



LA RENOVATION ENERGETIQUE ET PERFORMANTE DE L'HABITAT

4-5-6 OCTOBRE 2017 | LE CÈDRE | DIJON-CHENÔVE

Un événement des réseaux :



Soutenu et financé par :



Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Suisse

Bd de Pérolles 80, CP32
1705 Fribourg
www.heia-fr.ch



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

Institut de recherche en architecture – **TRANSFORM**

<https://transform.heia-fr.ch/FR/presentation/Pages/theme-innovation.aspx>

TRANSFORM

Transform Institute
Heritage, Construction and Users

Dr Joëlle Goyette Pernot

Professeur et déléguée radon de l'Office Fédéral de la Santé Publique pour la Suisse romande
Responsable du Centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon

Joelle.goyette@hefr.ch



Faire évoluer les pratiques professionnelles
4 octobre 2017

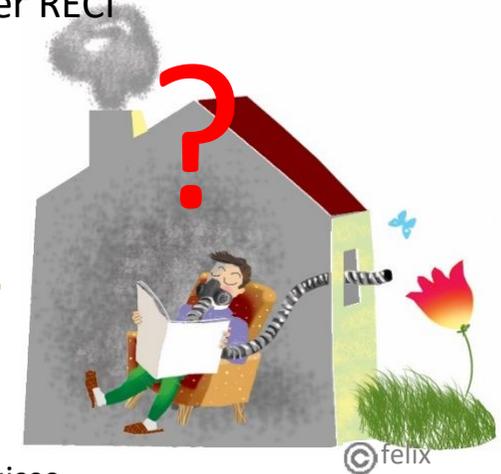
Atelier 2 : Prévenir les risques liés à la « massification » de la rénovation

Animation: Bertrand Chauvet, AQC – Restitution: Bernard Boyeux, Cluster RECI

Assurer une qualité de l'air intérieur optimale

Joëlle GOYETTE PERNOT, Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Suisse
avec les apports de Anaïs DETOURNAY, ATMO-FC et Catherine NAULEAU, CEREMA

Les mesures prises en faveur des économies d'énergie dans le bâtiment ne risquent-elles pas d'induire une détérioration du cadre bâti au détriment de la santé des occupants ? Quelles recommandations formuler vis-à-vis des professionnels et des occupants de ces bâtiments?



Deux projets sur un même thème...

MESQUALAIR en Suisse romande



2013-2016

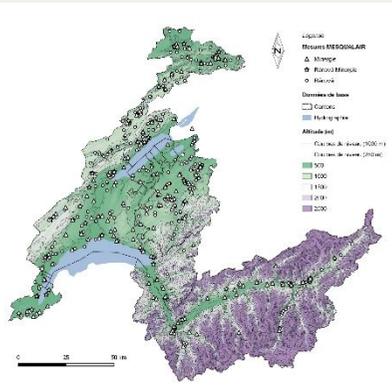


S'assurer de la qualité de l'air dans les bâtiments neufs ou rénovés économes en énergie en Suisse romande



Objectifs :

1. Réaliser une radiographie de l'état sanitaire du parc immobilier
2. Identifier les situations les plus à risque
3. Élaborer des recommandations



- **Habitat individuel neuf** (Minergie) de moins de 5 ans
 - **Habitat individuel rénové** du point de vue de l'énergie (Programme national bâtiment ou Minergie)

- 182 maisons neuves M
- 35 maisons rénovées M
- 433 maisons rénovées PNAB

- Mesures QAI (Rn dans 650 maisons + COV et moisissures dans environ 160 maisons)
- Questionnaires dédiés à la description du bâtiment, d'accompagnement des mesures et d'auto-évaluation de la perception du confort retournés dans 616 cas

DEFIBAT en Franche-Comté

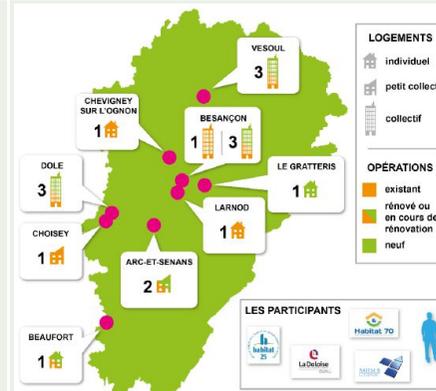
2012-2015

Programme OQAI – Bâtiments performants en énergie ADEME et DREAL de Franche-Comté



Enjeux :

1. Qualité de l'air intérieur
2. Confort thermique et acoustique
3. Consommations d'énergie réelles et conventionnelles



- **Habitat** (individuel et collectif) **neuf et existant** conforme à la RT 2012 ou RT 2005 + label éventuel
 - **Habitat** (individuel et collectif) **fortement rénové** avec label ou équivalent

- 17 logements FC dont 4 maisons individuelles et 13 logements sociaux

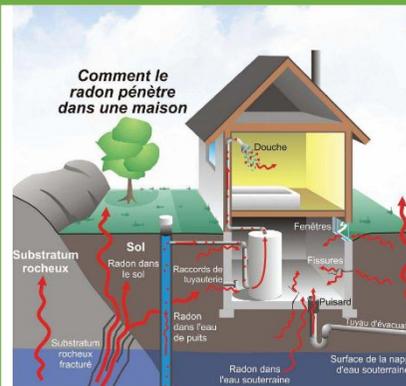
- Mesures QAI (moisissures, COV, NO₂, ALD, poussières fines, CO₂ et Rn)
- Mesure du confort et contrôle de la ventilation et de l'acoustique
- Questionnaires dédiés à la description du bâtiment, d'accompagnement des mesures et d'auto-évaluation de la perception du confort

MESQUALAIR - paramètres mesurés

Rn₂₂₂



- Gaz radioactif naturel!
- Issu de la désintégration de l'U₂₃₈ présent dans la croûte terrestre
- Substance cancérigène d'origine naturelle la plus dangereuse à l'intérieur des bâtiments
- Deuxième cause de cancer des poumons chez les fumeurs et ex-fumeurs. Première cause chez les non fumeurs



Mesure passive, 3 mois

Composés organiques volatils COV



- Grand nombre de familles chimiques des hydrocarbures aromatiques (BTEX) aux alcools, aldéhydes, hydrocarbures chlorés, terpènes...
- Sources multiples (intérieur et extérieur)
- Dans l'air intérieur, normalement associés à des irritations des voies respiratoires

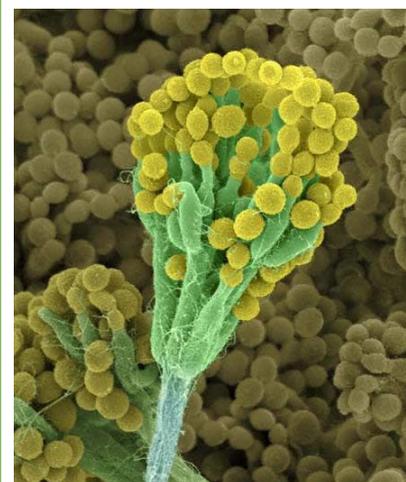


Mesures passives, 1 semaine

Moisissures



- Champignons microscopiques d'aspects filamenteux qui se développent dans le sol ou les plantes et se reproduisent en libérant des milliers de spores
- Développement possible sur les matériaux à l'intérieur si HR > 60% ou après dégât des eaux
- Si elles couvrent plus de 10 cm² peuvent être responsables du développement de l'asthme chez les enfants en bas âge et d'autres pathologies respiratoires
- Si elles couvrent plus de 1 m², le bâti est profondément affecté

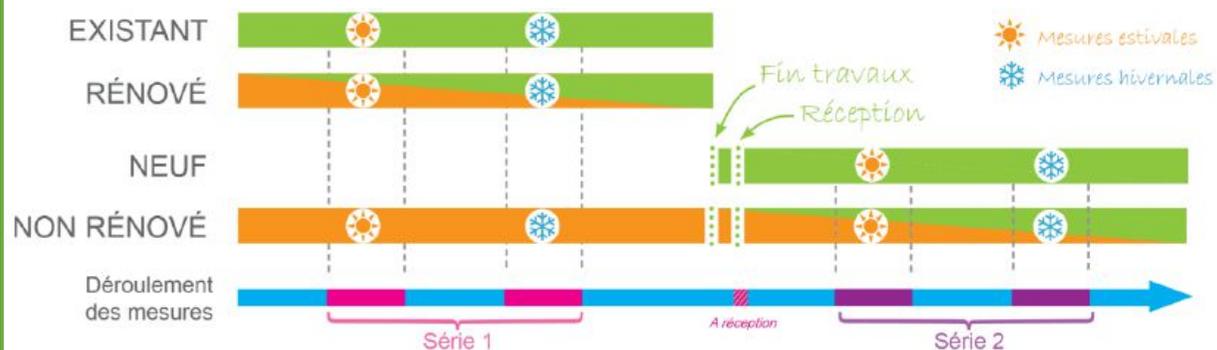


Mesures passives
1 à 10 semaines

DEFIBAT FC – stratégie suivie

Rythme des mesures :

Sur la base de ce protocole national, 31 séries effectuées au sein des 17 logements ont été intégrées dans la base de données nationale + 4 séries de mesures additionnelles



Données collectées :

1. Polluants chimiques au cours de deux saisons dans le séjour et la chambre principale

- Composés organiques volatils
- Aldéhydes
- Dioxyde d'azote

2. Polluants biologiques en cas de présence avérée → prélèvement « surfacique » et prélèvement « volumique » dans la chambre principale, le séjour et la salle de bain

3. Polluants physiques avec les PM2.5 dans le séjour et le radon dans le séjour et la chambre principale



Conditions mesurées :

1. Perméabilité à l'air du bâtiment

1. Consommation d'énergie

1. Ventilation (débits d'air et de pression à chaque bouche de soufflage et d'extraction)

2. Confort thermique et acoustique



Deux projets sur un même thème ...

... mais des approches différentes.

- En Suisse, de très nombreux points de mesures mais peu de paramètres et pas de cadre réglementaire à part pour le radon
- Complète autonomie des occupants pour effectuer les mesures, compléter les questionnaires et renvoyer les capteurs en temps voulu par la poste
- Confrontation des mesures de polluants chimiques aux valeurs recommandées par le label Minergie-Eco, le label GI (GUTES INNENRAUMKLIMA), l'OMS, l'OFSP, l'ANSES et le HSCP
- Ordonnance sur la radioprotection (ORaP, 1994 et recommandations OFSP depuis 2010) dans le contexte de la révision de l'ORaP → nouvelle ORaP en vigueur dès le 01.01.2018

Qui habite les maisons du projet MESQUALAIR?

Types de ménages et caractéristiques dominantes

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Maisons individuelles • Familles avec enfants de moins de 25 ans • Sensibilité à la qualité écologique des produits d'entretien • Faire son compost et vider la poubelle à épluchures au moins une fois par semaine • Non-fumeurs | <ul style="list-style-type: none"> • 74% des cas • 77% des villas Minergie • 80 % des cas • 82% des PNaB et 66% des Minergie • 90% des cas et plus encore dans villas Minergie |
|---|---|

Perception de l'environnement intérieur

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Gêne ressentie vis-à-vis des courants d'air <ul style="list-style-type: none"> ✓ en été ✓ en hiver • Qualité de l'air intérieur satisfaisante <ul style="list-style-type: none"> ✓ en hiver • Air trop sec • Niveau sonore • Confort agréable en général | <ul style="list-style-type: none"> • Aucune • Aucune pour Minergie et 34% pour PNaB • 62% pour Minergie et 57% pour PNaB • 44% pour Minergie et 37% pour PNaB • Agréable dans tous les cas • Plus de 65% des PNaB et 20% pour Minergie |
|--|---|

Deux projets sur un même thème ...

... mais des approches différentes.

- En Franche-Comté, moins de bâtiments mais une plus grande panoplie de facteurs mesurés pour une connaissance plus complète des conditions techniques et sanitaires intérieures et extérieures
- Confrontation des mesures chimiques et les PM2.5 à court terme aux valeurs de référence proposées par la réglementation dans le contexte des ERP, les valeurs guides de l'ANSES ou encore les valeurs repère d'aide à la gestion du HCSP
- Confrontation des mesures biologiques, physiques à long terme aux recommandations de l'OMS et de l'OQAI
- Confrontation des mesures de ventilation et de confort à la réglementation en vigueur

Quels résultats ?



En Franche-Comté?

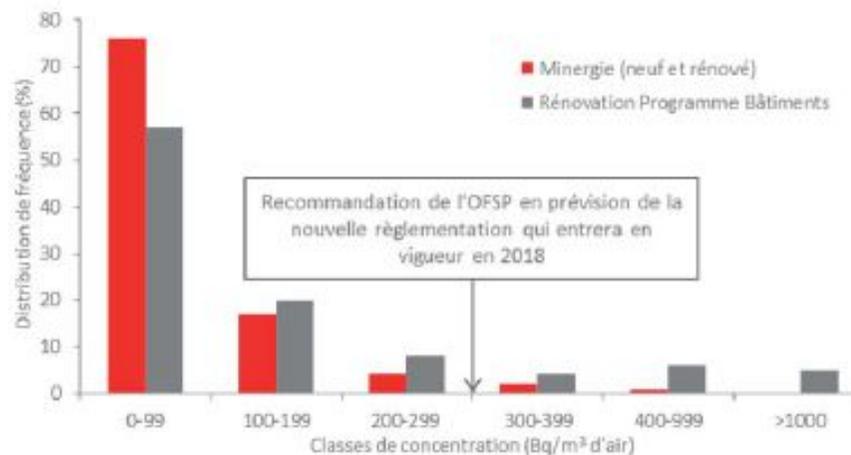
- Teneurs conformes pour la majorité des polluants chimiques et PM2.5
- Globalement des concentrations plus faibles dans le neuf
- Effet des températures estivales sur certains COV
- Seuls formaldéhyde et oxyde d'azote présentent des concentrations supérieures au seuils de référence
 - NO₂ → axe routier proche
 - CH₂O → trois situations différentes
- Suspicion de moisissures non encore visibles par détection de COV
- Taux de contamination jugé significatif en spores dans l'air en période hivernale

En Franche-Comté?

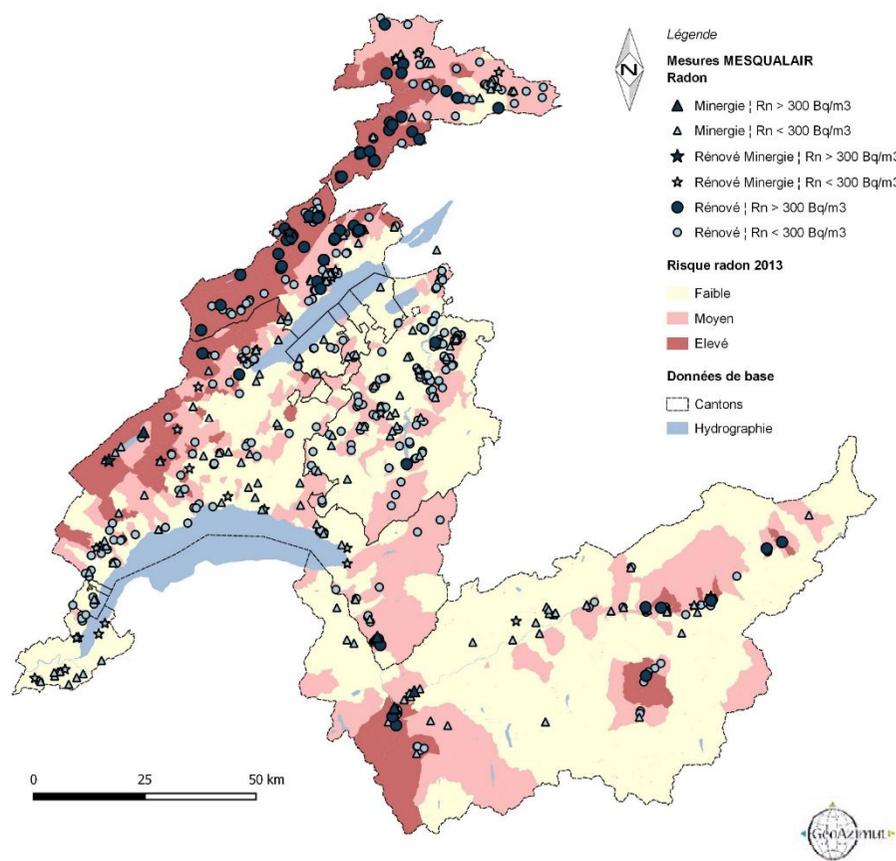
- Non respect des seuils d'extraction en cuisine peu importe la VMC
- Non conformités observées (détalonnage des portes insuffisant, bouches d'entrée d'air obstruées, non homologuées ou inexistantes) dans 50% des situations
- Confinement globalement élevé
- Confort acoustique non conforme dans la majorité des cas
- Confort thermique non assuré dans la majorité des logements (T>22°C dans au moins une pièce du logement)
- Confort hydrique inégal du trop humide au trop sec

En Suisse?

1- radon



11% des bâtiments dépassent la nouvelle valeur de référence et 10% d'entre-elles ont le label Minergie



En Suisse?

- Concentration moyenne mesurée de 180 Bq/m³ (75 en Suisse), médiane de 71 et valeur maximale > 4'000 Bq/m³
- Très forte influence de l'état du bâtiment
- Fort impact de la géologie d'autant plus dans le cas de bâtiments rénovés et en présence d'une cave en terrain naturel
- Plus on a de surfaces en contact avec le terrain, plus le risque est réel
- L'absence de VMC dans la plupart des bâtiments rénovés est un facteur aggravant!

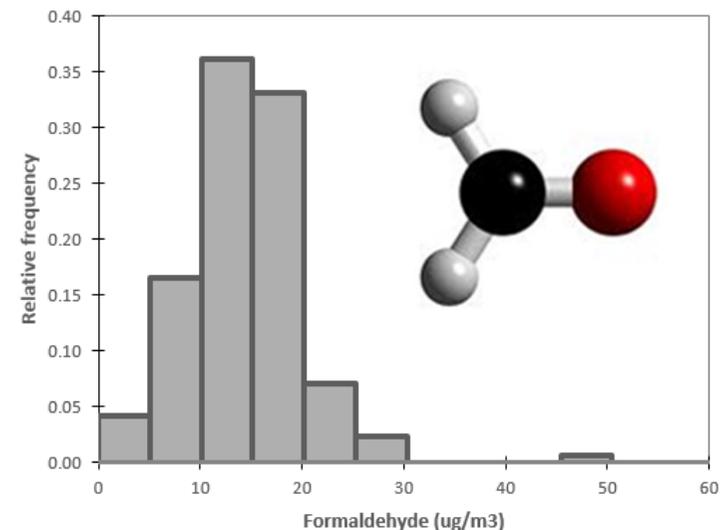
1- radon



En Suisse?

- Concentrations de COV_{tot} (eq. toluène) compris entre 25 et 2'292 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 92% des cas inférieurs à la recommandations de 1'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'OFSP et 12% dépassent le seuil fixé par Minergie-Eco de 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air
- Forte influence du type de bâtiment → médiane 1.5 fois supérieure dans le bâtiment rénové
- Parmi les 200 substances recherchées, 73 ont été au moins une fois identifiées
- Formaldéhyde toujours < 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OFSP). Concentration médiane de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ très proche de celle mesurée lors de la campagne logement de l'OQAI en 2007

2- COV et ALD



En Suisse?

- Parmi les terpènes associés à des fragrances de produits de nettoyage, présence du D-limonène dans 76% des cas
- Les COV_{tot} ainsi que les BTEX mesurés sont toujours 2 à 3 fois supérieurs lorsque le garage est intégré dans le bâtiment mais valeurs inférieures aux seuils recommandés par le label GI

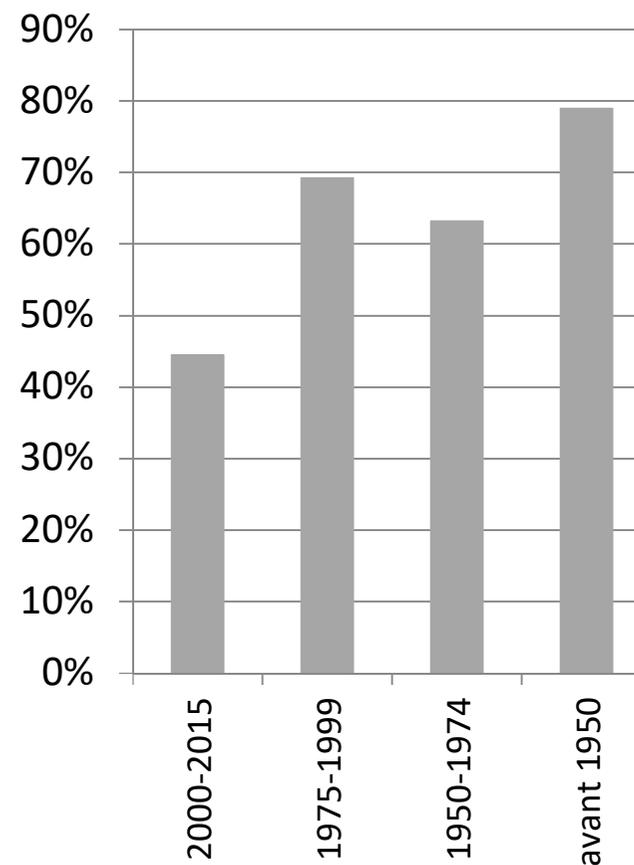
2- COV et ALD



En Suisse?

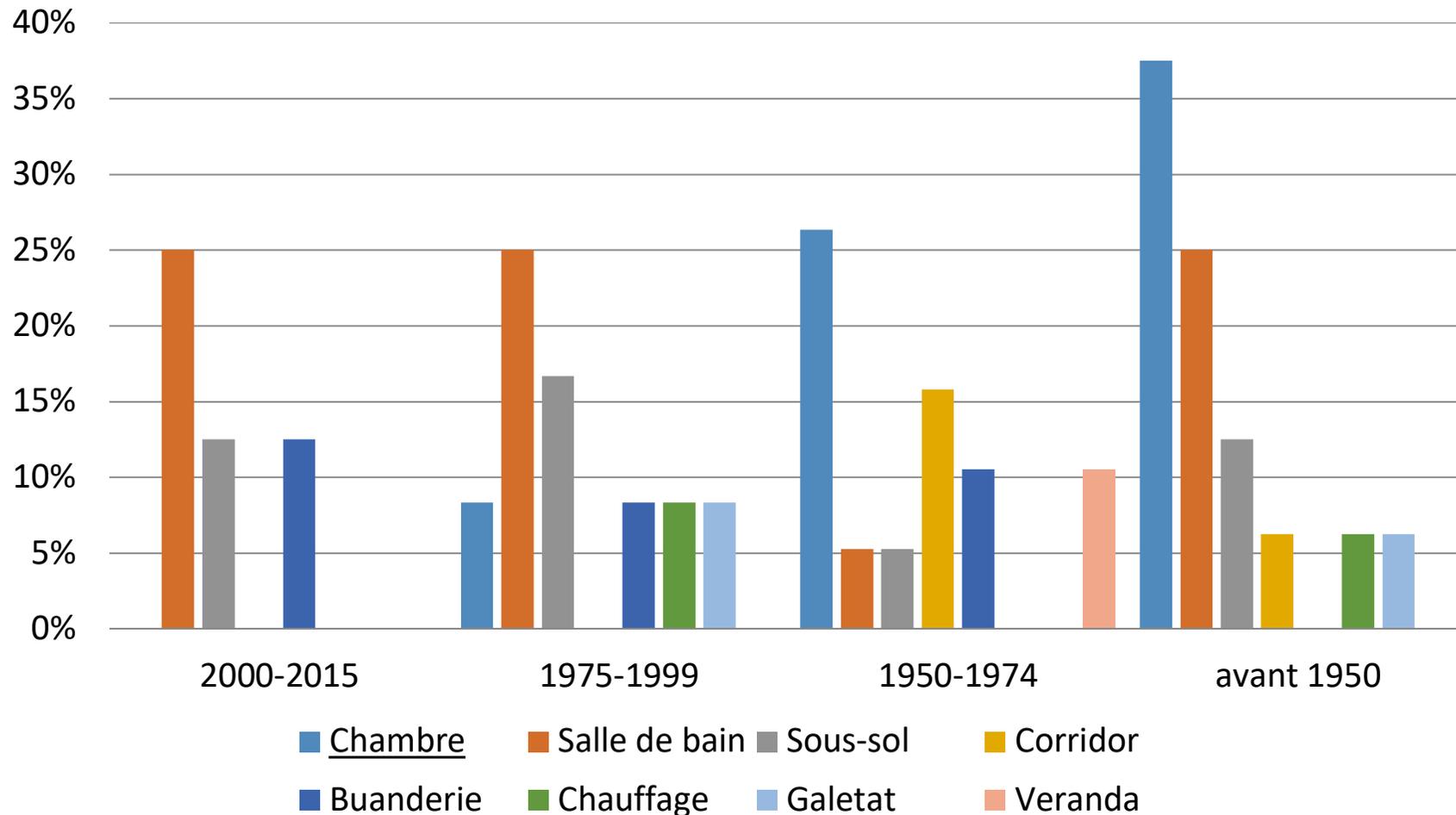
- Seuls 32% des prélèvements de surface effectués dans les bâtiments neufs et 56% de ceux effectués dans les bâtiments rénovés se sont révélés positifs pour le développement de moisissures
- Difficulté des occupants à discriminer une moisissure du salpêtre ou encore de levures, en particulier pour les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

3- Moisissures visibles

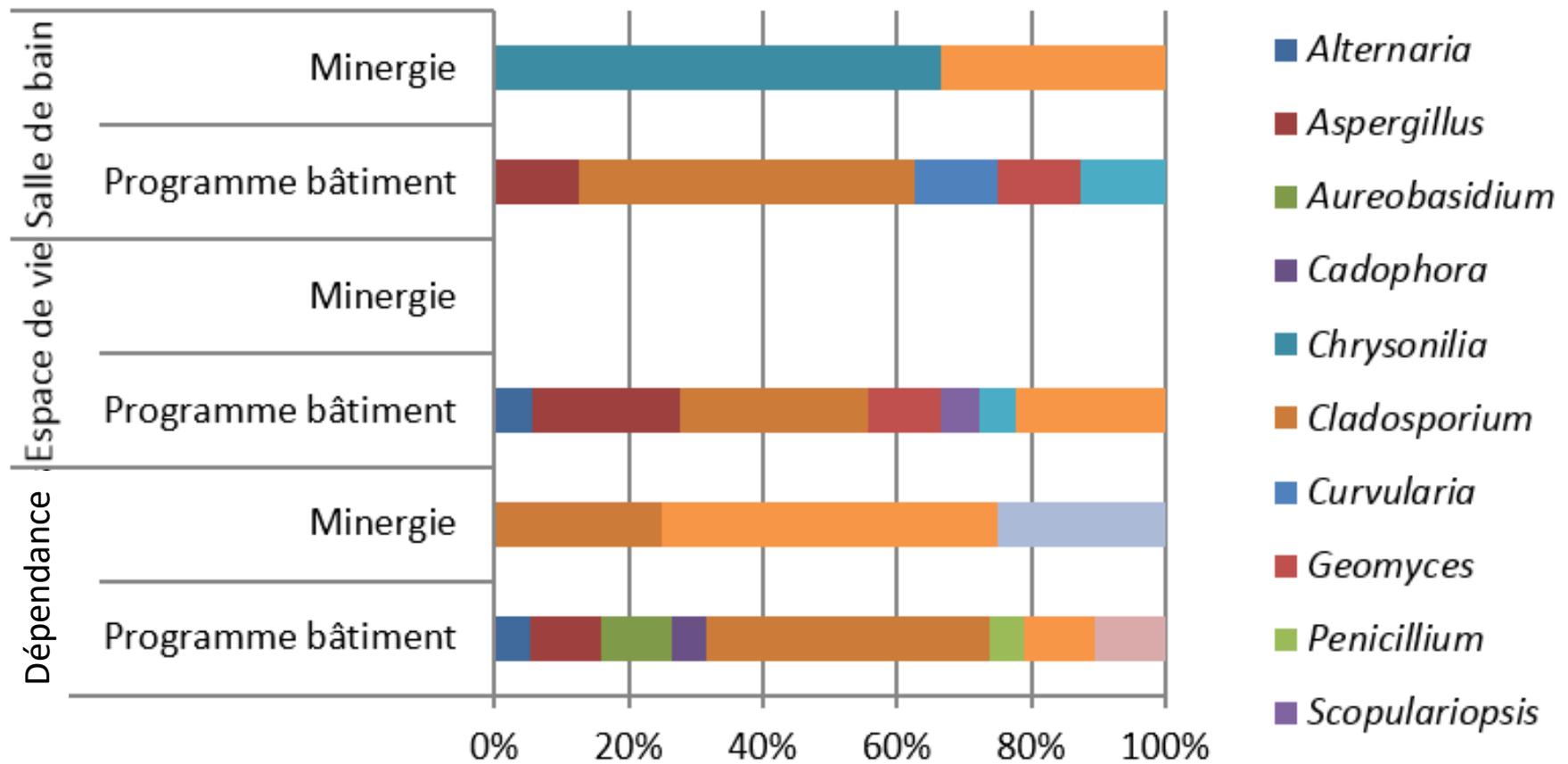


64 prélèvements

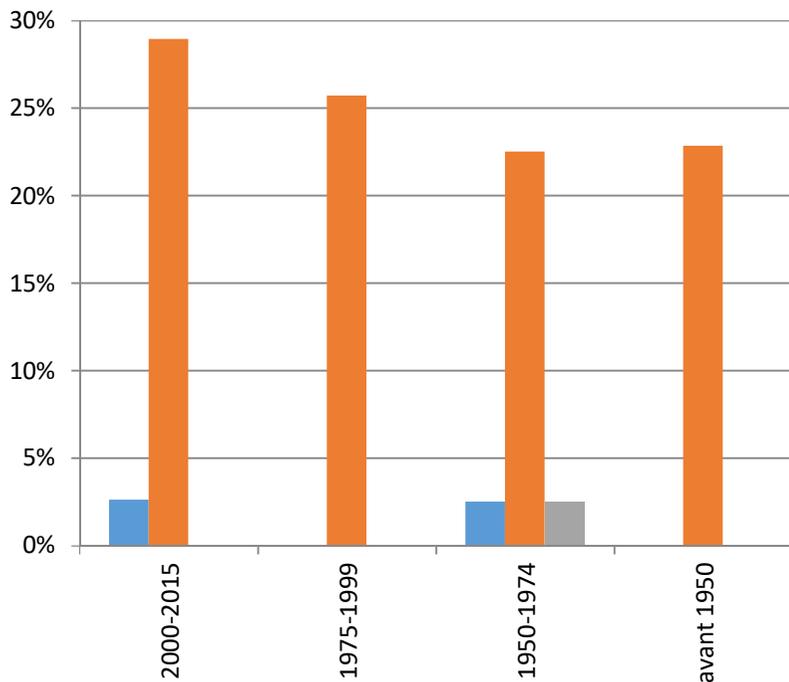
3- Moisissures : diversité et emplacements



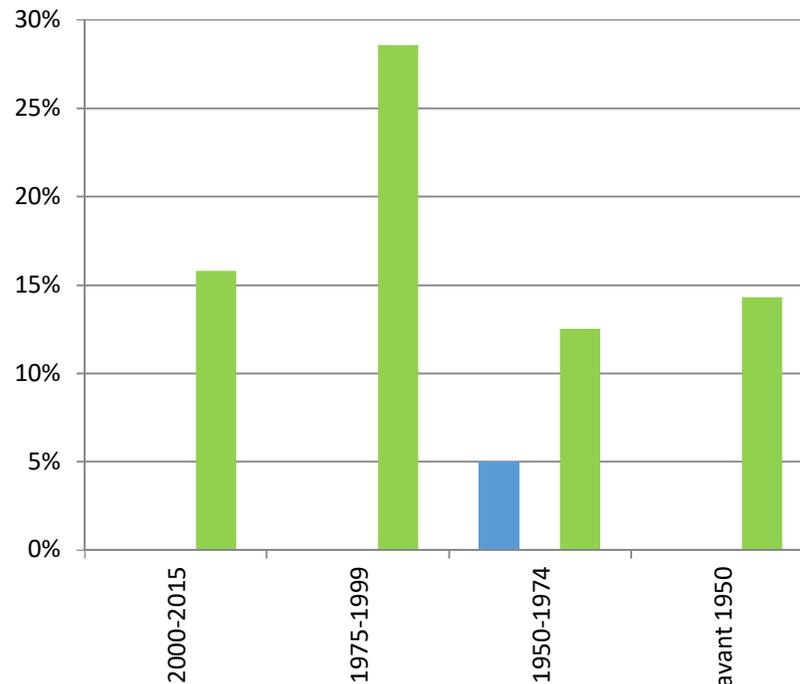
3- Moisissures : neuf et rénovation



3- Moisissures sédimentées



Résultats des prélèvements d'été



Résultats des prélèvements automne



- *Aspergillus*
- *Cladosporium*
- *Penicillium*



4-5-6 OCTOBRE 2017
LE CÈDRE | DIJON-CHENÔVE
RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

En Suisse?

Analyses croisées

- Coefficient de corrélation égal à 0.20 entre COV totaux et concentration en radon ($p=0.01$) → Si l'on a accumulation de radon, on peut aussi avoir accumulation de COV!
- Corrélation négative entre le nombre de CFU *Cladosporium* et le nombre de COV. → Plus on a de *Cladosporium* moins on a de diversité de COV ($r=-0.33$, $p<0.001$) car plus on aère plus on a de *Cladosporium* qui rentrent et plus on a des COV qui sortent
- Corrélation négative entre radon et CFU *Cladosporium* laissant présumer de la source extérieure de la moisissure
- Corrélation positive de CFU *Cladosporium* et concentration de propionaldéhyde ($r=0.30$, $p<0.001$). Le *Cladosporium* libérerait ce COV dans l'environnement lorsqu'il est présent → marqueur possible

Recommandations à l'usage des professionnels

- Mettre en œuvre des mesures préventives en zone à risque pour anticiper le risque
- Apporter une vigilance accrue si l'assainissement touche l'enveloppe. Renforcer l'étanchéité de la dalle et des murs en contact avec le terrain et planifier un renouvellement adéquat de l'air
- Éviter certains éléments constructifs tels la cave en terre naturelle
- Les cages d'escaliers ouvertes de même que les ascenseurs nécessitent un traitement sans faille de l'étanchéité avec le terrain



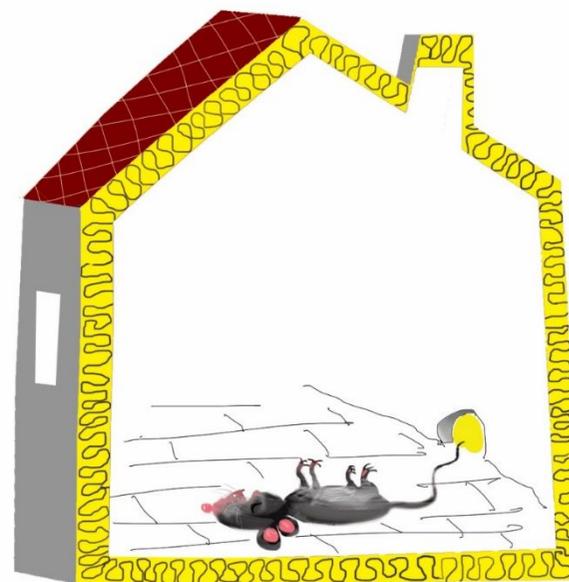
Recommandations à l'usage des professionnels

- La présence d'une VMC favorise des concentrations de COV 1.5 fois plus basses en moyenne qu'en l'absence de VMC
- Intégration indispensable d'un concept de renouvellement d'air dans toute rénovation énergétique pour garantir confort et santé des occupants → s'assurer qu'il fonctionne!
- Toujours privilégier un garage séparé, non connecté physiquement à l'habitat pour éviter une importante source d'émission de COV aromatiques (BTEX)
- Les maisons à ossature bois présentent de meilleures conditions sanitaires par rapport aux autres types de bâtiments



Recommandations à l'usage des professionnels

- Le choix de certains matériaux de construction peuvent avoir une incidence sur l'occurrence de COV spécifiques → chlorure d'isopropyle retrouvé dans 9% des bâtiments échantillonnés. Sa source peut se trouver dans l'agent moussant employé dans les mousses isolantes en polyuréthane
- Faire attention à la mise en surpression dans le cadre de la rénovation → risque de ponts thermiques → moisissures
- Être vigilant quant à l'humidité



© felix

Conclusion générale

- La QAI des habitations en Suisse romande et en Franche Comté n'est pas catastrophique mais requiert une grande vigilance !
- Intégrer le risque radon et la qualité de l'air intérieur en amont du projet. Il est de fait impératif de sensibiliser et former à la prise en charge de ce risque!
- 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.
- Il est impératif d'intégrer la ventilation de l'habitation lors de toute rénovation énergétique pour garantir confort et santé des occupants



Avenir de cette thématique dans l'Arc jurassien

- Constat : Nécessité d'intégrer le risque radon et la qualité de l'air intérieur en amont du projet. **Sensibiliser et former à la prise en charge de ce risque!**
- Objectif: Développer une plateforme WEB transfrontalière pour favoriser la mise en commun, le partage d'expériences et de compétences et la formation des professionnels de la construction mais aussi des collectivités territoriales en matière de gestion du risque radon.
- Travail en cours dans le cadre d'une collaboration avec la Démarche pluraliste de Franche-Comté et le Centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon

→ **Projet Interreg JURAD-BAT France-Suisse 2016-2019**



4-5-6 OCTOBRE 2017
LE CÈDRE | DIJON-CHENÔVE
RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Merci pour votre attention