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

De la surveillance de la qualité de l'air intérieur et du radon en particulier… au professionnel de la construction et à l'occupant, un exercice de communication indispensable ! Quelques retours d'expérience helvétiques.

Joëlle Goyette Pernot
Professeur et déléguée radon de l'OFSP pour la Suisse romande

Hes·so
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale
Fachhochschule Westschweiz

Déroulé

- La qualité de l'air intérieur en chiffres
- Perception du risque par l'occupant – retour sur les résultats du projet Mesqualair (2013-2016)
- Besoins identifiés des professionnels de la construction dans le cadre du projet Jurad-bat (2016-2019)
- Deux objectifs prioritaires du plan d'action national radon 2012-2020 – formation et sensibilisation
- Exemples de formations organisées en Suisse
- Remarques conclusives et avenir

La qualité de l'air intérieur en chiffres

Source: http://www.who.int/phe/infographics/air-pollution/fr/

L’air, le poids des chiffres

Un besoin vital d’air	3 minutes sans respirer	3 jours sans boire	30 jours sans manger
Un besoin permanent d’air	100% du temps		
Un besoin important d’air	12 000 l/j		

Source: S. Deoux, Medieco, 2013

Le bâtiment, un refuge?

- Les niveaux des facteurs de risque y sont souvent bien plus élevés qu'à l'extérieur
- Risques accrus de synergies entre polluants
- Durée d'exposition plus longue

- Pollution 5 à 10 fois pire à l'intérieur!

ATTENTION PSYCHOSE

Communiquer sur le risque

Communiquer vers les lycéens

INOFFENSIF LE CO_2?
PAS TANT QUE CELA, SURTOUT POUR DES ÉTUDIANTS!

QUELS SONT LES EFFETS D'UNE TROP GRANDE CONCENTRATION DE CO_2?

Sans péjorer la santé, le CO_2 affecte tout de même le bien-être et le fonctionnement de l'intellect, même à de faibles concentrations. Une étude européenne portant sur 800 enfants dans huit écoles différentes, a démontré que les scores des élèves aux tests de concentration (exercices de logique, lecture et calcul) diminuaient lorsque les niveaux de CO_2 augmentaient.

CONCENTRATION DE CO_2 (EN %)

0.16 %	0,16 – 0,25 %	0,25 – 0,5 %
air de bonne qualité	air de qualité médiocre	air de mauvaise qualité

Aération excellente
- *Aucun effet ressenti*

Aération à optimiser
- *Diminution des performances*

Aération insuffisante
- *Difficulté à réfléchir et se concentrer*
- *Maux de tête, troubles visuels, fatigue*
- *Aggravation des problèmes d'asthme et d'allergies respiratoires chez les personnes sensibles*

LE SAVIEZ-VOUS?

En Suisse, la majorité des règles de l'art de bâtir sont édictées par la SIA, une association professionnelle nationale. Une grande partie des aspects de la construction est ainsi codifiée par ce groupement d'intérêt de spécialistes de la construction, de la technique, de l'industrie et de l'environnement, par le biais de normes, contrats, règlements et autres documentations.

COMMENT SAVOIR SI L'AIR EST SAIN OU NON?
EN MESURANT SA CONCENTRATION EN CO_2

AUCUN RISQUE D'ÊTRE VÉRITABLEMENT INTOXIQUÉ AU CO_2 DANS VOTRE SALLE DE CLASSE!

Ce gaz n'est dangereux qu'à des concentrations extrêmement élevées.

ALORS POURQUOI SE FOCALISER SUR LE CO_2?

Car il est un excellent indicateur de confinement de l'air intérieur. Se mesurant très facilement, grâce à de petits capteurs, il permet de calculer le taux de renouvellement de l'air et d'estimer la concentration d'autres polluants davantage problématiques pour la santé.

Concentrations dangereuses pour la santé : dès 30 000 ppm !

30 000 ppm
25 000 ppm
20 000 ppm
15 000 ppm
10 000 ppm
5 000 ppm
0 ppm

•••

Le CO_2 devient réellement toxique pour notre organisme lorsque sa concentration dans l'air dépasse les 30 000 parties par million (ppm), soit 3 %. Avec de rares pics approchant les 4 500 ppm, il ne représente donc pas de danger immédiat et vital.

Pas toxique donc, mais pas sans effet sur votre confort et vos performances intellectuelles pour autant !

Concentrations mesurées dans le Gymnase : quelques pics jusqu'à 4 500 ppm max.

LE SAVIEZ-VOUS?

Rejeté naturellement à chaque expiration, le CO_2 est un gaz tout ce qu'il y a de plus naturel. Avec 18 litres de CO_2 produits par heure et par personne, une leçon de 45 minutes suffit pour que l'air de votre salle de classe se sature en CO_2 et s'appauvrisse en oxygène.

Si vous laissez les fenêtres fermées... les concentrations grimperont tout au long de la journée !

Canton de Vaud

Source: https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dinf/sipal/fichiers_pdf/exposition-air_SIPAL.pdf

Communiquer sur le risque

Salubrité du logement

Informations et conseils à l'attention des concepteurs, occupants et responsables de logements

2

Mon logement ne va pas … …que faire ?

3

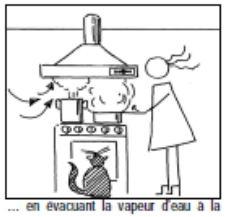
La vapeur d'eau se condense sous forme de buée sur les vitres puis ruisselle vers les cadres. Ici elle corrode les cadres métalliques.

La condensation dans un plancher sur vide sanitaire mal ventilé sature les plinthes en bois et favorise le développement de champignons. Ici la mérule.

Les moisissures peuvent provoquer des affections respiratoires et favoriser la prolifération d'acariens dont les déjections sont allergènes.

La condensation dans des locaux humides peut corroder les armatures des dalles en béton armé. Ici, des dégâts graves à une dalle sous toiture.

… en entrouvrant les vitrages de quelques millimètres ou en les munissant de grilles d'aération.



… en évacuant la vapeur d'eau à la source…

… en déplaçant de quelques centimètres les meubles et objets situés contre des parois froides…

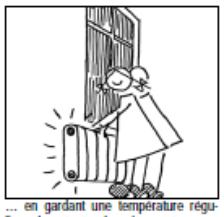
… en surveillant la présence de buée sur les vitres, signe d'une humidité de l'air trop élevée, d'autant plus lorsque le vitrage est à double verre.

En hiver, la vapeur d'eau peut condenser sur les parties les plus froides des murs de façade en particulier aux angles des habitations.

Des moisissures se produisent également sur les parties plus froides des murs de façade "cachés" par des meubles ou des tableaux.

Faute d'être évacuées en permanence, les suies de combustion de bougies ou autres combustibles se fixent sur les murs des pièces.

Des moisissures se développent dans les locaux humides et mal aérés, ici, sur les joints et les carrelages d'une salle de bain.



… en gardant une température régulière dans toutes les pièces et en ouvrant les armoires murales pour les tempérer…

… en fermant la porte de la salle de bain après un bain ou une douche…

…en contrôlant les polluants, par exemple en choisissant des bougies qui dégagent moins de suie …

… en lisant attentivement cette brochure où tous ces conseils sont expliqués !

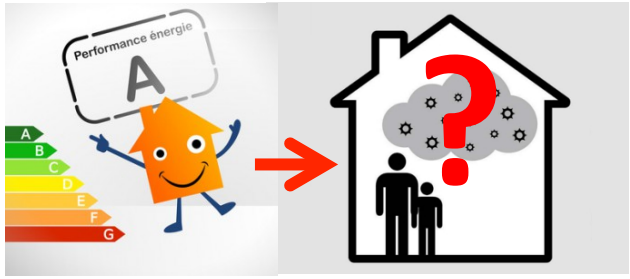
Voici quelques exemples courants de dégradations dans les logements insalubres

Ces dégâts sont évitables lorsque les occupants gèrent la qualité de l'air de leur habitation

Source: www.caova.ch

Perception du risque par l'habitant

Influence de la rénovation énergétique



Les concentrations en radon dans les bâtiments portant le label Minergie sont-elles meilleures que dans le bâtiment traditionnel?

Le radon tend à augmenter lorsque le renouvellement d'air n'est pas assuré

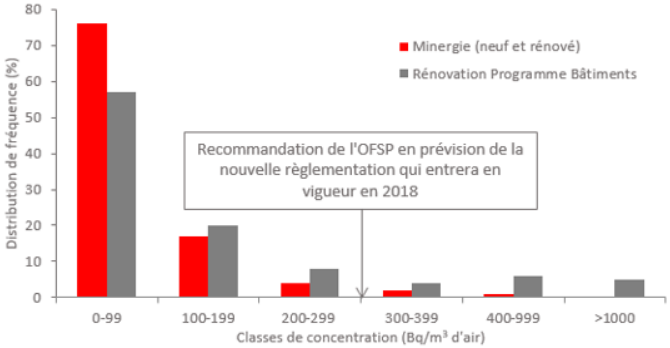
Les bâtiments Minergie présentent une étanchéité à l'air marquée

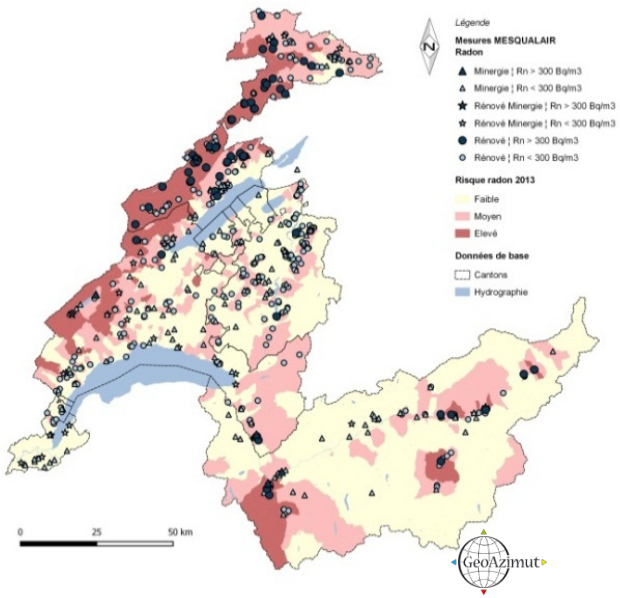
Le standard Minergie exige un système de ventilation

Les concentrations en radon devraient donc être contrôlées dans les bâtiments portant le label Minergie

Perception du risque par l'habitant

Constat sur la présence de radon





- Concentration moyenne de radon mesurée en Suisse romande de 180 Bq/m^3 d'air avec médiane à 71
- Impact plus marqué dans le bâtiment rénové
- Empreinte significative de la géologie
- Effet de l'âge tous types de bâtiments confondus et de la présence d'une cave naturelle hautement significatif ($p < 0.001$)
- 11% des bâtiments > 300 Bq/m^3 d'air et 10% d'entre elles portent pourtant le label Minergie.

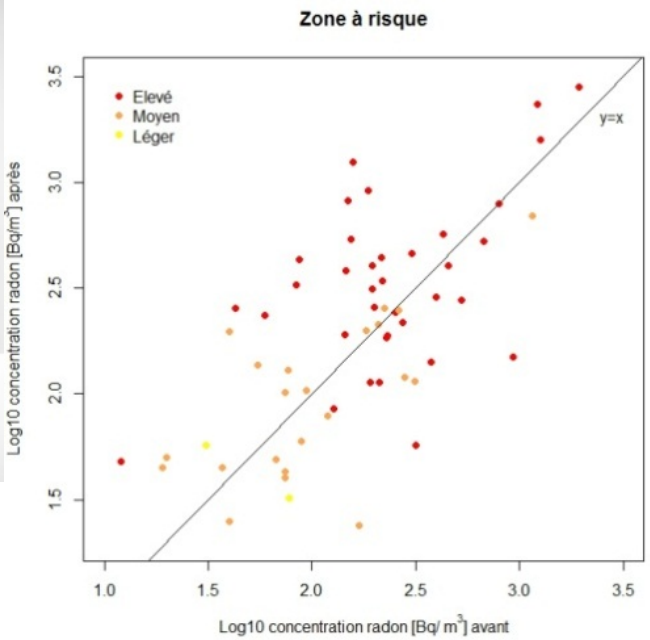
Perception du risque par l'habitant

Présence du radon dans l'habitat efficient en énergie

Canton	[Rn]	Age	Ventilation	Mode de contrôle	Fréquence d'utilisation	Type de système de ventilation	Changement du filtre	Espace de vie au sous sol	Cave en terrain naturel
VS 1	319	N	Oui	Manuel		DF avec récupération de chaleur		Oui	Non
VS 1 (P)	849	N	Oui	CO_2 detector		DF avec récupération de chaleur		Non	Non
VD 1	344	N	Oui	Prog		DF avec récupération de chaleur		Oui	Oui
VS 2	352	N	Oui	Prog	Toujours	DF avec récupération de chaleur	Oui tous les 6 mois	Oui	Oui
VS 2	666	N	Oui	Prog	Toujours	DF avec récupération de chaleur	Oui tous les 6 mois	Non	Oui
NE 2	1594	R	Oui	Manuel	Rarement	DF avec récupération de chaleur	Jamais	Oui	Oui
VD 2	393	R	Oui	Manuel	Toujours	DF avec récupération de chaleur	Oui tous les 6 mois	Non	Oui

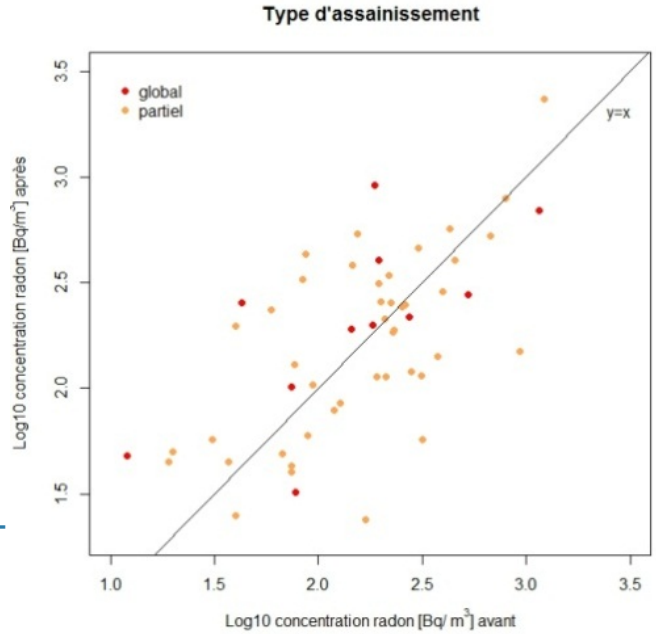
Rénovation énergétique et radon

Prendre en compte le radon lors de la planification du projet



p=0.23

[Rn] APRÈS = 1.18 X [Rn] AVANT
en moyenne pour 60 bâtiments



p=0.24

[Rn] APRÈS ASS GLOBAL = 1.42 X [Rn] AVANT
(54 bâtiments)

MESQUALAIR

Recommandations

Communiquer vers l'occupant et les professionnels

- Accorder une attention renforcée à l'étanchéité de la dalle et des murs en contact avec le terrain, aux arrivées de réseaux terrestres ainsi qu'au renouvellement adéquat de l'air dans le bâtiment mieux isolé.

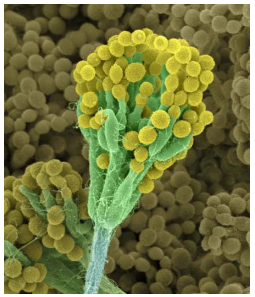
- Dans les régions où le potentiel radon est avéré, certains éléments de construction ne sont pas recommandés (ex. cave en terrain naturel) à moins de prendre la mesure du risque et de l'intégrer dans la conception du bâtiment.

- Une fois le bâtiment construit ou rénové, seule une mesure de contrôle pourra attester de la bonne gestion ou non du risque.

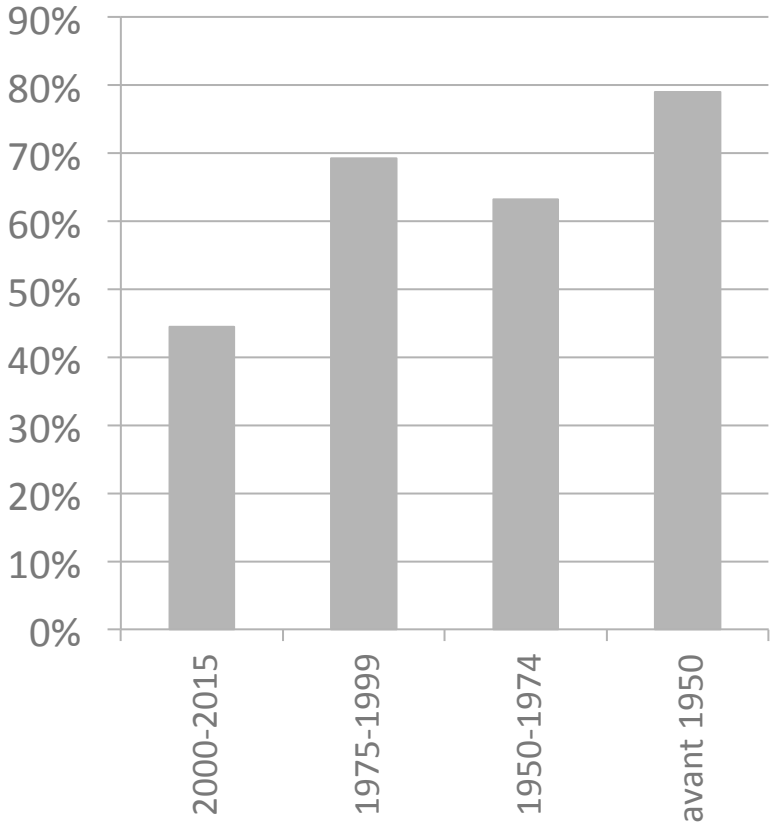
- Les cages d'escaliers ouvertes de même que les ascenseurs nécessitent un traitement sans faille de l'étanchéité avec le terrain sans quoi ils peuvent devenir des voies de transit privilégiées pour le radon vers les étages.

Perception du risque par l'habitant

Contamination biologique



- Seuls 32% des prélèvements de surface effectués dans les bâtiments Minergie et 56% de ceux effectués dans les bâtiments rénovés (PB) se sont révélés positifs pour le développement de moisissures.
- Difficulté des occupants à discriminer une moisissure du salpêtre ou encore de levures, en particulier pour les résidents des bâtiments Minergie.
- Les propriétaires de bâtiments Minergie surestiment la présence de moisissures dans leur habitat.



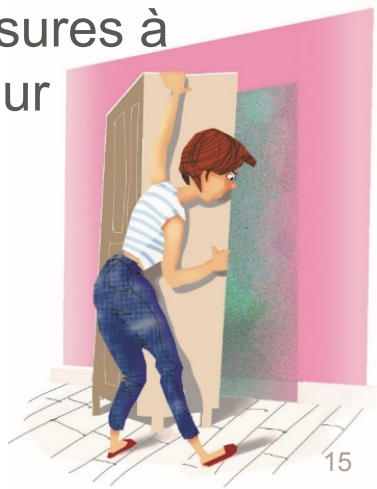
Proportion de bâtiments avérés contaminés par les moisissures en fonction de la classe d'âge

Recommandations

Communiquer vers l'occupant

- Nombreuses sont les sources d'humidité dans le bâtiment ; l'assainissement énergétique ne doit pas aggraver la situation! La ventilation est un des leviers de la gestion de ce risque même en hiver

- Il est important de surveiller le développement de moisissures à l'abri du regard et d'éviter les comportements favorisant leur introduction dans l'habitation



Perception du risque par l'habitant

Composés organiques volatiles

- Environ 92% des cas sont inférieurs à la recommandation de 1'000 $\mu g/m^3$ de l'OFSP et 12% dépassent le seuil de 750 $\mu g/m^3$ suggéré par Minergie-Eco

- Les mesures de COV ont révélé la présence de 74 substances à au moins une reprise sur les capteurs

- Des terpènes (D-Limonene, alpha-pinene, linanol, geraniol, eucalyptol) ont été identifiés dans 75% des habitations. Terpène associé à des parfums et fragrances de produits de nettoyage.

- Formaldéhyde toujours inférieur à 125 $\mu g/m^3$ recommandé par l'OFSP

- Influence significative du garage intégré sur la qai (COV tot et BTEX: 2 à 3 fois supérieurs mais demeurent inférieures aux seuils recommandés par le label GI)

Recommandations

Communiquer vers l'occupant et le professionnel

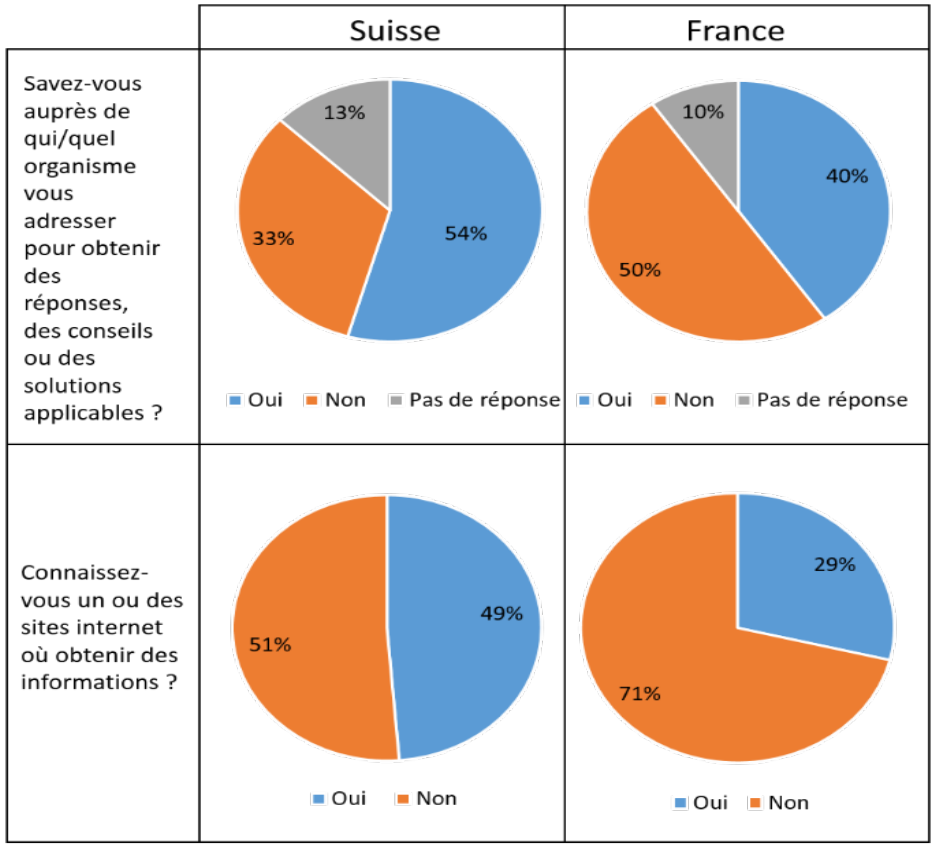
- Adapter les activités et bien aérer le logement

- Privilégier un garage séparé, non connecté physiquement à l'habitat et si ce n'est pas possible, assurer un accès hermétique

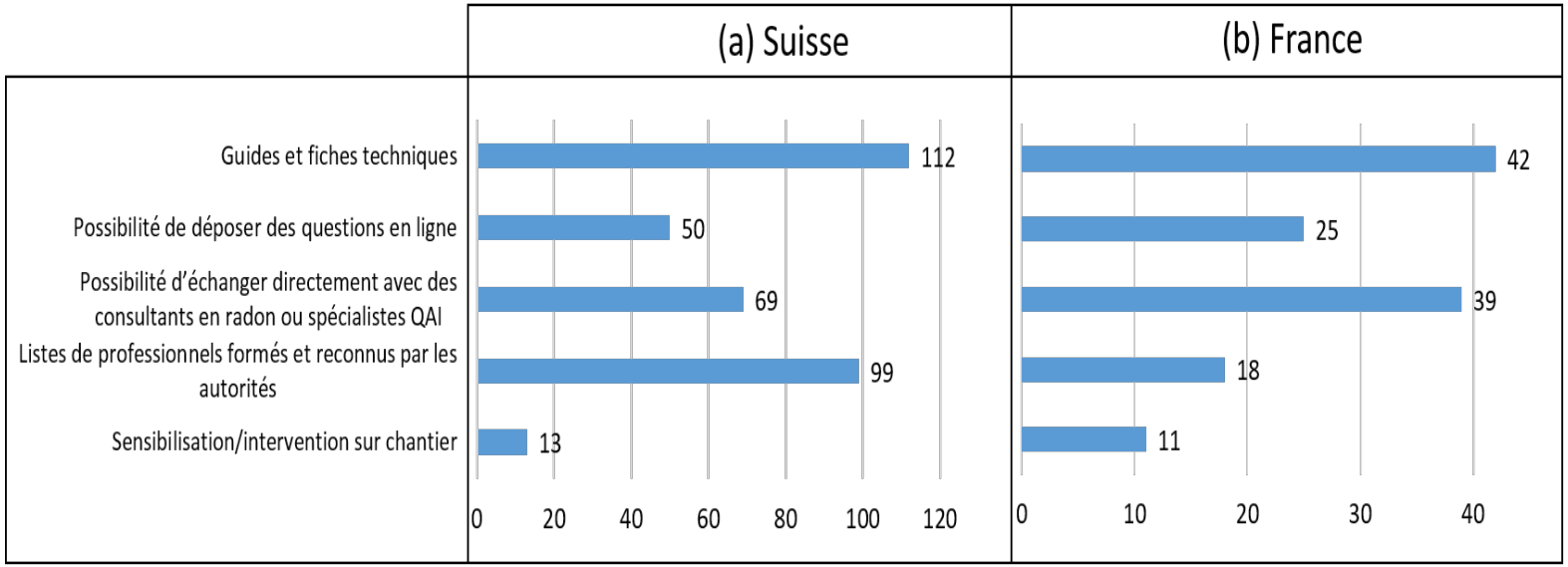
Besoins des professionnels de la construction ?

- Le projet interreg France-Suisse Jurad-Bat, un projet dédié au développement de compétences professionnels dans l'arc jurassien

- Il semble que le thème du radon soit un peu plus connu en Suisse qu'en France parmi les professionnels
- Nécessité de rendre visible et de faire connaitre aux professionnels les ressources existantes dans les deux pays

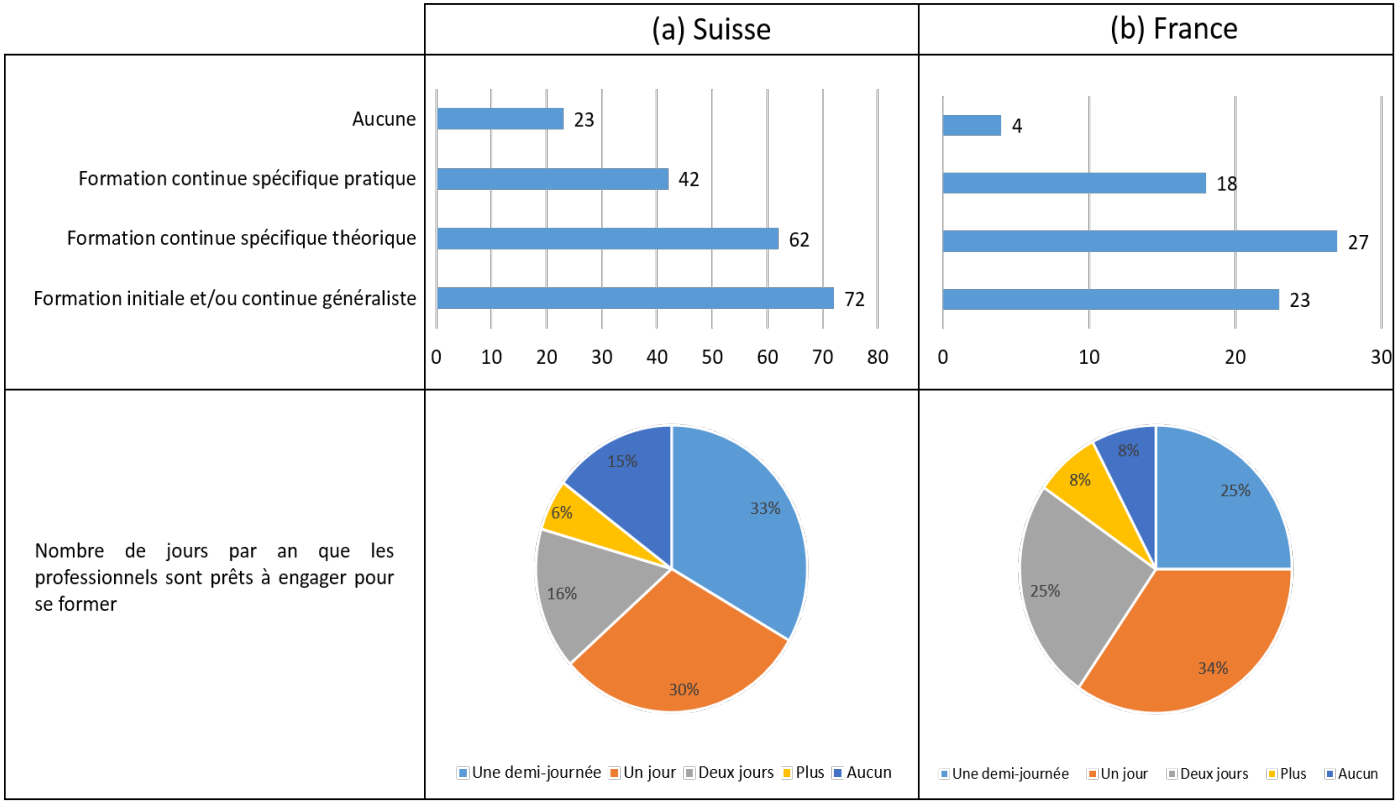


Conseils souhaités par les professionnels



- Les professionnels français et suisses ont des attentes marquées pour des documents techniques.
- Dans les deux cas, il existe un besoin d'entrer en contact avec des professionnels du radon déjà formés et reconnus.

Formations attendues par les professionnels



- Les professionnels français interrogés semblent plus enclins à des formations plus longues
- Le besoin viendra avec le développement de l'activité!

Plan d'action national radon 2012-2020

1. Révision des dispositions légales
2. Amélioration des connaissances de l'exposition au radon dans les habitations
3. Promotion des actions de protection contre le radon dans la construction
4. Élaboration d'une stratégie efficace concernant les assainissements
5. Intégration du radon dans la formation des spécialistes de la construction
6. Amélioration de la sensibilisation du public au problème de santé posé par le radon
7. Développement des outils et des méthodes

Type de formations proposées en Suisse par les 3 centres de compétence radon

- Formation de base
  - 2 à 4h (radon + qai) dans le cursus des étudiants architectes, génie civil ou énergéticiens durant le bachelor ou le master
- Formation pour professionnels
  - 1 à 2 jours de cours de perfectionnement des conducteurs de travaux et autres professionnels de la construction, administrateurs d'immeubles et courtiers
- Formation continue longue (CAS/DAS/MAS)
  - Intervention dans différentes formation sur l'énergie, le bâtiment durable ou l'expertise immobilière
  - Certificate of Advanced Studies (CAS) en Qualité de l'air intérieur de la HES-SO
- Autres formes de sensibilisation
  - Journées ou soirées destinées à divers publics (associations, autorités locales…)
  - Conseils aux bureaux d'études

Module Radon du CAS QAI HES-SO 2018

Programme de la formation 2018

- **Jour 1** - Problématique radon et qualité de l'air intérieur, bases théoriques de la radioprotection, effets du radon sur l'organisme
  - Origine géogénique du radon – notions de géologie
- **Jour 2** - Notions de métrologie - mesure du radon (appareils de mesure bases physiques) + Rn habitation, place de travail, matériaux de construction et eau
  - Nouveautés de l'ORaP et protocoles de mesures
- **Jour 3** - Mesures préventives dans le neuf – Economie d'énergie et QAI impact de la ventilation sur la QAI
  - Diagnostic radon et remédiation
- **Jours 4 + 5** - Camp de terrain à Sainte Croix, Vaud
  - Mise en condition réelle, mesure et diagnostic radon
- **Jour 6** - Aspects légaux et contractuels, chiffrage des coûts
  - Temps à disposition pour répondre aux questions des participants
- **Jour 7** - Examen écrit et présentation orale des expertises individuelles

Mesures du radon et du thoron dans le terrain

Analyse critique d'assainissements réalisés

Lecture du paysage

Mesures du radon dans l'eau

Retour d'expérience d'un consultant déjà formé

Observation d'erreurs

Mesure dans les bâtiments

Un formation dédiée à la QAI – le CAS en Qualité de l'air intérieur de la HES-SO 2014-2015

Certificate of advanced studies de la HES-SO

Travail de CAS 30 périodes (3 jours)

Examen théorique + expertise technique + Examen théorique + expertise technique + Examen théorique + expertise technique

Rapports écrits + Présentations orales

3 domaines d'expertise (16 jours)

- Amiante (75 périodes) 6 jours
- Radon (60 périodes) 5 jours
- Polluants chimiques et biologiques (60 périodes) 5 jours

Socle de connaissances transversales (13 jours)

- Confort et Santé (30 périodes) 2 jours
- Matériaux de construction, aménagements intérieurs et comportement (30 périodes) 1 jour
- Normes et règlements (15 périodes) 1 jour
- Diagnostic et mesure (30 périodes) 2 jours
- Communication (30 périodes) 2 jours
- Ventilation mécanique et aération naturelle (30 périodes) 2.5 jours
- Assainissement énergétique et qualité de l'air (30 périodes) 2.5 jours

Prérequis académique

Niveau académique en sciences ou techniques de l'ingénieur (niveau BSc)

Remise des diplômes du CAS QAI - Une collaboration interinstitutionnelle fructueuse

domotech FORMATION

La qualité de l'air dans les bâtiments suisses

Formation sur le terrain pour mesurer le radon.

La concentration maximale en radon recommandée dans les bâtiments suisses ne devrait pas dépasser 300 Bq/m³, selon la valeur annoncée dans l'ordonnance sur la radioprotection en cours de révision en 2015. De plus, une formation continue de la HES-SO, le CAS en Qualité de l'air intérieur, est proposée à l'intention des professionnels. Enquête.

TEXTE MARY-LUCE BOANO COLOMBINI ET JOELLE GOYETTE PERNOT

Le radon, gaz radioactif invisible, incolore, inodore et insipide, trouve sa source dans le sol, résultat de la désintégration de l'uranium-238 radioactif présent à l'état naturel dans la croûte terrestre. Quelques explications.

Le radon, de par son caractère gazeux, se retrouve dans l'air contenu dans le terrain ou sous forme dissoute dans l'eau. Il tend alors à remonter vers la surface, à s'échapper du terrain et à s'infiltrer dans l'air ambiant des bâtiments présentant des défauts d'étanchéité des surfaces se trouvant au contact du sol. Pour les locaux d'habitation et de séjour, la réglementation actuelle fixe une valeur limite de 1000 becquerels par mètre cube d'air (Bq/m³) et une valeur directrice de 400 Bq/m³ à ne pas dépasser dans les bâtiments neufs après rénovation ou assainissement énergétique.

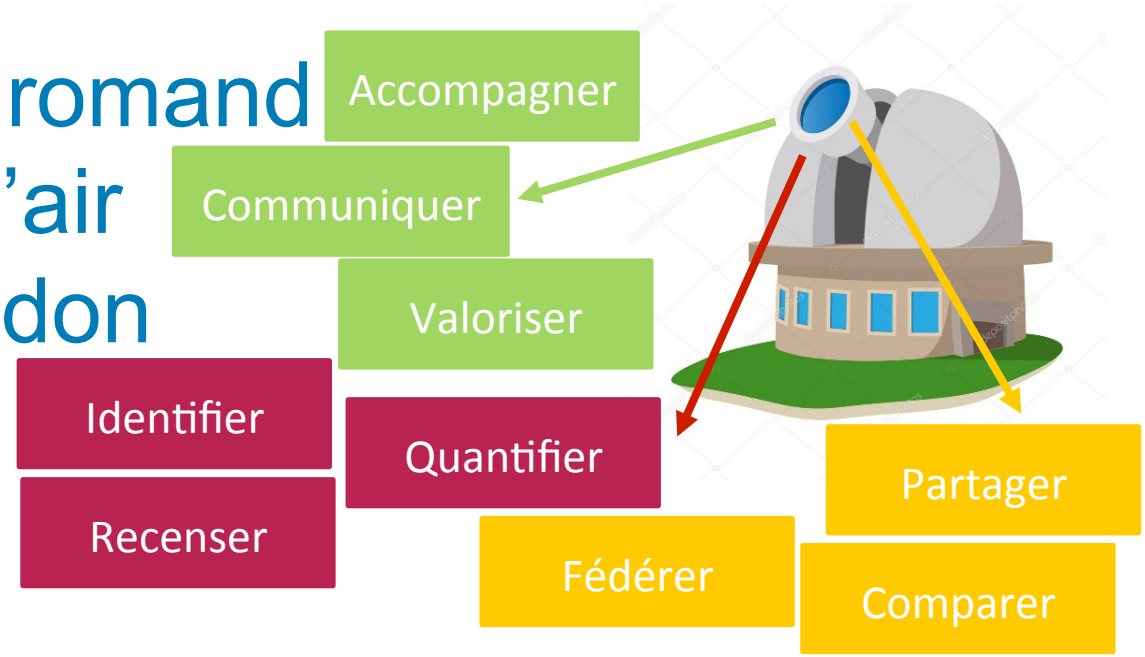
Depuis 2009, l'Organisation mondiale de la santé OMS recommande la valeur de 100 Bq/m³. L'ordonnance sur la radioprotection actuelle (ORaP, 1994) date de vingt ans, raison pour laquelle, pour répondre aux recommandations de

Remarques conclusives et avenir

- Sensibiliser et former les professionnels est un réel enjeu mais la gestion de ce risque au quotidien doit aussi passer par un public averti → objectif de la plateforme JURAD-BAT qui verra le jour courant 2019.

- Développer une approche intégrée des thèmes relatifs à la qualité sanitaire de l'air intérieur et au bien-être dans le bâtiment → objectif d'un nouveau projet l'Observatoire romand de qualité de l'air intérieur porté par le centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon (croqAIR) avec le soutien de l'OFSP.

Un observatoire romand de la qualité de l'air intérieur et du radon



- Comment:
  - En rassemblant des informations issues des données scientifiques internationales afin de mieux décrire et comprendre les éléments qui touchent à la qualité de l'air intérieur.
  - En lançant des campagnes de mesures sur le terrain pour évaluer des situations à risque et identifier des sources de pollution.
  - En collaborant avec les autorités cantonales et locales à des actions de sensibilisation et de prévention.
  - En élaborant des recommandations à l'intention de différents professionnels concernés.

Merci pour votre attention!

Pour en savoir plus:

croqAIR
centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon

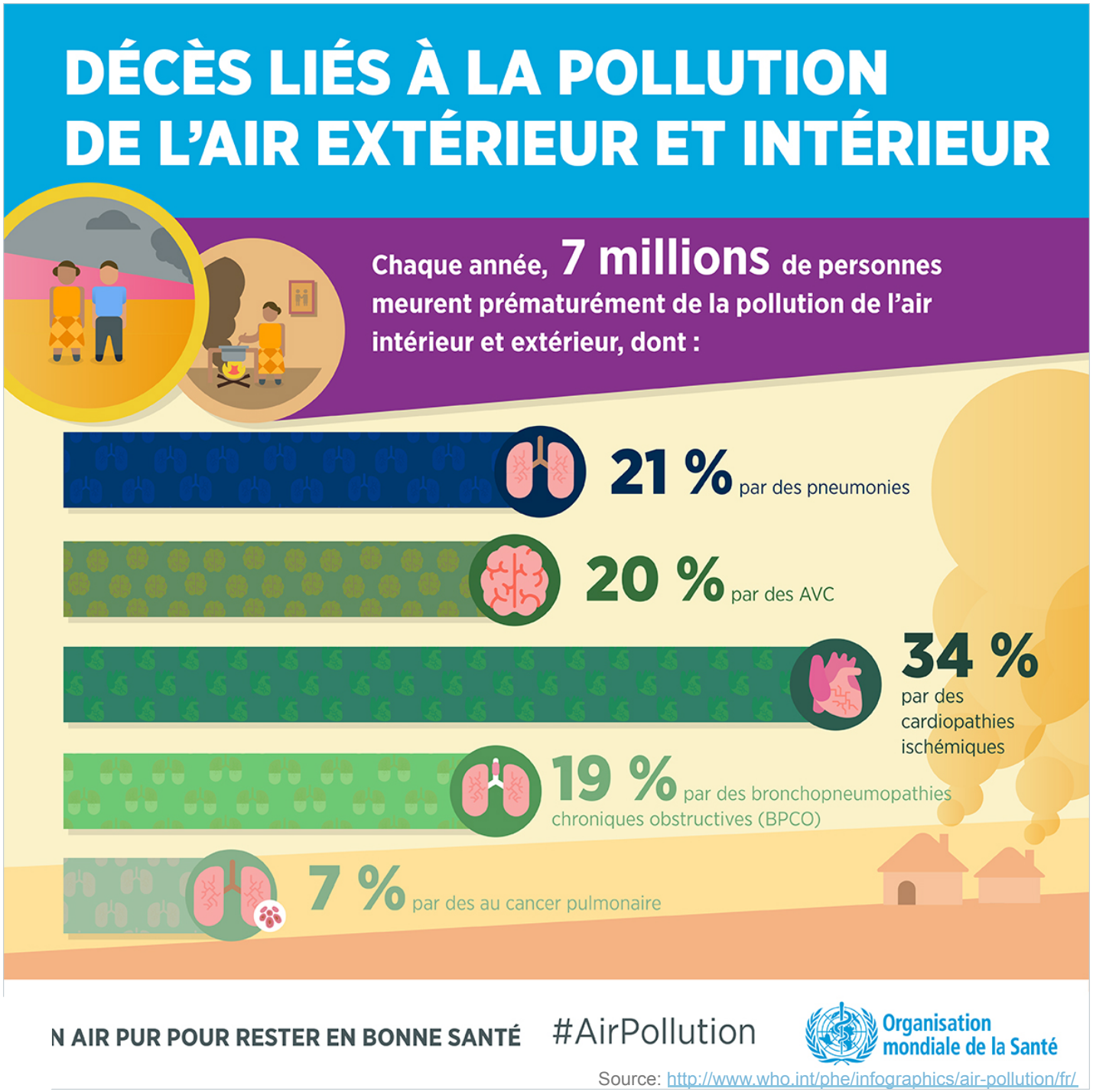
Dr Joëlle Goyette Pernot
HEIA-FR
Bd de Pérolles 80
CH-1700 Fribourg
joelle.goyette@hefr.ch

La qualité de l'air intérieur en chiffres

- Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde (2018)
- 7 millions de personnes meurent chaque année à cause de la pollution de l'air ambiant (extérieur) et à cause de la pollution de l'air à l'intérieur des habitations (2018)
- La pollution de l'environnement entraîne 1,7 million de décès d'enfants par an (2017) de moins de 5 ans
- La pollution de l'air à l'intérieur des habitations est responsable de maladies non transmissibles, AVC, cardiopathies ischémiques, bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO) et cancers pulmonaires (2018)

Source: http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health

La qualité de l'air intérieur en chiffres



Source: http://www.who.int/phe/infographics/air-pollution/fr/