuvent avoir une incidence sur l'occurrence de COV spécifiques que l'on mesure dans l'air du bâtiment. C'est le cas dans cette étude du chlorure d'isopropyle que l'on retrouve dans 9% des bâtiments échantillonnés. Il peut trouver sa source dans l'agent moussant employé dans les mousses isolantes en polyuréthane. La qualité sanitaire de ces produits doit absolument être contrôlée avant leur mise en œuvre notamment lorsque l'intervention se fait par l'intérieur du bâtiment.



Le professionnel de la construction doit être en mesure de comprendre les risques induits par certaines pratiques constructives ou choix parmi les matériaux de construction mis en œuvre. Le bâtiment économe en énergie plus étanche à l'air que le bâtiment ancien non assaini induit de nouvelles conditions à l'intérieur. Celles-ci peuvent être à l'origine de problèmes de santé publique non négligeables qui affectent en premier lieu les voies respiratoires des occupants.

En effet le risque le plus couramment encouru par les habitants mais aussi pour la durabilité du cadre bâti et de sa qualité sanitaire est lié à la mise «sous cloche» du bâtiment par méconnaissance des conséquences de la rénovation énergétique sans prise en charge du renouvellement adéquat et en suffisance de l'air intérieur.



Pour conclure ...

Globalement la qualité de l'air des habitations individuelles en Suisse romande n'est pas catastrophique mais requiert une certaine vigilance.

Nous avons pu noter que si le radon peut s'accumuler dans le bâtiment, les COV vont aussi suivre la même tendance du fait du défaut de renouvellement de l'air.

Nous relevons aussi que si en fin d'été la concentration en moisissures spécifiques de l'air extérieur (*Cladosporium*) augmente dans le bâtiment et que dans le même temps, la diversité en COV diminue tout comme le niveau de radon, c'est que le bâtiment est bien aéré.

Du point de vue de la santé publique et des pathologies du bâtiment, il est important de retenir l'identification de *Penicillium* comme étant la source la plus fréquente de moisissures dans l'air du bâtiment en hiver. Cette source a pu être détectée grâce à des lingettes exposées 10 semaines durant. Cet outil tout simple au demeurant a donc fourni de bons résultats. Enfin, nous attirons l'attention sur la diversité des moisissures récoltées à l'aide du ruban adhésif.

À l'avenir, la détection de certains COV spécifiques pourrait être une manière de marquer la présence de moisissures non encore visibles dans la mesure où elles sont présentes en suffisance. Par ailleurs, même s'il est généralement admis que les concentrations de COV mesurées dans les habitations sont en principe très inférieures aux concentrations problématiques, une minimisation de leur accumulation dans l'air intérieur répond à un simple bon sens au regard des objectifs de santé publique.

Les professionnels impliqués dans les projets de rénovation du parc immobilier doivent intégrer le risque radon et la qualité de l'air intérieur en amont du projet. Il est de fait impératif de les sensibiliser et les former à la prise en charge de ce risque.

Finalement l'amélioration de l'isolation et de l'étanchéité à l'air du bâtiment par souci d'économie d'énergie ne doit pas se faire au dépend de la santé des habitants. Le mieux ne doit pas devenir l'ennemi du bien! Il est impératif d'intégrer la ventilation de l'habitation lors de toute rénovation énergétique pour garantir confort et santé des occupants. Un bon renouvellement de l'air est le dénominateur commun pour le contrôle des trois problématiques spécifiques analysées dans le cadre du projet Mesqualair.



Partenaires de recherche

TRANSFORM

Transform Institute
Heritage, Construction and Users

FRISAM

Fribourg Statistiques et Applications des Mathématiques
Freiburg Statistik und Angewandte Mathematik
Fribourg Statistics and Applied Mathematics

TOX

IST

Experts académiques



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana

SUPSI

Partenaires et sponsors Institutionnels et économiques



Projet NPR
nouvelle politique régionale



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique OFSP



cluster énergie & bâtiment
Energie & Gebäude Cluster



ÉTAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'énergie SdE
Amt für Energie AFE

MINERGIE®
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie
Mehr Lebensqualität, Geringer Energieverbrauch



bovet jeker architectes

bovet jeker architectes sàrl | reichten 2 | 1700 fribourg
t 026.322.27.70 | f 026.322.28.80 | info@bovetjeker.ch



architectes EPFZ-SIA
KASPAR
architekten ETHZ-SIA

Web: www.kspa.ch Mail: kaspar@kspa.ch



suissetec
fribourg freiburg



suissetec

Pour en savoir plus!

Site web de l'OFSP sur le radon
www.ch-radon.ch

Site web de l'OFSP sur les polluants de l'habitat
www.tinyurl.com/mesqualair2

Minergie
www.minergie.ch

Label GI
www.tinyurl.com/mesqualair5

Plateforme Eco-bau
www.eco-bau.ch

Lignum – Qualité de l'air dans les locaux
www.tinyurl.com/mesqualair6

Ecolabels en Suisse
www.tinyurl.com/mesqualair8

Observatoire de la qualité de l'air intérieur (France)
www.oqai.fr

Formation CAS en Qualité de l'air intérieur de la HES-SO
www.tinyurl.com/consultant-qai

Sites internet des photos et images consultées le 04.02.2017
p.4 www.rncan.gc.ca/accueil

P6. Photo 1: Aspergillus ustus www.virtualmuseum.ca
et photo 2: www.ora-guyane.org/moisissures-dans-votre-logement/ (CSTB)
p.7 dosimètre de type Gamma data (Photo OFSP) et badge COV (photo TOXpro)

Illustrations originales de Monique Felix
illustratrice pour la presse et les albums jeunesse
principal éditeur www.thecreativecompany.us

© Felix
moniquefelix@bluewin.ch

Mise en page: Filipe Pereira Carvalhais, HEIA-FR

Auteurs :

Joëlle Goyette Pernot, HEIA-FR, TRANSFORM

Vincent Perret, TOXpro SA

Hélène Niculita Hirzel, IST

Corinne Hager Jörin, HEIA-FR, FRISAM