

RESTITUTION ACCOMPAGNEMENT RADON POUR LES LOGEMENTS CLOS DES CARILLONS

6 septembre 2022

Centre d'étude sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

- **Etablissement Public Administratif**

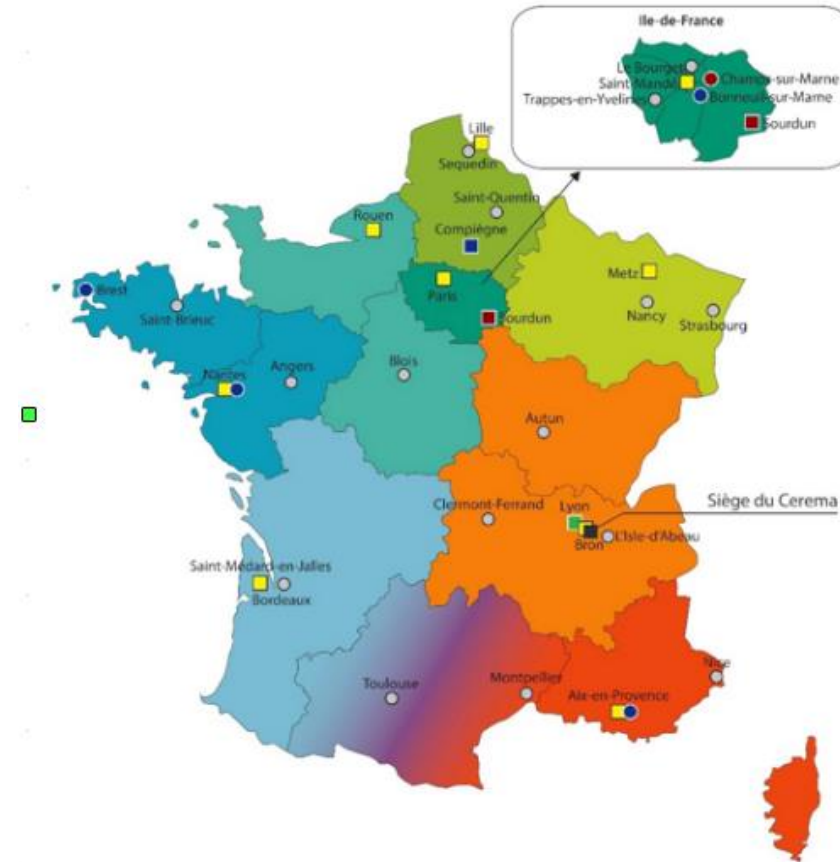
- Conseil d'Administration:

Représentants de l'Etat

Représentants des collectivités – adhérentes sur Cerema (loi 3DS)

- **Expertise technique et scientifique**

6 domaines, dont le *bâtiment* -> plusieurs thématiques dont *Qualité de l'air intérieur / radon / ventilation*

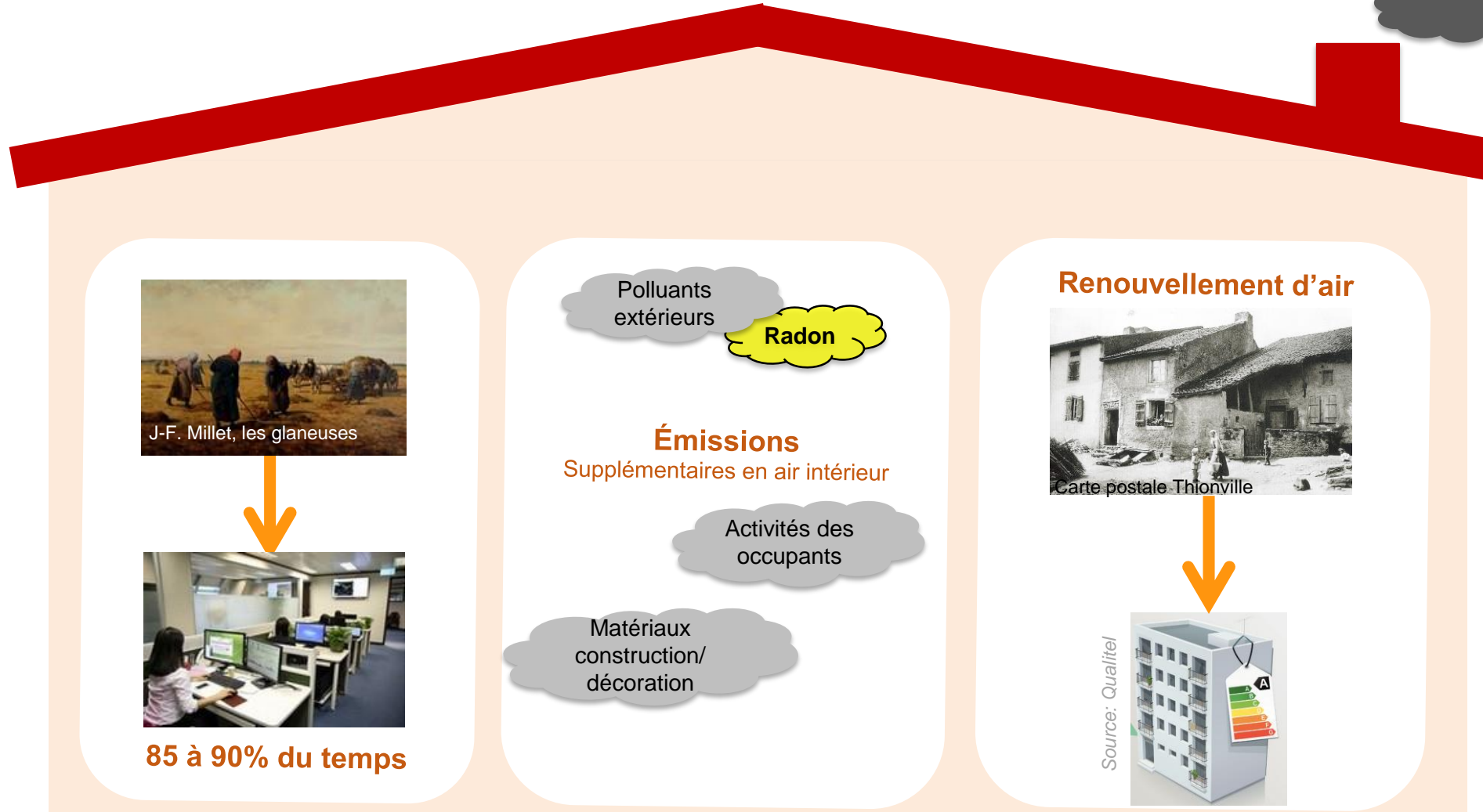


ORDRE DU JOUR

- **Enjeu**
- **Le chantier – un suivi spécifique**
- **Résultats de mesures radon à réception Clos des Carillons**
- **Et ensuite... Bonnes pratiques à l'usage des occupants pour maîtriser son exposition**

L'enjeu

LES ENJEUX DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR (QAI)



J-F. Millet, les glaneuses



85 à 90% du temps

Polluants extérieurs

Radon

Émissions

Supplémentaires en air intérieur

Activités des occupants

Matériaux construction/décoration

Renouvellement d'air




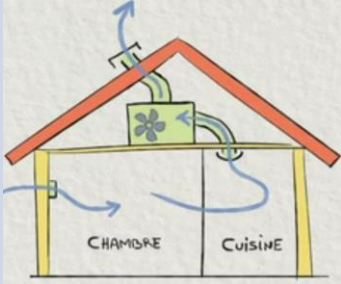

Carte postale Thionville



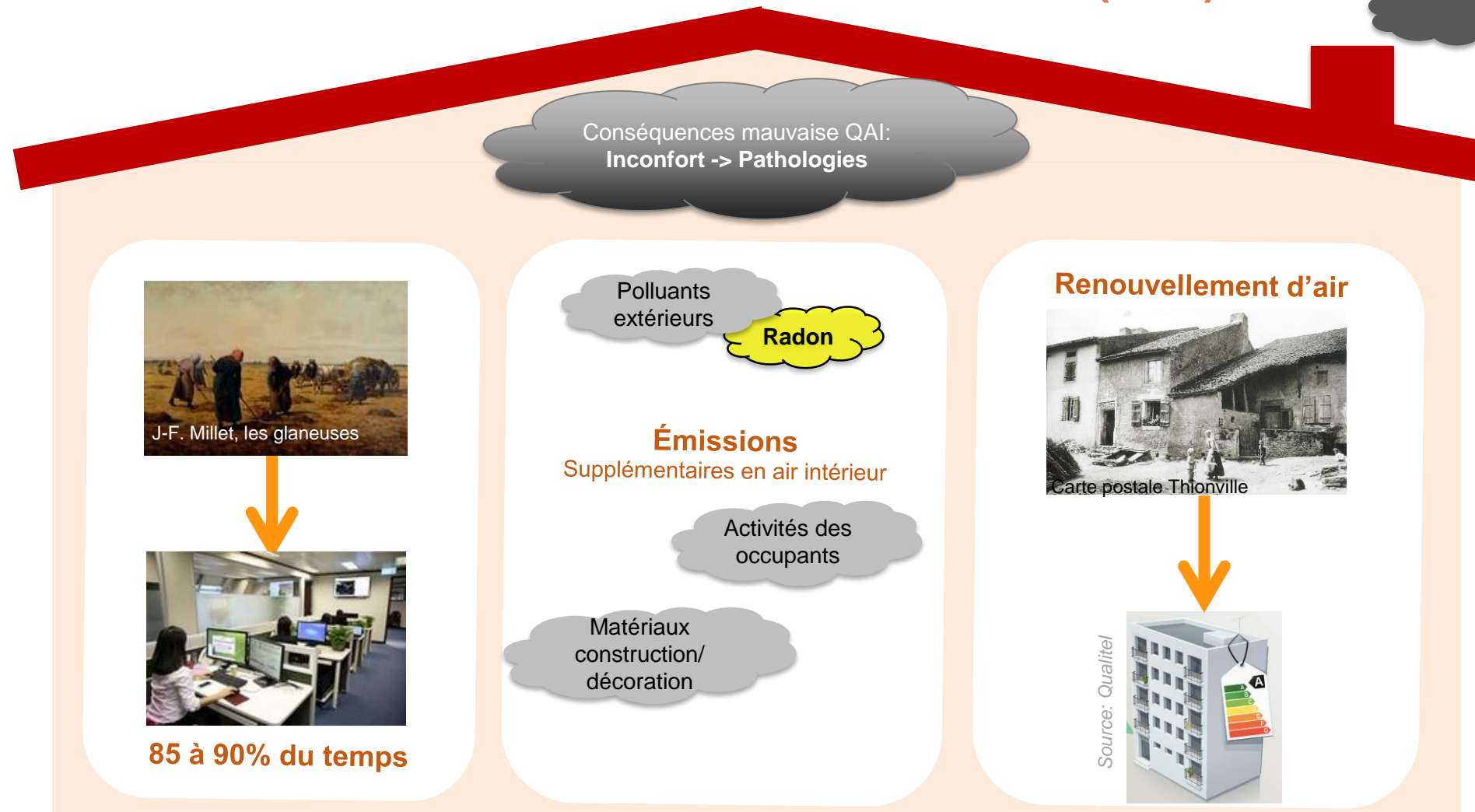
Source: Qualitel

FOCUS SUR LE RENOUVELLEMENT D'AIR



3 voies de renouvellement d'air	Perméabilité à l'air	ventilation	aération
<p>définition</p>	<p>Toutes les fuites d'air présentes dans l'enveloppe du bâtiment</p> 	<p>Système, actif ou passif, dont l'objectif est de renouveler l'air</p> 	<p>Action (ponctuelle) d'ouvrir portes/fenêtres donnant sur l'extérieur</p> 
<p>tendance</p>	<p>En baisse: logements plus étanches dans un contexte de maîtrise énergétique (RE, Rtex, etc)</p>	<p>Obligatoire dans le logement neuf (>50% de non-conformités à réception) - Pas systématique en rénovation</p>	<p>En baisse (hors covid): changement des habitudes liées aux économies d'énergie</p>

LES ENJEUX DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR (QAI)



LE RADON – DÉFINITION ET ENJEU



Uranium 238



<http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx>

Gaz
Radioactif
Naturel



Source : Iffo RME

Cancérogène certain

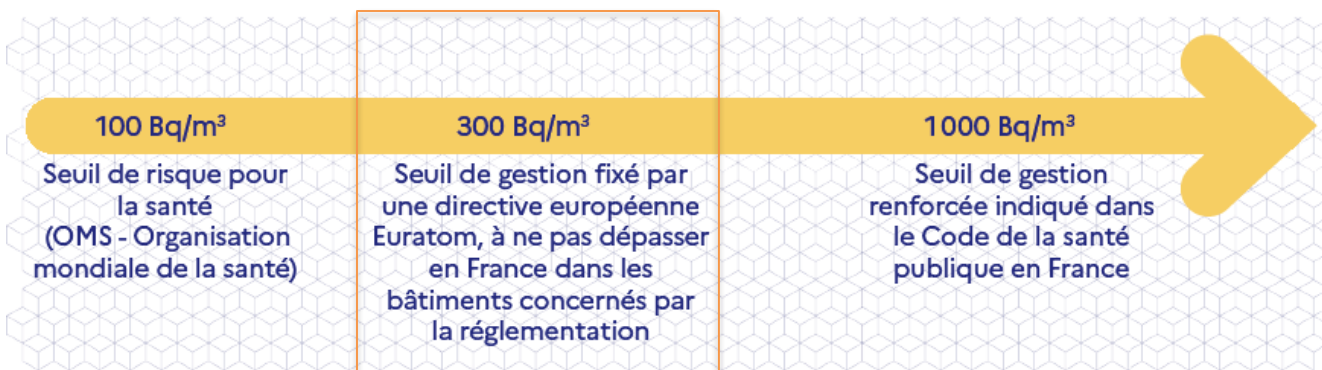


Source : iffoRME

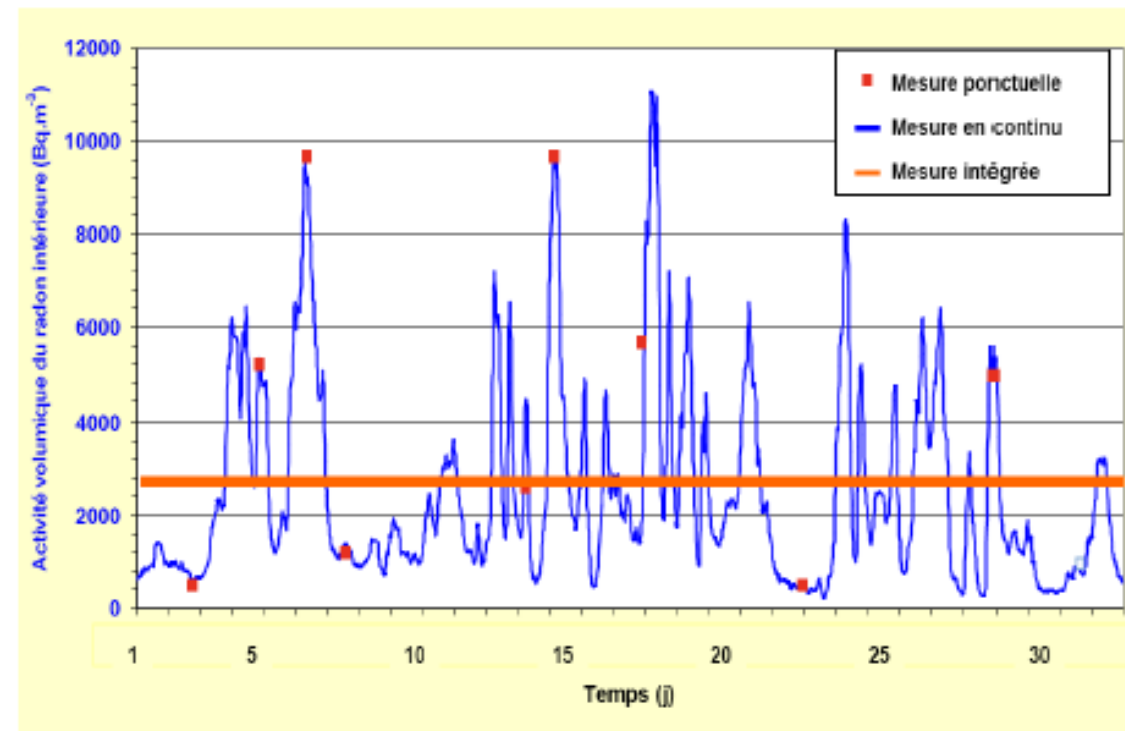
3000 morts/an

2ème cause
cancer pulmonaire
(après tabac)

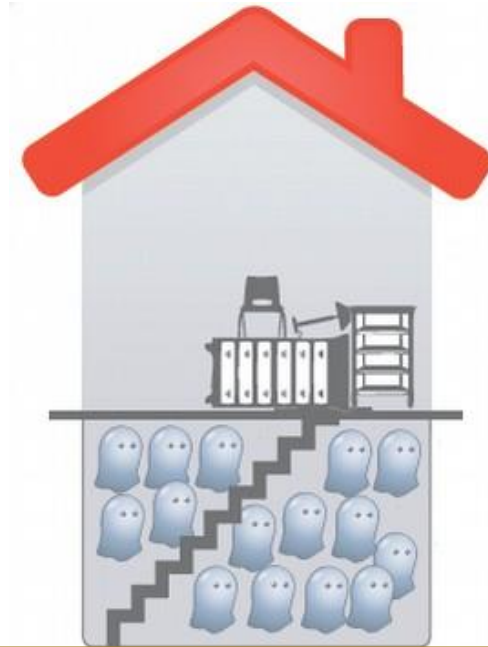
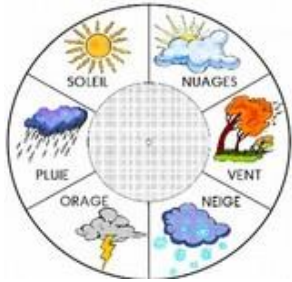
LE RADON – VALEURS ET MESURES



Mesure intégrée avec DSTN dans la cave de la gendarmerie de Tramayes



TAUX DE RADON DANS UN BÂTIMENT



Source : ASN, RME, IRSN

Propriétés du bâtiment

Entrée = défauts d'étanchéité à l'interface sol/bâti

± facteur aggravant = dépression du bâtiment (« pompage » du radon)

Accumulation = défaut de renouvellement d'air

Paramètres extérieurs

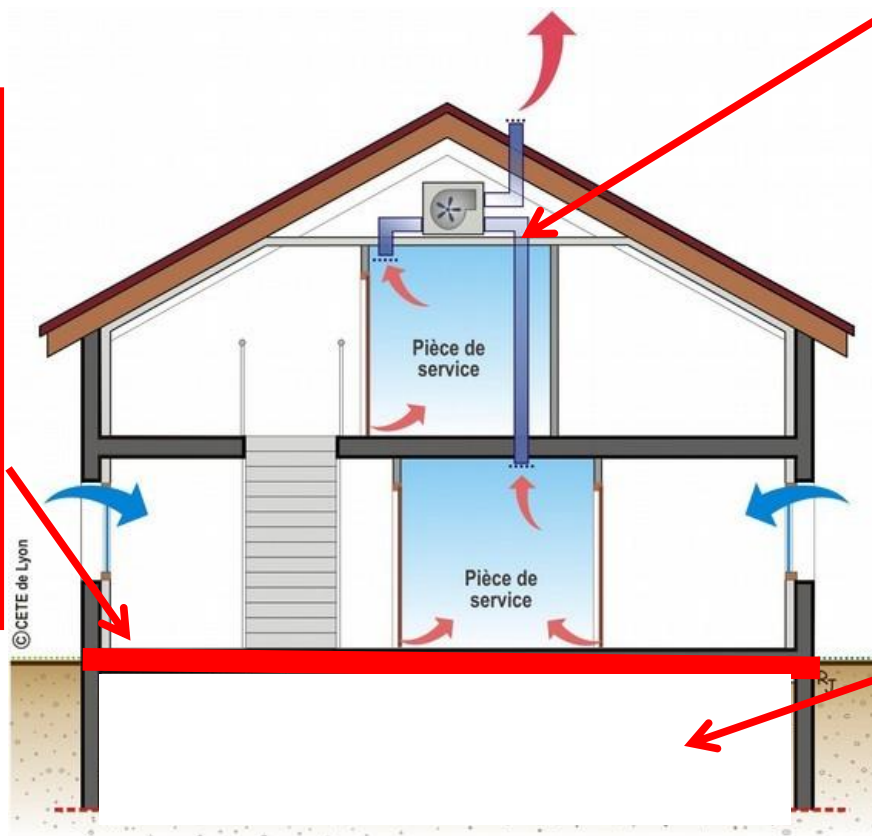
Uranium 238



3 FAMILLES DE PRÉCONISATIONS

Étancher l'interface entre le sol et le bâti

But : empêcher l'entrée du radon



Traiter le renouvellement d'air

*Buts :
Améliorer la dilution
Diminuer la dépression*

Traiter le soubassement

But : extraire et diluer le radon

Le chantier

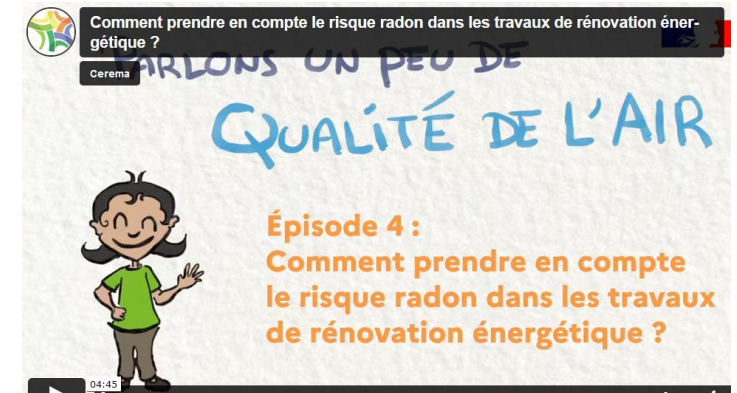
CONTEXTE

- **Un risque peu connu...**

Peu / pas de formation pour les professionnels du bâtiment
Méconnaissance du sujet par le grand public et les maîtres d'ouvrage

...mais potentialisé par les travaux de rénovation énergétique

- **Aucune obligation réglementaire vis-à-vis du radon dans l'habitat**
- **Contexte local (régional) favorable – plan régional santé environnement**
- **Démarche innovante et volontaire de Tramayes**, accompagnée par plusieurs institutions (DREAL, CEPN, DDT71, ARS, Cerema)



CAS-ÉCOLE

RADON

TRAMAYES, UNE COLLECTIVITÉ ÉCOLE POUR LA PRISE EN COMPTE DU RADON EN RÉNOVATION

Transformation d'une ancienne gendarmerie communale en logements locaux

Le radon est un gaz naturellement présent dans le sol, imperceptible par l'être humain, qui représente la seconde cause de décès par cancer pulmonaire en France. S'il se dilue dans l'air à l'extérieur et ne présente donc pas de danger, il peut s'accumuler à l'intérieur des bâtiments jusqu'à atteindre des concentrations dangereuses pour la santé. Le seul moyen de prévention à l'heure actuelle consiste donc à réduire sa présence dans les bâtiments.

Cependant, le radon est un phénomène complexe et il est nécessaire d'agir de manière spécifique pour chaque bâtiment, et par itération pour ajuster les solutions mises en œuvre en fonction des résultats observés.

C'est pourquoi la commune de Tramayas (71) a décidé de prendre en compte le risque radon dès l'amont d'un projet de rénovation globale sur un bâtiment communal. Ce projet a été suivi par la DREAL Bourgogne-Franche-Comté (BFC) et le Cerema, qui a développé une méthodologie innovante, tandis que la DREAL a fait de cette commune un territoire école pour accompagner la montée en compétence collective des acteurs locaux concernés.



DÉS ACTEURS LOCAUX SENSIBILISÉS EN AMONT

La région Bourgogne-Franche-Comté a publié en 2017 son troisième Plan régional santé environnement (PRSE 3), qui prévoit d'« intégrer la gestion radon dans le cadre des opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH) ou des programmes d'intérêt général de l'ANAH » (fiche n° 19). Le risque radon peut en effet être amplifié lors de travaux de rénovation énergétique, notamment si le renouvellement d'air intérieur se trouve réduit. L'objectif de la fiche n° 19 est donc de s'assurer que les opérations subventionnées par l'ANAH intègrent bien une réduction du risque radon.

La DREAL BFC, qui pilote la fiche n° 19, a mobilisé une équipe pluridisciplinaire (ANAH, ARS, CEFN, DDT 71 et IRSN) pour accompagner la montée en compétence de ce territoire école. L'équipe a ainsi présenté en octobre 2019 les enjeux du radon et les leviers d'action aux élus de la Communauté de communes Saint-Cyr Mère Boitier (CCSCMB), à laquelle appartient Tramayas.

- Agence nationale d'amélioration de l'habitat
- Agence régionale de santé
- Centre d'études sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire
- Direction départementale des territoires de Saône et Loire
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

UNE DÉMARCHÉ INNOVANTE

Tramayes est une commune rurale d'un millier d'habitants, Territoire à énergie positive (TEPOS), qui porte à depuis 2018 un projet de rénovation globale d'une ancienne gendarmerie communale en bâtiment d'habitation collectif, rénovation qu'elle souhaitait exemplaire sur les plans environnemental et énergétique.

Concernant le risque radon, le projet est innovant à deux titres :

- le type de bâtiment : la prise en compte du radon dans l'habitat collectif dépasse non seulement le cadre des obligations réglementaires mais également celui du PRSE 3, qui s'intéresse prioritairement à l'habitat individuel ;
- l'intégration du risque radon sur l'ensemble des phases de vie du bâtiment, depuis la conception jusqu'à la sensibilisation des occupants.

UNE MÉTHODOLOGIE SPÉCIFIQUE CONÇUE PAR LE CEREMA

Le risque radon dépend des actions menées depuis la conception d'un bâtiment jusqu'à son usage final, en passant par le soin apporté à sa construction. Les coûts de remédiation a posteriori sont souvent plus élevés que les actions préventives.

En conséquence, le Cerema a conçu un accompagnement en quatre volets :

- assistance à maîtrise d'ouvrage, intégrant une contribution au Cahier des charges techniques particulières (CCTP) et un suivi du chantier, afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre des prescriptions ;
- sensibilisation technique, sous forme de formation-action pour la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les artisans, ainsi qu'une information des occupants sur le risque radon et leur rôle dans sa gestion ;

- suivi météorologique spécifique, reposant sur deux modes de mesures complémentaires : les mesures intégrées et les mesures dynamiques (voir encadré) ;
- vérification en fin de chantier des systèmes de ventilation à réception ;

La mesure intégrée s'effectue pièce par pièce, sur une durée de deux mois en période de chauffage, pour avoir des valeurs comparables aux seuils. En effet, période de chauffage, le tirage thermique favorise la pénétration du radon dans le bâtiment et les fenêtres sont moins souvent ouvertes. C'est donc à ce moment que l'exposition au radon est la plus forte. Les mesures dynamiques permettent quant à elles de localiser précisément les entrées de radon dans le bâtiment et de quantifier leur importance.



DES RÉSULTATS SATISFAISANTS, MAIS PERFECTIBLES

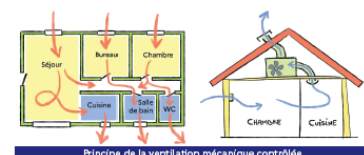
1 Des préconisations adaptées au risque

La première campagne de mesures intégrées, conduite avant travaux, a permis d'établir l'existence d'un potentiel dépassement des seuils après travaux élevés. En effet le radon était déjà bien présent avant travaux, et ce alors que le bâtiment n'était ni hors d'air ni chauffé.

Le diagnostic initial a conduit à inscrire dans le CCTP des préconisations adaptées, s'appuyant sur deux leviers principaux :

- la lutte au plus près de la source, avec la mise en place d'une membrane d'étanchéité au radon sous la dalle du rez-de-chaussée, afin de s'opposer à sa remontée vers les espaces occupés ;
- le renouvellement d'air, indispensable pour diluer le radon mais aussi les autres polluants de l'air intérieur, en privilégiant une Ventilation mécanique contrôlée (VMC) autoréglable.

Une VMC autoréglable apporte des débits suffisants et évite la mise en dépression du bâtiment, qui favoriserait la pénétration du radon. Finalement, pour tenir compte des impacts sur la performance énergétique, une VMC autoréglable a été préconisée au rez-de-chaussée, où le risque était plus fort, et une hygrorégulable dans les étages supérieurs.



2 Une sensibilisation difficile des artisans

Si les chefs d'entreprises ont été sensibilisés en amont, l'information n'est pas allée jusqu'à leurs ouvriers, témoignant d'un manque de prise en compte du risque radon. Les mesures dynamiques sur chantier ont permis de corriger cette situation en montrant aux ouvriers la présence du radon.

3 Des défauts de mise en œuvre à l'origine de non-conformités

Le suivi de chantier a permis de vérifier la prise en compte des préconisations et de réaliser des mesures dynamiques pour identifier d'éventuelles voies d'entrée de radon dans leur appart. Notamment, les joints de dilatation de la dalle béton sont apparus comme des points sensibles pour les remontées de radon (photo 3). Cela a permis d'insister sur la nécessité d'un ré-agrègés soigné, dont les bénéfices étaient visibles lors des contre-mesures deux mois plus tard.

En revanche, certaines non-conformités n'ont pas pu être corrigées. Par exemple, la membrane d'étanchéité du radon a été posée avant destruction du mur de refend et ne recouvrait donc pas la surface qu'il occupait, créant une entrée de radon.

Diagnostic des systèmes de ventilation

Un diagnostic du système de ventilation, avec mesure aux bouches des débits/pression permettant d'établir un bilan quantitatif des flux d'air était prévu à réception du bâtiment. Avant occupation des locaux, le système n'étant pas raccordé à l'électricité, seuls des éléments qualitatifs ont pu être examinés. Dès avril 2021, il a ainsi été signalé différentes non-conformités :

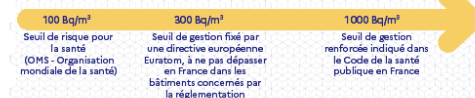
- extractions hygro-régulables et non auto-régulables mises en place au rez-de-chaussée contrairement aux indications du CCTP, générant effectivement une mise en renouvellement d'air insuffisante ;
- mortaises sous-dimensionnées ;
- absence de détalonnage des portes intérieures, malgré une vigilance particulière portée sur ce point lors de l'exposé en début de chantier et plusieurs mentions dans les comptes-rendus de visites.

* Entaille rectangulaire pratiquée dans la menuiserie destinée à laisser entrer l'air.

4 Mesures en occupation après rénovation

La dernière campagne de mesurage radon est menée dans les conditions normales d'occupation, durant la saison de chauffage 2021-2022 (du 5 octobre au 14 décembre 2021). Les résultats sont tous inférieurs à l'objectif de 300 Bq/m³, 50% sont même au seuil de 100 Bq/m³ proposé par l'OMS. L'activité volumique décroît lorsqu'on s'élève dans les étages puisqu'elle est divisée par 3 entre le RdC et le deuxième étage.

NB : Les occupants déclarent avoir très chaud dans les appartements, ce qui les conduit à laisser les fenêtres ouvertes régulièrement.



BILAN ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

Intérêts et limites des solutions expérimentées

L'accompagnement mené sur l'ensemble du projet a permis de maîtriser la problématique du radon, en obtenant des résultats très en-deçà du seuil de 300 Bq/m³. Le suivi réalisé sur ce projet a permis d'identifier des points de vigilance, qui constituent de riches enseignements :

- la prise en compte du radon dès la conception du projet favorise l'efficacité de la réduction du risque, avec un coût plus faible qu'une remédiation a posteriori, et permet la coordination des acteurs ;
- la bonne mise en œuvre des solutions préconisées, dans le respect des règles de l'art, est un facteur essentiel dans la diminution du risque ;
- des mesures en cours de chantier permettant de repérer d'éventuels défauts de mise en œuvre, et de les corriger le cas échéant (approche itérative) ;
- des mesures facilitent par ailleurs la sensibilisation des artisans sur le phénomène.

Ce chantier s'inscrit dans un processus de montée en compétence du territoire et des territoires voisins. Cet exemple conduit de prise en compte du radon dans des travaux de rénovation énergétique a été valorisé auprès d'acteurs-clés : élus et techniciens des collectivités, professionnels du bâtiment (notamment lors du forum de la rénovation énergétique de Cluny en 2021), et jusqu'au grand public à travers la presse.

Il a également fait l'objet de plusieurs communications à l'échelle nationale, avec notamment la remise du prix « Ma ville, mon artisan » par la chambre des Métiers et de l'Artisanat (2022), le congrès de la Société française de radioprotection (2021) et une présentation lors du comité de suivi du plan national d'action radon (2022).

Vos contacts

Cerema Agence d'Auxois
Ambre Marchand-Moury - 03 85 86 67 93
ambre.marchand-moury@cerema.fr
Florent Boithias - 03 85 86 67 11
florent.boithias@cerema.fr

www.cerema.fr

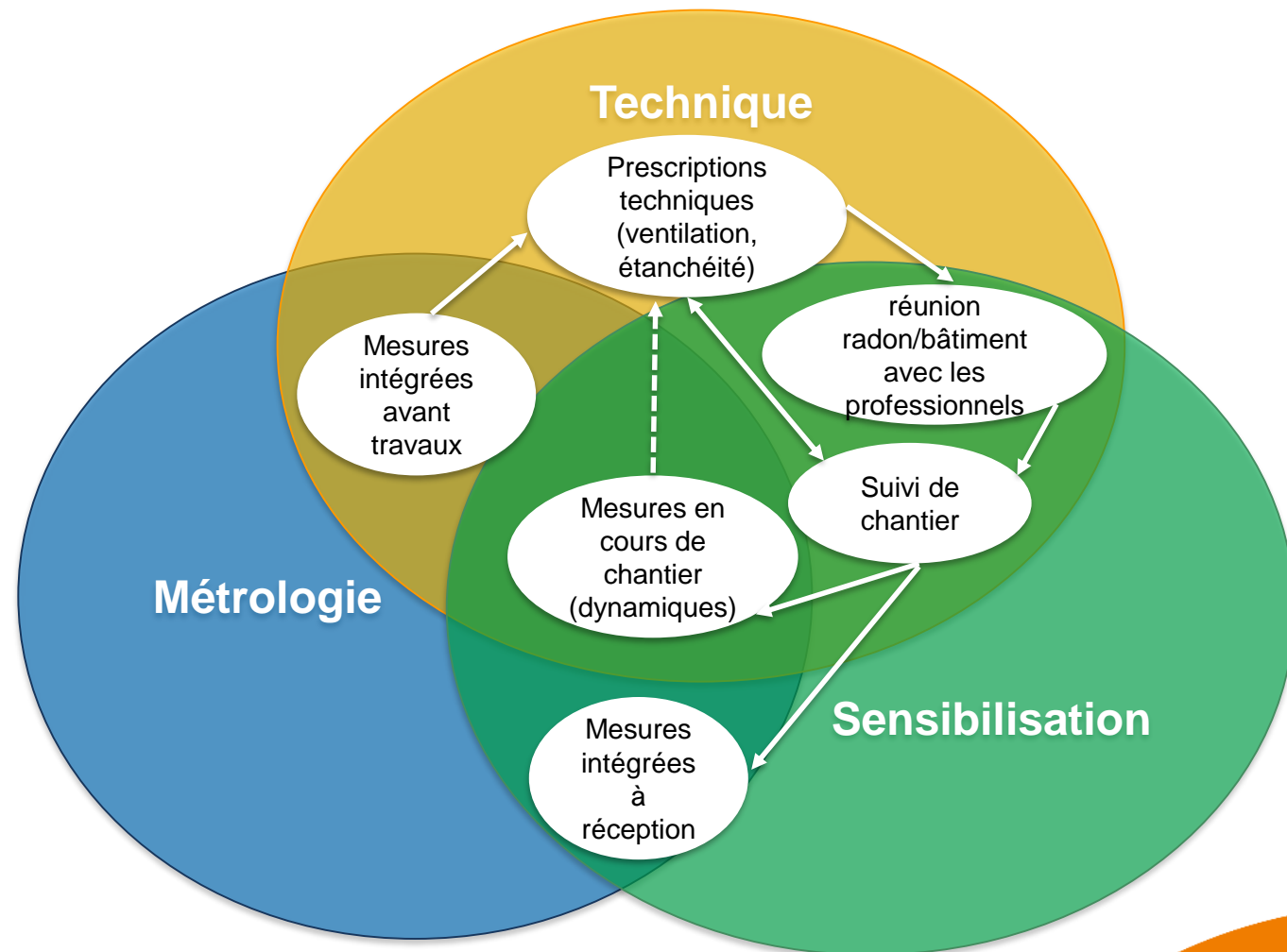
PARTENAIRES



UN ACCOMPAGNEMENT SUR L'ENSEMBLE DES PHASES

Les points critiques identifiés dans la gestion du radon:

- Les mesures finales résultent **d'actions menées à chaque étape de la vie du bâtiment** (conception, chantier, occupation), par **des acteurs qui n'ont pas connaissance de ce risque**
- Le radon est **imperceptible** (difficulté pour proportionner les solutions de prévention au risque initial + difficulté lors des travaux pour identifier les impacts de son action sur ce risque)
- Les **ventilations** font souvent l'objet de **non-conformités** dès leur mise en oeuvre.



MESURES

Travail mené avec:

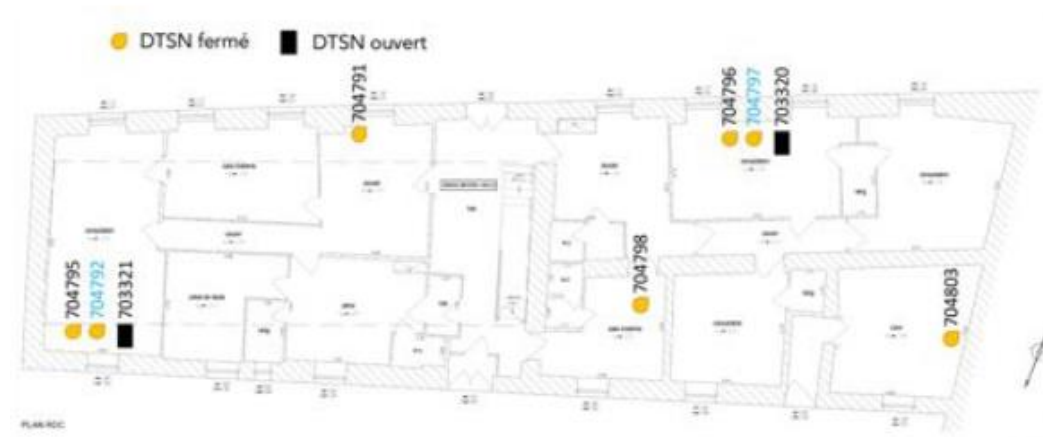
CEPN

Une équipe au service de la radioprotection

1^{ère} campagne de dépistage: octobre-novembre 2019

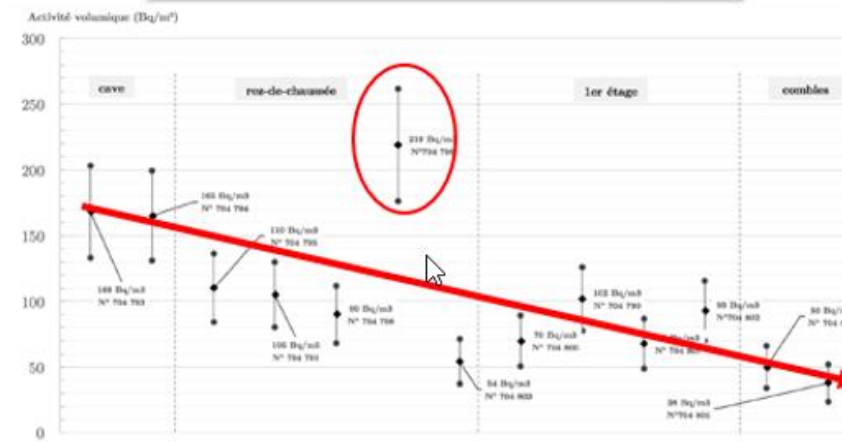
- 22 DSTN posés sur tous les étages du bâtiment (cave jusqu'au N+2)
- Bâtiment non occupé, non chauffé, ouvert sur l'extérieur : **résultats non comparables aux valeurs de référence**

- Résultats:
 - Objectivent la présence de radon
 - Justifient la mise en place de mesure de protection pour limiter le risque d'augmentation du phénomène après rénovation.



Source: CEPN

Résultats des DSTN 'fermés' posés durant 62 jours



Source: CEPN

TRAVAUX ET SUIVI DE CHANTIER (1/2)

- Intervention de sensibilisation des parties prenantes
- Prescriptions dans le CCTP:
 - Pose d'une membrane pare-radon sur l'ensemble du RdC,
 - Système de ventilation simple flux auto-réglable, a minima au RdC
- Suivi de chantier avec mesures ponctuelles dynamiques de radon (au radon mapper, sur 10 minutes)



Mesure dynamique avec le Radon mapper - Cerema



Source photos: Mr Maya, Source montage: CEPN

TRAVAUX ET SUIVI DE CHANTIER (2/2)

- Audit des systèmes de ventilation:
 - 26/04/21: visuel et qualitatif (système non finalisé et hors fonctionnement)
 - 21/06/21: diagnostic ventilation avec mesures aux bouches dans les logements occupés.

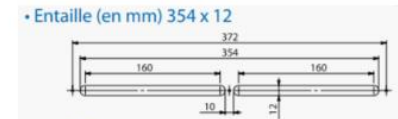


Mesures de ventilation

- Des dysfonctionnements malgré les recommandations rédigées le 26/04, en particulier:

- 87% des entrées d'air sont non-conformes (mortaises sous dimensionnées, voire absentes, etc)
- Absence de détalonnage des portes intérieures quasi-systématique
- des mesures en dehors de la plage de pression prescrite pour les bouches d'extraction hygro, quelques poses non conformes qui ne permettent pas la mesure
- Des terminaux hygroréglables posés au RdC contrairement aux prescriptions du CCTP

Un bilan aéraulique en faveur de la dépression...



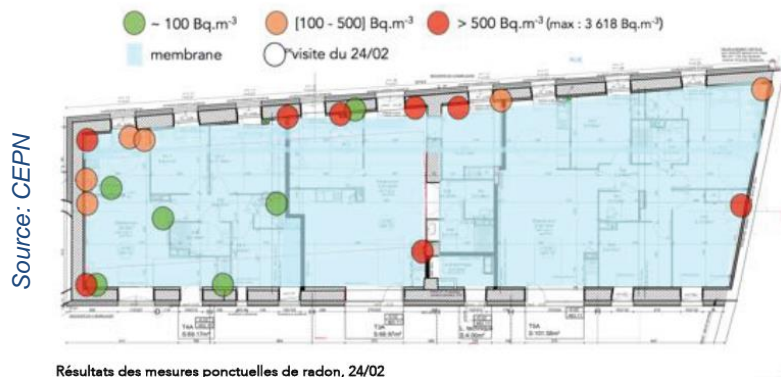
Détail de la notice Anjos-ventilation pour le dimensionnement des entailles des entrées d'air



Photo de l'entaille réalisée dans la menuiserie en nombre insuffisant et sous-dimensionnée

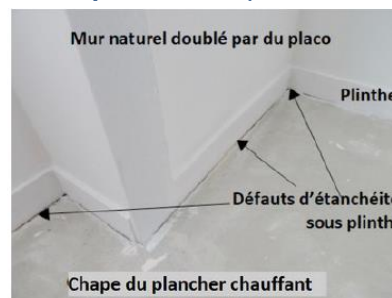
MESURES EN COURS DE CHANTIER

Le rez-de-chaussée :



Enseignements:

- Des flux de radon importants au niveau des défauts d'étanchéité (notamment au droit des murs porteurs)



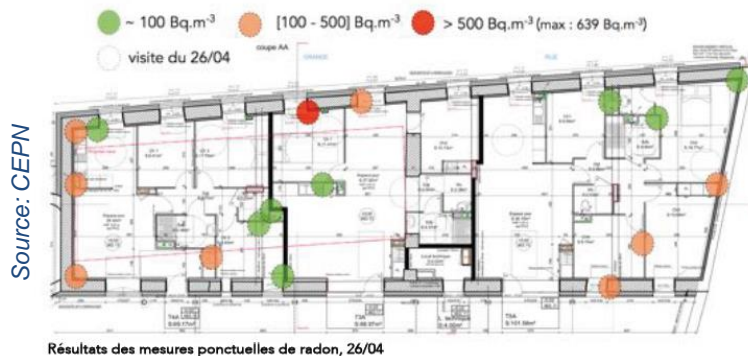
-> traités efficacement par le réagréage (étanchéification des passages de plomberie/électricité)

- Le radon remonte jusqu'aux niveaux supérieurs à travers les murs en pierre

Et les niveaux supérieurs :



Le rez-de-chaussée (épisode 3, après travaux colmatage/ré-agréage) :



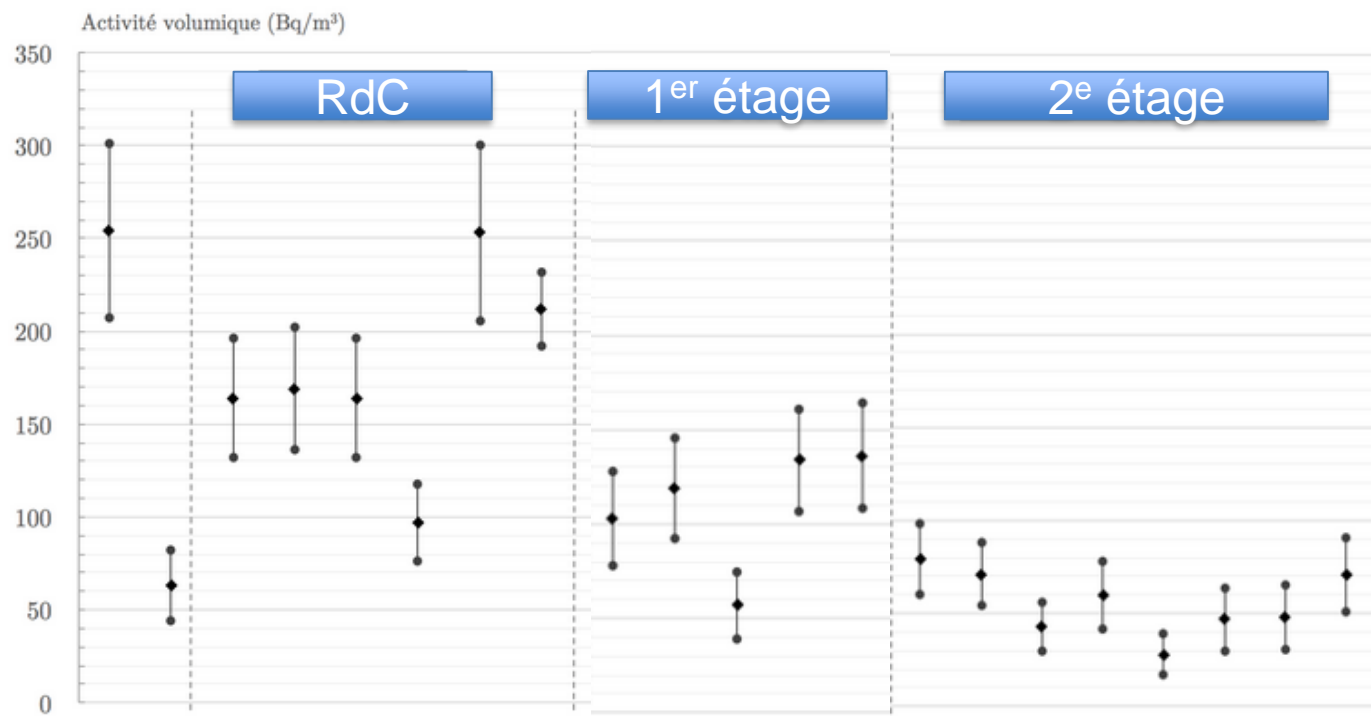
Et les niveaux supérieurs (après travaux colmatage/ré-agréage) :



Résultats Clos des Carillons

MESURES EN CONDITION D'OCCUPATION

2^{ème} campagne de dépistage: hiver 2021-2022



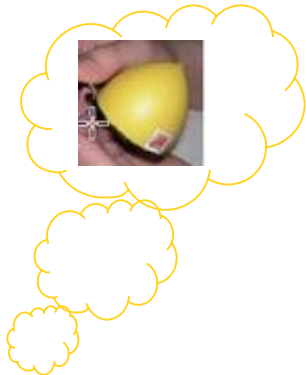
Source: CEPN

- 2 DSTN posés par logement
 - Bâtiment occupé, et instrumentés durant la saison de chauffe : résultats comparables aux valeurs de référence
- NB: les occupants déclarent avoir très chaud et laisser les fenêtres ouvertes régulièrement
- Résultats:
 - Tous < 300 Bq/m³
 - 50% < 100 Bq/m³
 - Décroissent avec la montée dans les étages

Et ensuite...

RAPPEL INTERACTION RADON / BATIMENT

300 Bq/m³



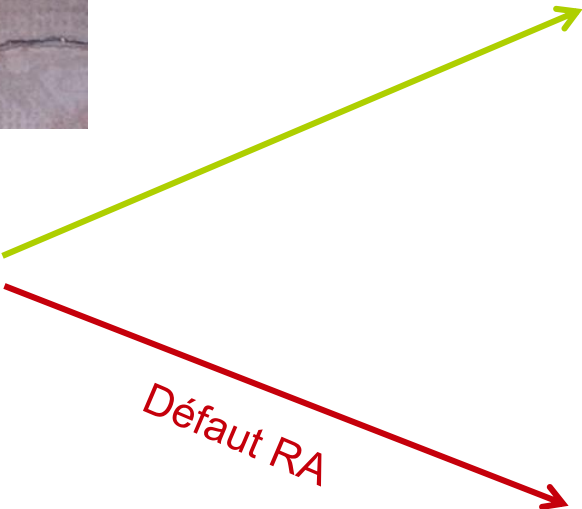
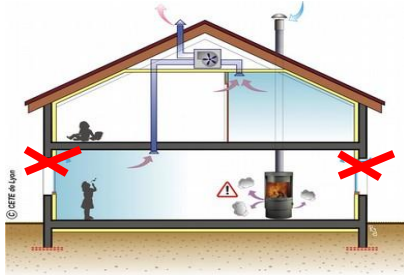
Radon



Défaut d'étanchéité

Bâtiment

Dépression



Évacuation

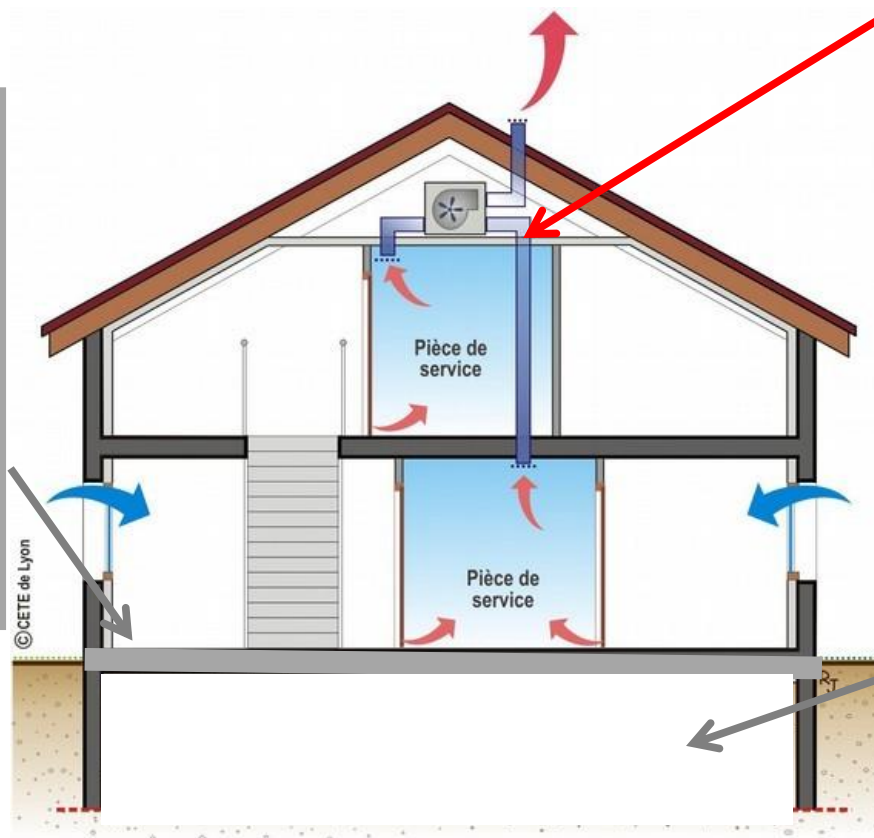
Accumulation



3 FAMILLES DE PRÉCONISATIONS

Étancher l'interface entre le sol et le bâti

But : empêcher l'entrée du radon



Traiter le renouvellement d'air

*Buts :
Améliorer la dilution
Diminuer la dépression*

Traiter le soubassement

But : extraire et diluer le radon

AÉREZ



Notions élémentaires d'hygiène pratique
 (Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France)

COVID-19

Où que vous soyez, contre le virus,
L'AÉRATION est AUSSI
UN GESTE BARRIÈRE

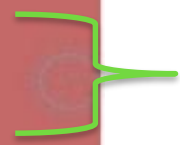
AÉRER efficacement, comment ?

- ouvrir les fenêtres **EN GRAND**, pour créer un brassage de l'air
- **TOUTS LES JOURS, PLUSIEURS FOIS PAR JOUR**
- pendant **5 À 15 MINUTES**, selon la météo

« Plus que jamais, aérer, c'est préserver votre santé »

En savoir plus : www.appa.asso.fr
 Décembre 2020

ars
 Agence Régionale de Santé
 Île de France



Aérez en ouvrant en grand, si possible en traversant, plusieurs fois par jour

Pour aller plus loin :



LA VENTILATION – UN SYSTÈME À CONNAITRE...

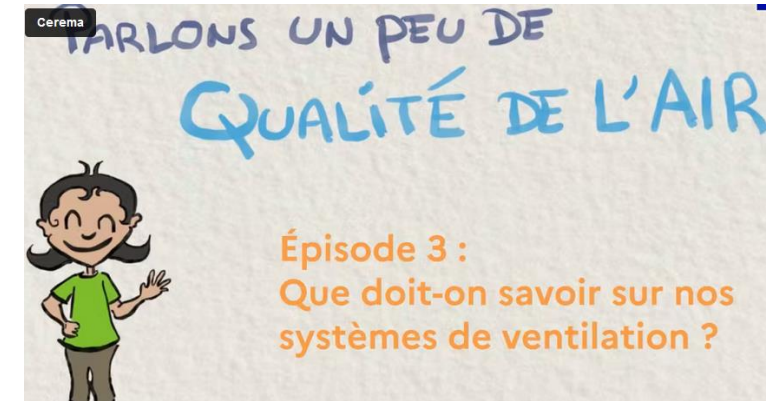
Système, passif ou actif, qui permet de renouveler l'air intérieur

- 1 Introduire à l'intérieur du bâtiment de l'air neuf issu de l'extérieur
- 2 Faire circuler cet air neuf dans les locaux pour diluer et renouveler l'air intérieur
- 3 Extraire l'air vicié des locaux et le rejeter à l'extérieur



Source : Cerema, R.Jobert

Pour aller plus loin :



La ventilation doit assurer un « balayage général et permanent »: le flux d'air doit pouvoir circuler depuis les entrées d'air vers l'extraction sans obstacle.

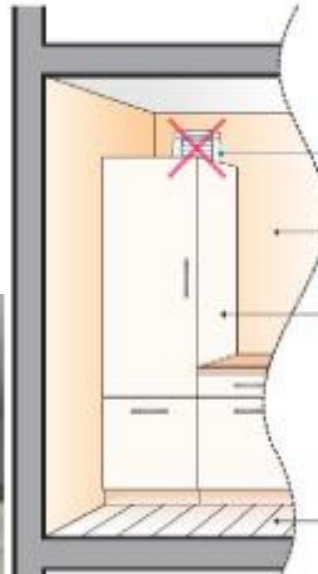
...ET À ENTREtenir

- **Nettoyage / dépoussiérage:**

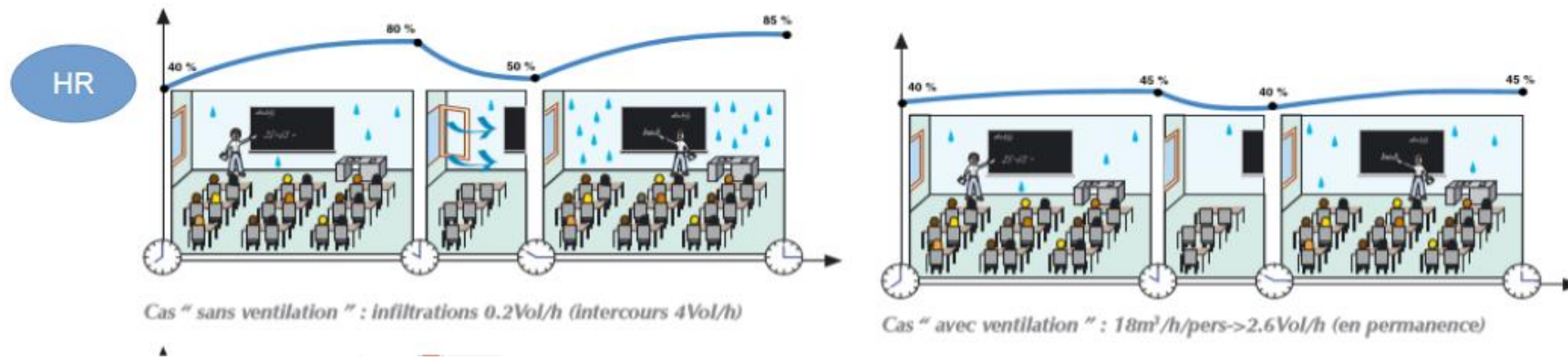
- **Entrées d'air:** tous les 3/6 mois
- **Bouches d'extraction:** tous les 3/6mois
- > modules d'entrée d'air et bouches d'extraction peuvent être démontées pour faciliter le lavage

- **Vigilances**

- Lors d'éventuelle réfection des revêtements de sol, préserver le **détalonnage** des portes intérieures (espace de 1cm)
- **Ne jamais boucher les entrées d'air:** cela entrave le fonctionnement du système de ventilation et met le bâtiment en **dépression, ce qui va accentuer l'entrée de radon.**
- Ne jamais éteindre le système, même lorsque le logement est inoccupé.



COMPLÉMENTARITÉ AÉRATION / VENTILATION



- **La ventilation** permet d'assurer un renouvellement d'air maîtrisé, en continu.
- **L'aération** permet d'avoir un renouvellement d'air important sur un temps court, elle est particulièrement utile lors d'activités polluantes.





ambre.marchand-moury@cerema.fr