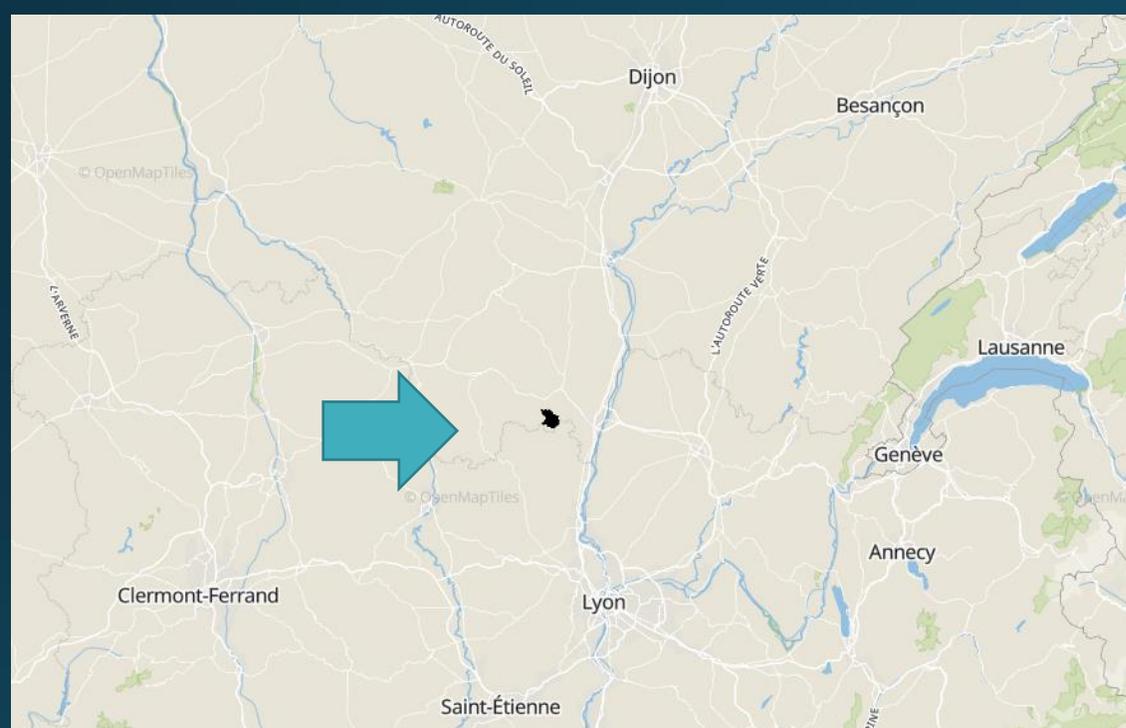


TRAMAYES

1 060 habitants (Saône et Loire)



Commune fondatrice du réseau des territoires à énergie positive en 2011

Prix spécial du jury de la ligue des énergies renouvelables en 2011

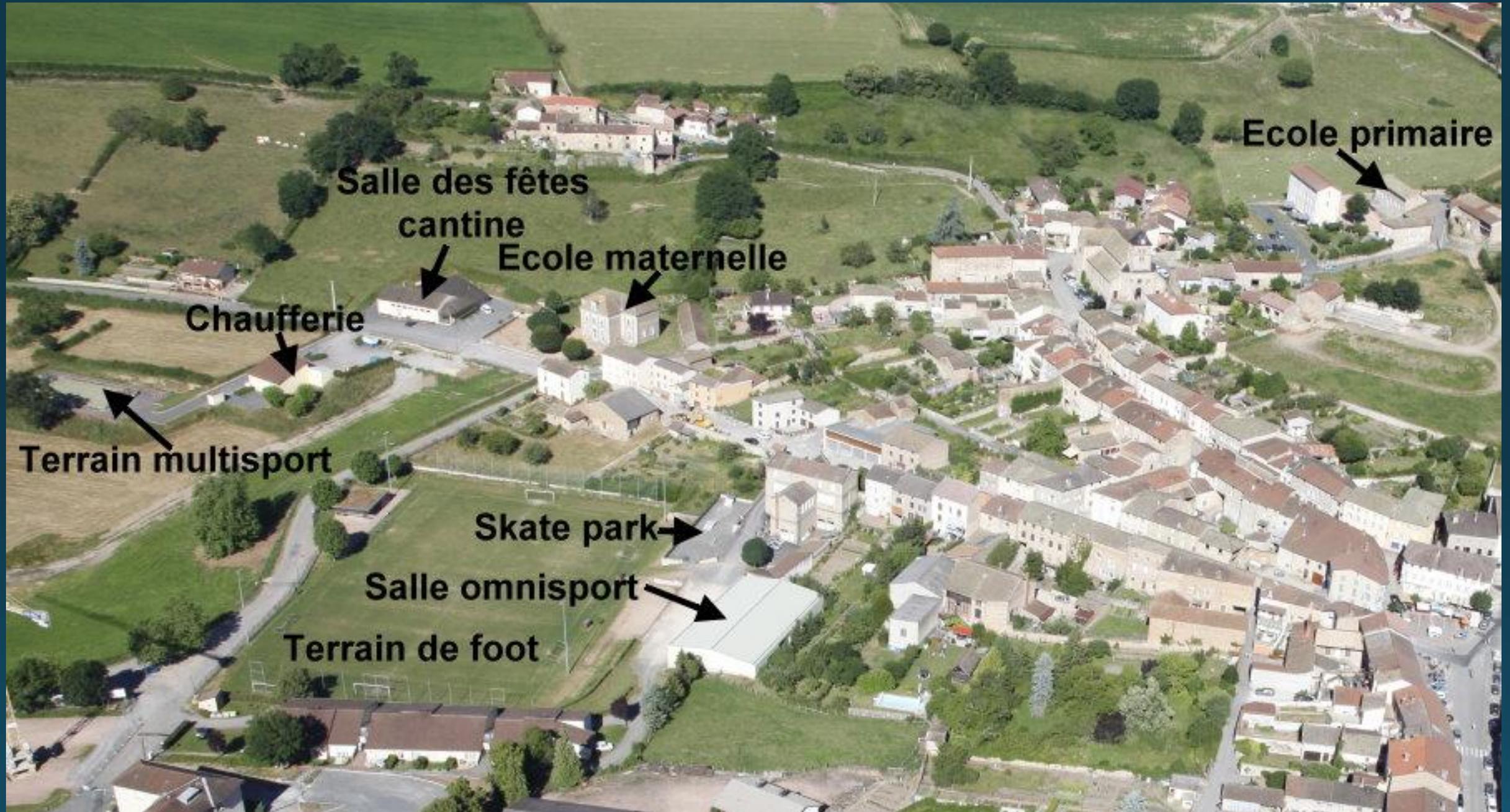
1er prix de la ligue européenne des énergies renouvelables en 2012

1ère commune française de plus de 1000 hbts n'utilisant que de l'énergie renouvelable pour ses bâtiments municipaux et son éclairage public en 2019

Objectif de production d'électricité renouvelable égale à la consommation électrique pour les bâtiments municipaux et l'éclairage public en 2024

Territoire à énergie positive pour la croissance verte en 2050

TRAMAYES – Groupe scolaire



TRAMAYES – Groupe scolaire



Coût et plan de financement

- Coût 2 600 000 € TTC
- Etat TEPCV : 100 000 €
- Etat DETR 2017 : 180 000 €
- Etat DSIL 2017 : 195 000 €
- Etat Ecole numérique innovante : 12 000 €
- CRBFC : 100 000 €
- CD71 : 70 800€
- CEE : 47 000 €
- FCTVA : 430 000 €

TRAMAYES – Ancienne gendarmerie



LISTE DES MODIFICATIONS PAR INDEX

INDEX 1
 - Modification de la surface de la terrasse au nord-est du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au sud-est du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'est du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au sud-ouest du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au nord-ouest du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.

INDEX 2
 - Modification de la surface de la terrasse au nord-est du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au sud-est du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'est du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au sud-ouest du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.
 - Modification de la surface de la terrasse au nord-ouest du bâtiment.
 - Ajout d'une zone de stationnement à l'ouest du bâtiment.

COMMUNE DE TRAMAYES
 10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES
 03 85 41 11 11

Réhabilitation de l'ancienne gendarmerie
 8 Place du Champ de foire - 71 520 TRAMAYES

ARCHITECTES	Urbanisme Architecture	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
BUREAU DE CONTRÔLE	DEVA	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
Géomètres SPS	SPS	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
S.E.T. STRUCTURE	Urbanisme Architecture	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
S.E.T. PLUMBING	Urbanisme Architecture	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
NET ACQUÉREUR	Urbanisme Architecture	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11
GEOMETRE	Urbanisme Architecture	10 Rue de la Poste - 71 520 TRAMAYES	03 85 41 11 11

PLAN DE MASSE PROJET

Date	24 Février 2020	Scale	1/500	Sheet	65.1A
A. 0000000: Révisé à jour dans EXE suivant les modifications.					
PLAN DE MASSE PROJET.dwg					

TRAMAYES – Ancienne gendarmerie

Documents visuels

Etat actuel



Projet



Façades Est et Nord



Façade Nord

TRAMAYES – Ancienne gendarmerie



TRAMAYES – Ancienne gendarmerie



Coût et plan de financement

- Coût 1 600 000 € ht – 1 760 000 € TTC
- TVA 10%

- Etat TEPCV : 90 000 €
- Etat DSIL : 350 000 €
- CRBFC : 500 000 €
- CD71 : 18 750 €
- CEE (estimation) : 30 000 €

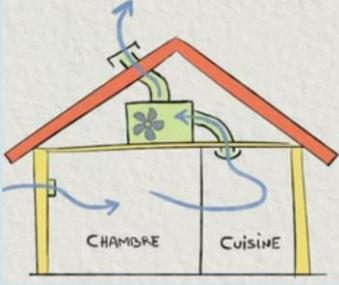
L'ACCOMPAGNEMENT DU CEREMA SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

- 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

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)

Conséquences mauvaise QAI:
Inconfort -> Pathologies



J-F. Millet, les glaneuses



85 à 90% du temps

Polluants
extérieurs

Radon

Émissions

Supplémentaires en air intérieur

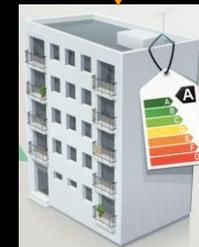
Activités des
occupants

Matériaux
construction/
décoration

Renouvellement d'air



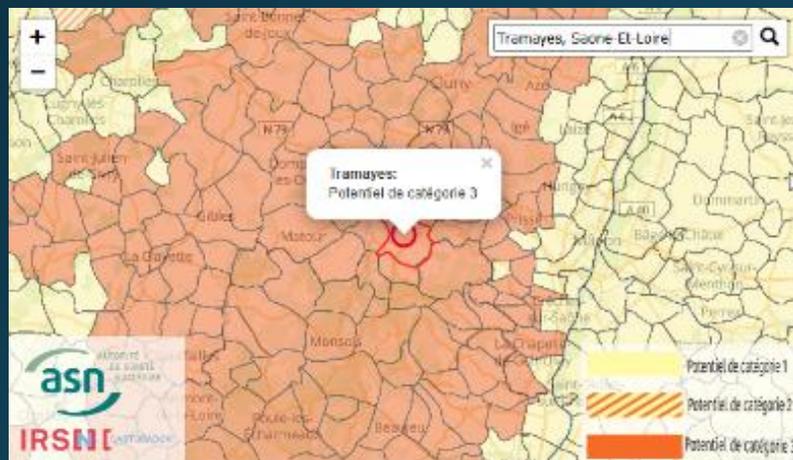
Carte postale Thionville



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

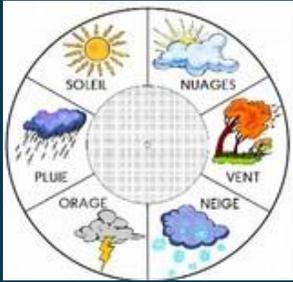


Source : IffoRME

3000 morts/an

2ème cause
cancer pulmonaire
(après tabac)

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

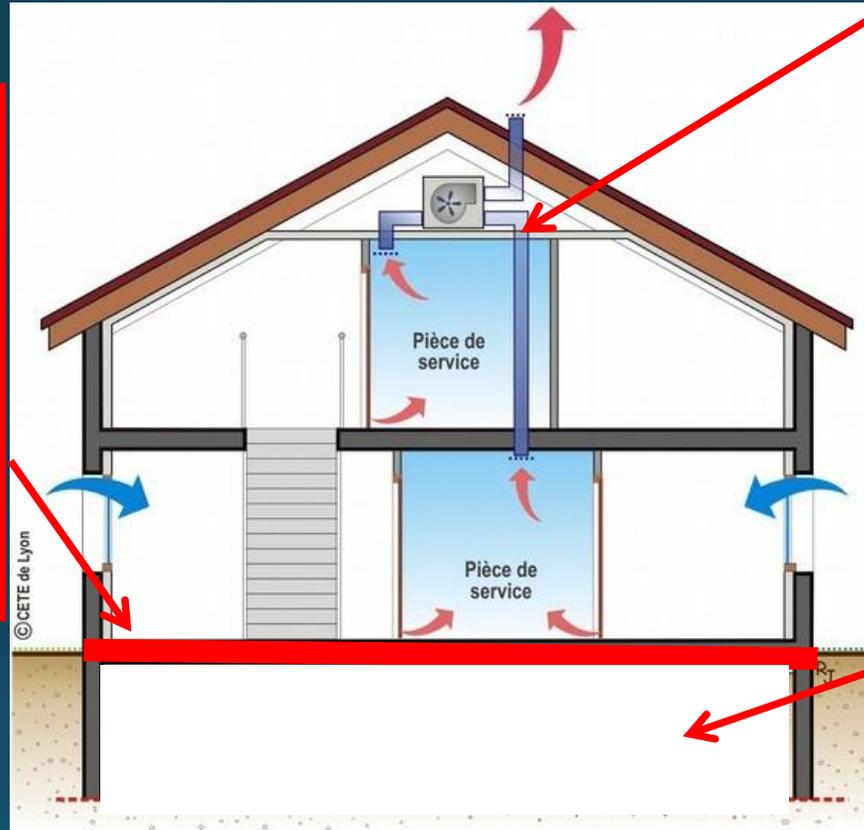
Uranium 238



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...**

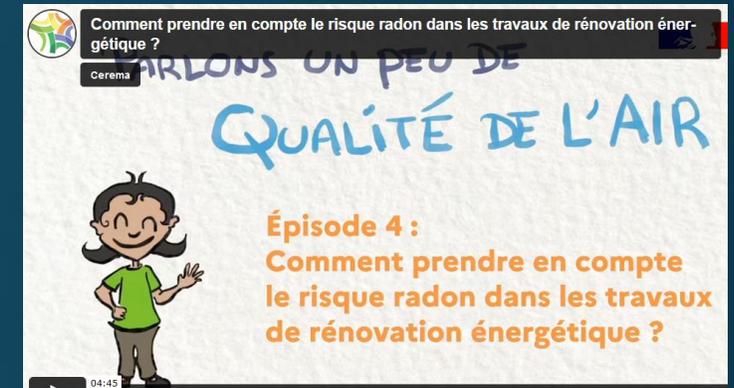
Peu / pas de formation pour les professionnels du bâtiment
Méconnaissance du sujet par le grand public et les maîtres d'ouvrage

...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

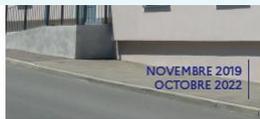
TRAMAYES, UNE COLLECTIVITÉ ÉCOLE POUR LA PRISE EN COMPTE DU RADON EN RÉNOVATION

Transformation d'une ancienne gendarmerie communale en logements locatifs

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

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



DES 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 (ANAH) intègrent bien une réduction du risque radon.

La DREAL BFC, qui pilote la fiche n°19, a mobilisé une **équipe pluridisciplinaire** (ANAH, ARS*, CEPN*, 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 Boltier (CCSCMB), à laquelle appartient Tramayas.

1 Agence nationale d'amélioration de l'habitat
2 Agence régionale de santé
3 Centre d'études sur l'actualisation de la protection dans le domaine nucléaire
4 Direction départementale des territoires de Saône et Loire
5 Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

UNE DÉMARCHE INNOVANTE

Tramayas 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.

En conséquence, 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

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

- **suivi métrologique** 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 chauffe, pour avoir des valeurs comparables aux seuils. En effet, période de chauffe, le tirage thermique favorise la pénétration du radon dans le bâtiment et les fenêtres sont moins souvent

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

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

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 dépression du bâtiment et un renouvellement insuffisant;



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 finaux en-dessous du seuil de 300 Bq/m³. Le suivi réalisé sur ce projet a permis d'identifier des points de vigilance qui constitueront

Ce chantier d'inscrit dans un processus de montée en compétence du territoire et des territoires voisins. Cet exemple concret 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 d'un prix « Ma Ville, mon Artisan » par la chambre des artisans 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 action radon (2022).

www.tramayas.com/gendarmerie/radon



1. Mesures de débit de ventilation
- 2, 4 et 5. Mesures dynamiques de radon au niveau des défauts d'étanchéité
3. Pose d'une membrane d'étanchéité au radon sous la dalle au RdC
6. Mesure intégrée de radon avec un DSTN (détecteur solide de traces nucléaires)

Une VMC autorégulable 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 autorégulable a été préconisée au rez-de-chaussée, où le risque était plus fort, et une hygro-régulable dans les étages supérieurs.

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.

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.



4 Mesures en occupation après rénovation

La dernière campagne de mesure radon est menée dans les conditions normales d'occupation, durant la saison de chauffe 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'éleve 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.

de les corriger le cas échéant (approche itérative);
• ces mesures facilitent par ailleurs la sensibilisation des artisans sur le phénomène.

Vos contacts

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

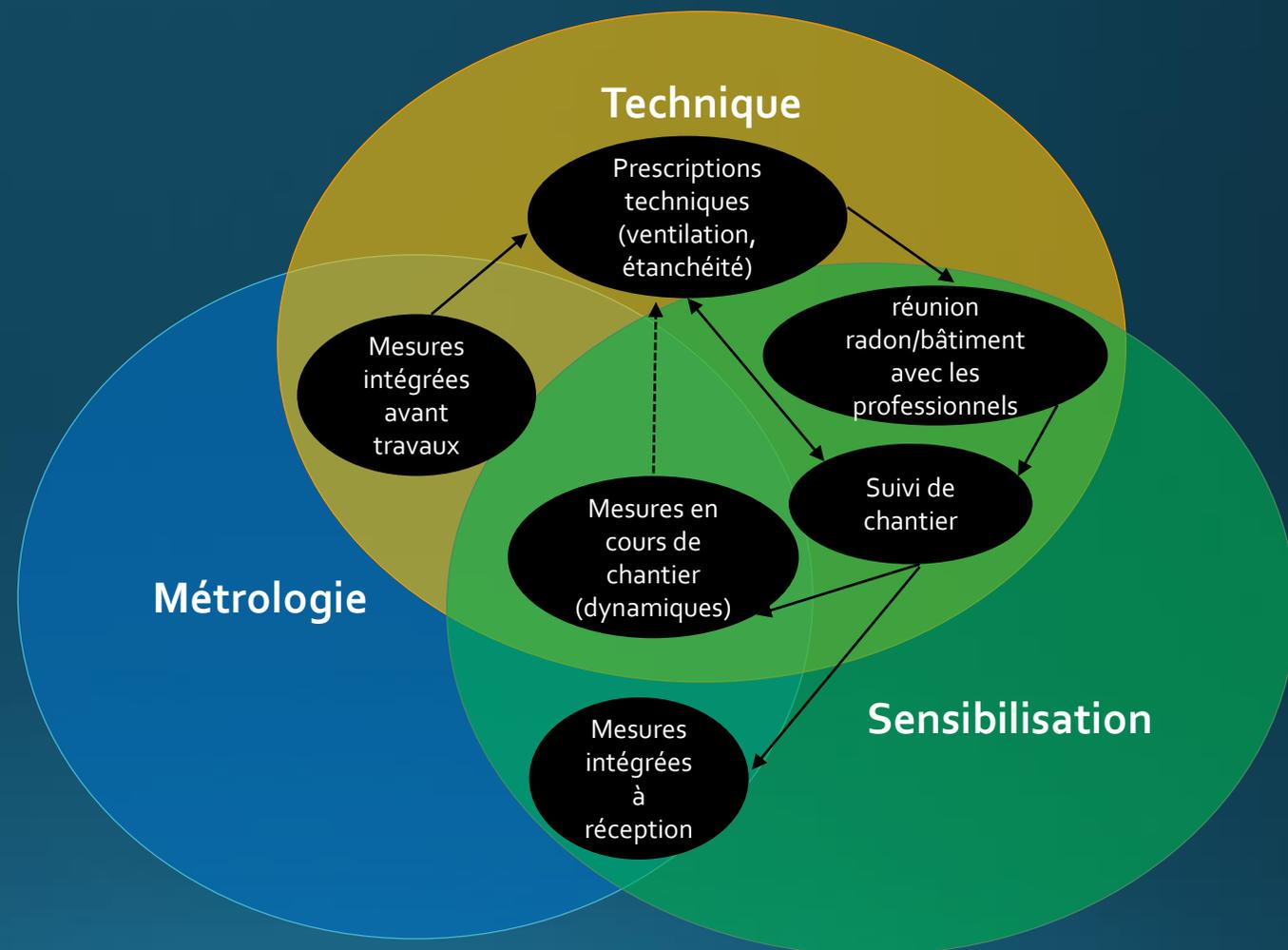
www.cerema.fr



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.



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...

• Entaille (en mm) 354 x 12



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

Source: CEPN

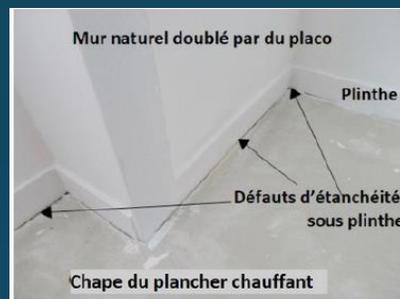
Le rez-de-chaussée :



Résultats des mesures ponctuelles de radon, 24/02

Enseignements:

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



Source: Cerema

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

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

Source: CEPN

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



Résultats des mesures ponctuelles de radon, 26/04

Et les niveaux supérieurs :



Résultats des mesures ponctuelles de radon, 24/03

Source: CEPN

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



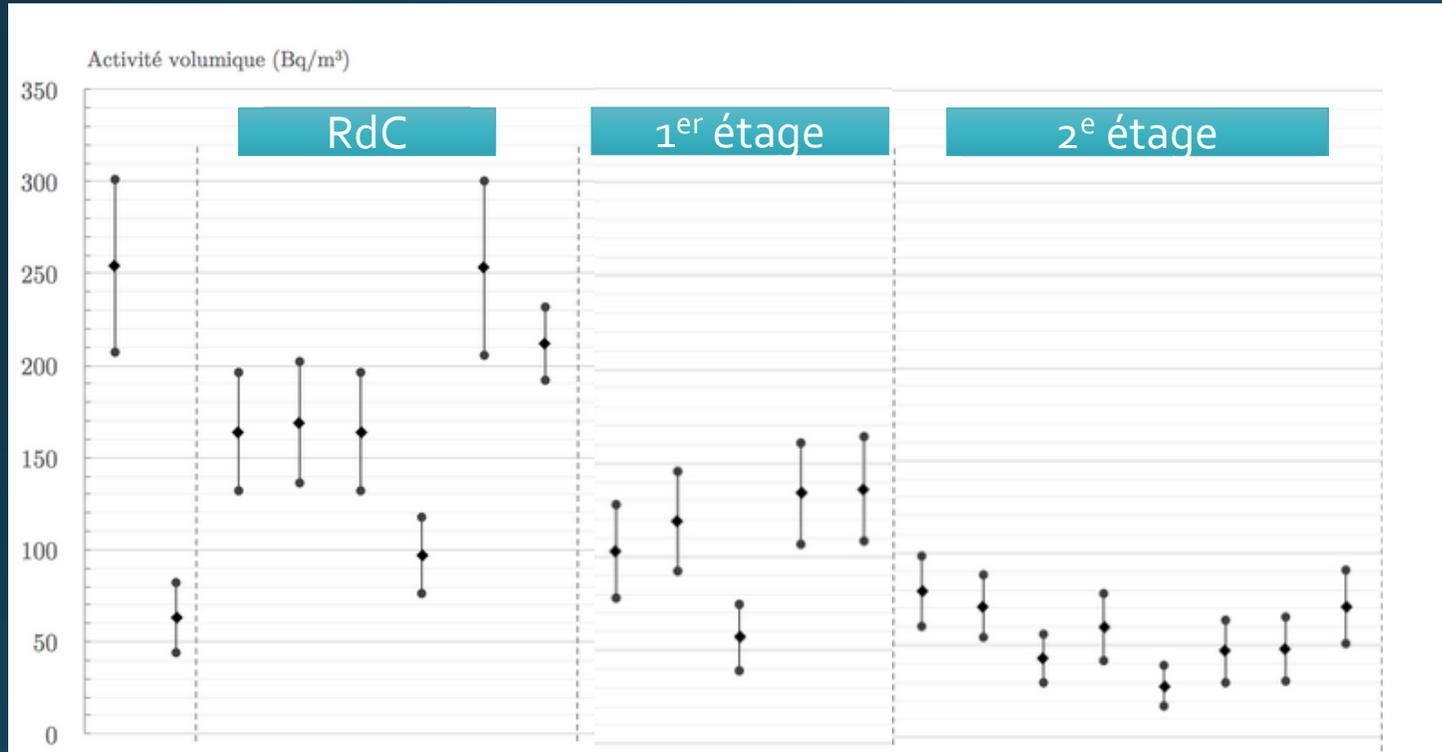
Résultats des mesures ponctuelles de radon, 26/04

Source: CEPN

Résultats Clos des Carillons

MESURES EN CONDITION D'OCCUPATION

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

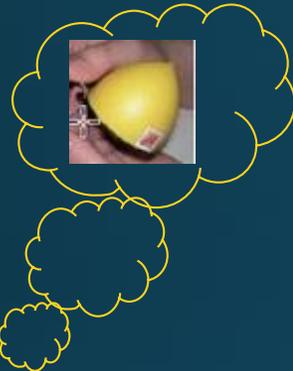


Source: CEPN

- 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



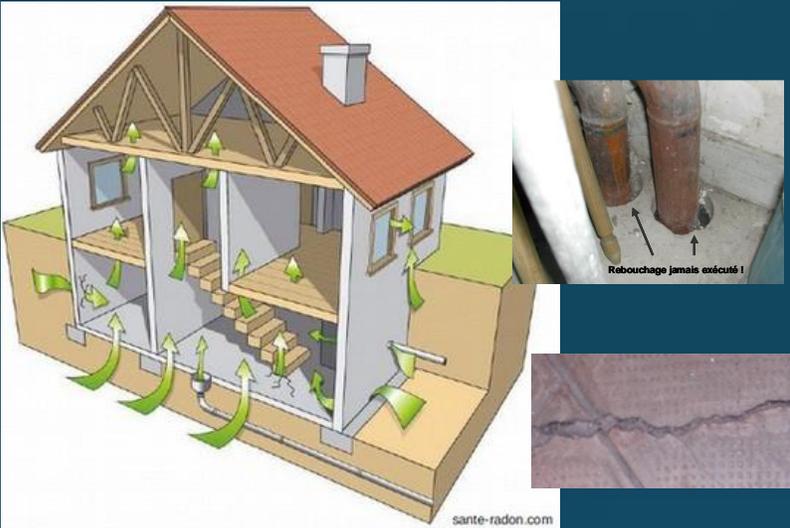
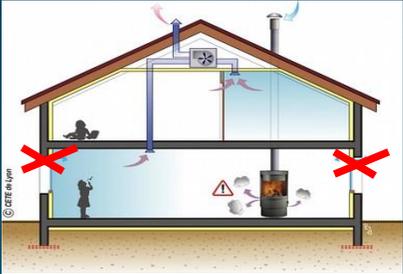
300 Bq/m³

Radon

Défaut d'étanchéité

Bâtiment

Dépression



Évacuation



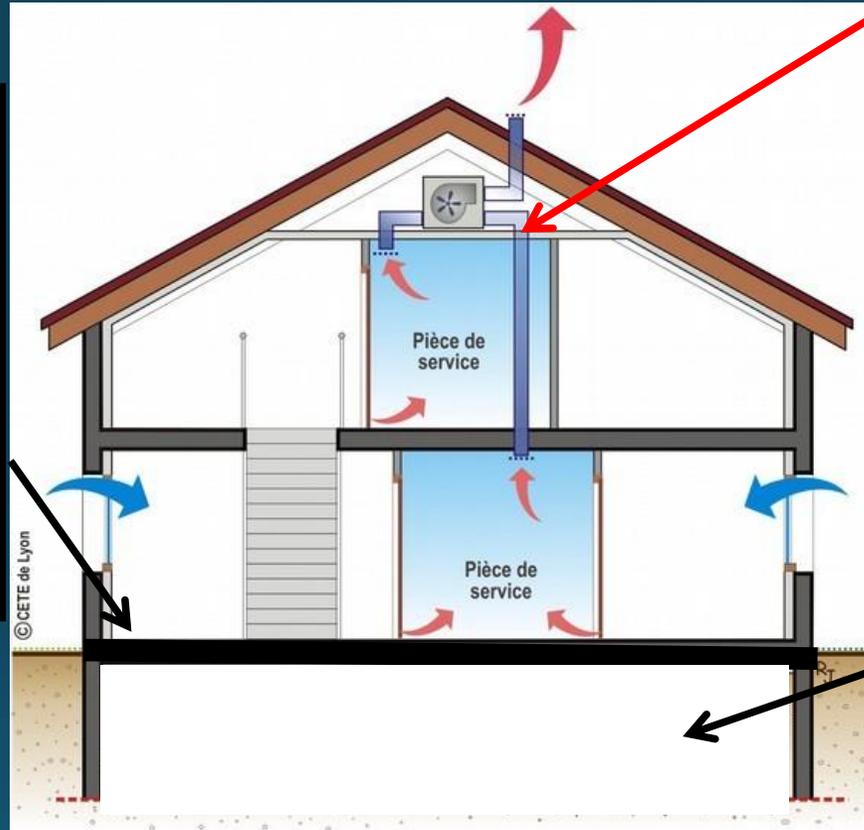
Accumulation

Défaut RA

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*

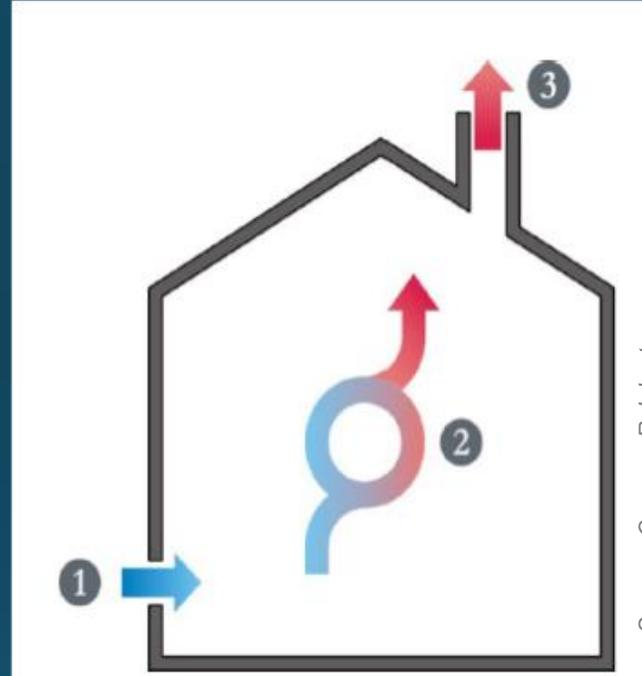
Traiter le soubassement

But : extraire et diluer le radon

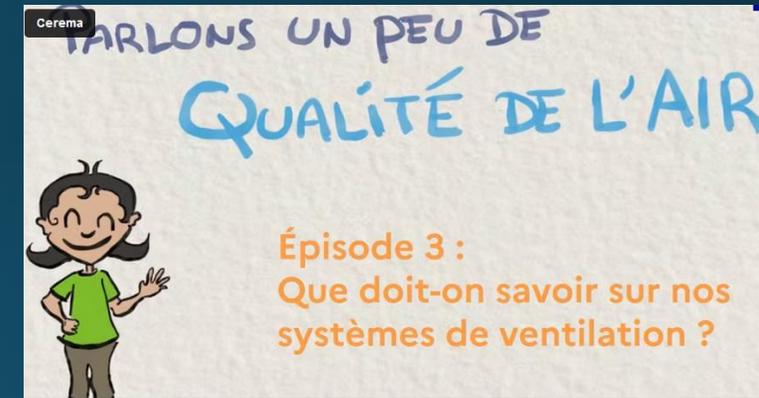
LA VENTILATION – UN SYSTÈME À CONNAITRE...

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



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.

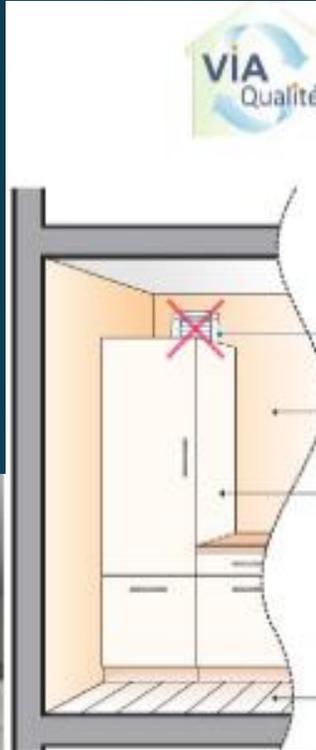
...ET À ENTREtenir

- **Nettoyage / dépoussiérage:**

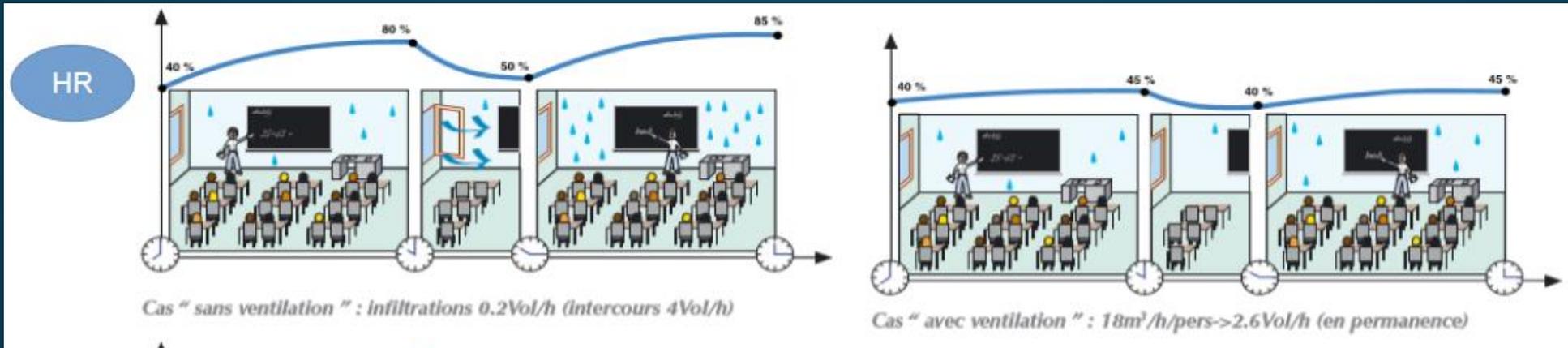
- Entrées d'air: tous les 3/6 mois
- Bouches d'extraction: tous les 3/6 mois
- > modules d'entrée d'air et bouches d'extraction peuvent être démontés pour faciliter le lavage

- **Vigilances**

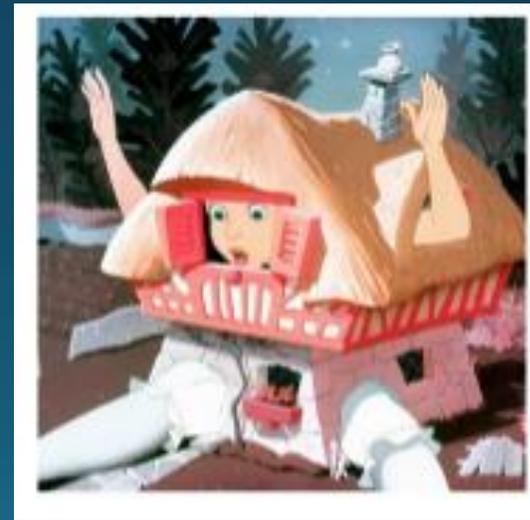
- Lors d'éventuelle réfection des revêtements de sol, préserver le **détalonnage** des portes intérieures (espace de 1cm)
- **Ne jamais boucher les entrées d'air:** cela entrave le fonctionnement du système de ventilation et met le bâtiment en **dépression**, ce qui va **accentuer l'entrée de radon**.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





13^{ème} CONGRÈS NATIONAL DE RADIOPROTECTION
Du 14 au 18 juin 2021

Développement de la prise en compte du risque radon dans le cadre des travaux de rénovation énergétique – Application par un territoire sur un chantier-école

Sylvain Andresz¹, Ambre Errard², Michel Maya³ et Carine Vrel⁴

¹ sylvain.andresz@cepn.asso.fr,

Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire,

TRAMAYES – Ancienne gendarmerie

