



(R)éveillons nos pratiques

*En partenariat avec :*



La **Santé Environnement**  
en Auvergne-Rhône-Alpes



Avec  
le soutien



**La Région**  
Auvergne-Rhône-Alpes



Cofinancé par  
l'Union européenne

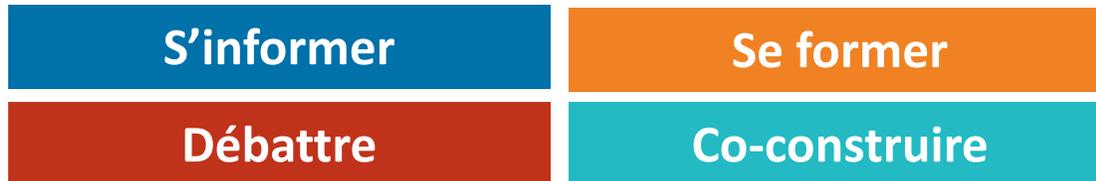
# Journée technique Qualité de l'air intérieur et radon

Surveillance de la QAI et radon dans les établissements recevant des enfants : information et ateliers

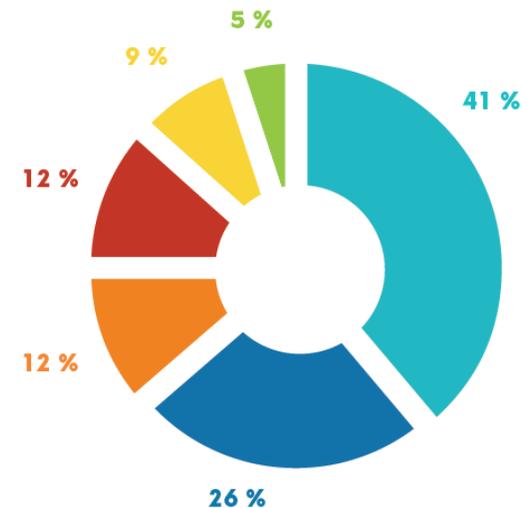
19 novembre 2024 à Moulins



# Ville & Aménagement Durable



460 adhérents



## Vision Des temps forts pour fixer les grandes orientations

→ Forum adhérents, conférence de fin d'année



## Lab Des retours terrain pour observer et capitaliser

→ Visites de site, voyages d'études, recensement d'opérations, carnets de chantier, enquêtes de terrain, groupes de travail

## Initiatives Construire ensemble les territoires de demain

→ Petits déjeuners débats, ateliers, revues de projets, RDV du réseau, OFF du développement durable, communiqués de presse, animation du réseau et des territoires



## Diffusion Des données pour comprendre et avancer

→ Formations, collection, interventions, photothèque, portail VAD, EnviroBOITE

Architecte, urbaniste, programmiste, paysagiste

Bureau d'études, conseil

Maître d'ouvrage (collectivité, bailleur, promoteur, aménageur)

Entreprise

Association, fédération, institut, syndicat pro, administration

Demandeur d'emploi, étudiant, retraité



# Actions de VAD sur la QAI

## Groupe de travail Bâtiment et Santé



## Manifestations professionnelles sur la QAI



### Webinaire

Matériaux bio-géo-sourcés et santé  
Avoir les bons réflexes pour la santé des



La Santé Environnement en Auvergne-Rhône-Alpes

Actions de sensibilisation et formation des professionnels

En 2024:

- Revue de projet le 25/01
- Formation QAI-radon (2024)
- 3 journées techniques (Cantal, Allier, Savoie et Haute-Savoie)

## Publications



# ECRAINS® - Engagement à Construire Responsable pour un Air Intérieur Sain



## Un accompagnement à toutes les phases du projet



### Diagnostic

2 niveaux de diagnostic possibles sur chaque mission



### Accompagnement

Définition de l'ambition : sélection des exigences & application  
Passation des contrats de prestation intellectuelle



### Conception

Application et intégration des exigences ECRAINS® par la maîtrise d'œuvre  
Passation des contrats des marchés de travaux



### Construction

Application des exigences ECRAINS® par les entreprises



### Réception et 1<sup>er</sup> hiver

Contrôles et mesures QAI à réception et lors du 1<sup>er</sup> hiver  
Passation des contrats d'exploitation

## 80 exigences réparties en 4 missions



## 3 niveaux de reconnaissance



**BRONZE**  
Performance entre 70 % et 80 %



**ARGENT**  
Performance entre 80 % et 90 %



**OR**  
Performance supérieure à 90 %

## Programme matinée

- **9h30** : Introduction de la journée
- **9h45** : Enjeux sanitaires et évolution de la réglementation (Cap Tronçais et DREAL)
- **10h25** : Retour d'expérience QAI de Bellerive-sur-Allier
- **11h05** : Pause
- **11h15** : Les enjeux du radon (CEREMA)

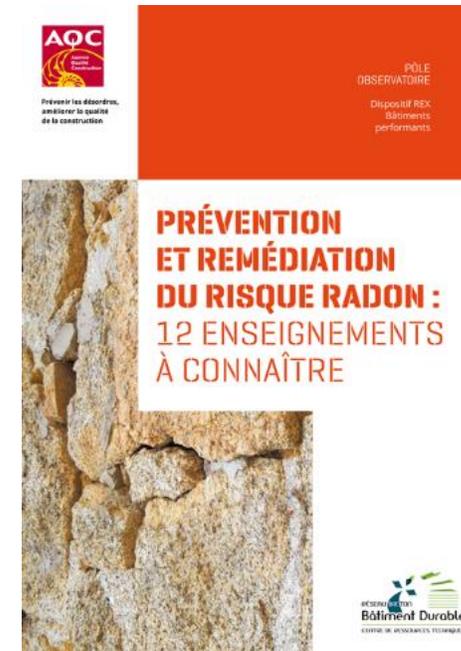
*Déjeuner 12h15 – 13h45*

## Programme après-midi

- **13h45 – 16h15 : Ateliers en groupes**
  - Atelier 1 : Outils de sensibilisation/communication disponibles (Cap Tronçais)
  - Atelier 2 : Evaluation des moyens d'aération et mesure directe du CO2 (Cerema)
  - Atelier 3 : Comment réaliser un auto-diagnostic avec le nouvel outil diagQAI (ATMO/Promotion Santé ARA-Allier)
- **16h15 : Conclusion**
- **16h30 : FIN**

# Mise à disposition de dosimètres radon et documentation

L'Agence Qualité Construction (AQC) met à disposition des **dosimètres radon** et **1 rapport** sur les 12 enseignements à connaître en matière de prévention et remédiation du risque radon



- **Objectif stratégique :**  
Favoriser des pratiques professionnelles et des comportements individuels favorable à la santé en lien avec la qualité de l'air intérieur
- **Objectifs opérationnels retenus avec les partenaires :** VAD, ATMO, IREPS, CEREMA, APPA, CSTB, CLCV, AURAE, CAPEB, EN



Mettre en place un centre de ressource et de partage régional sur la QAI/radon



Accompagner les propriétaires et gestionnaires d'établissements accueillant des publics sensibles en matière de QAI



Faire monter en compétence l'ensemble des professionnels du bâtiment et de la rénovation énergétique



Sensibiliser les occupants (grand public, public vulnérable, acteurs du milieu scolaire) à la QAI



■ Qualité de l'air intérieur - Exemples d'actions proposées

PARTAGER

- Créer un réseau QAI Radon
- Valoriser les données de surveillance QAI dans les ERP - Carto
- Partage d'information et de ressources
- Création d'outils d'accompagnement

ACCOMPAGNER

- Sensibilisation des élus
- Diffusion d'outils sur le nouveau dispositif réglementaire
- Journées techniques départementales
- Retours d'expériences
- Ateliers pédagogiques pour les professionnels des ERP

FAIRE MONTER EN  
COMPÉTENCE

- Former et outiller les acteurs de l'ingénierie du bâtiment
- Former les conseillers info énergie, les économiseurs de flux des collectivités
- Faire monter en compétences les professions des entreprises du bâtiment

SENSIBILISER

- Sensibilisation aux enjeux QAI et levier des habitants, notamment les précaires
- Campagne de mesure radon
- Outils pédagogiques pour les professeurs et élèves
- Action en lien avec les conseillers prévention

En partenariat avec :



Avec le soutien



La Région  
Auvergne-Rhône-Alpes



Cofinancé par  
l'Union européenne

# Journée technique Qualité de l'air intérieur et radon

Surveillance de la QAI et radon dans les établissements recevant des enfants :  
information et ateliers



PÔLE  
ÉDUCATION  
PROMOTION  
SANTÉ  
ENVIRONNEMENT  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



Sébastien DENIZOT,  
Chargé de mission Education Santé Environnement  
Référént départemental pour le Pôle ESE ARA

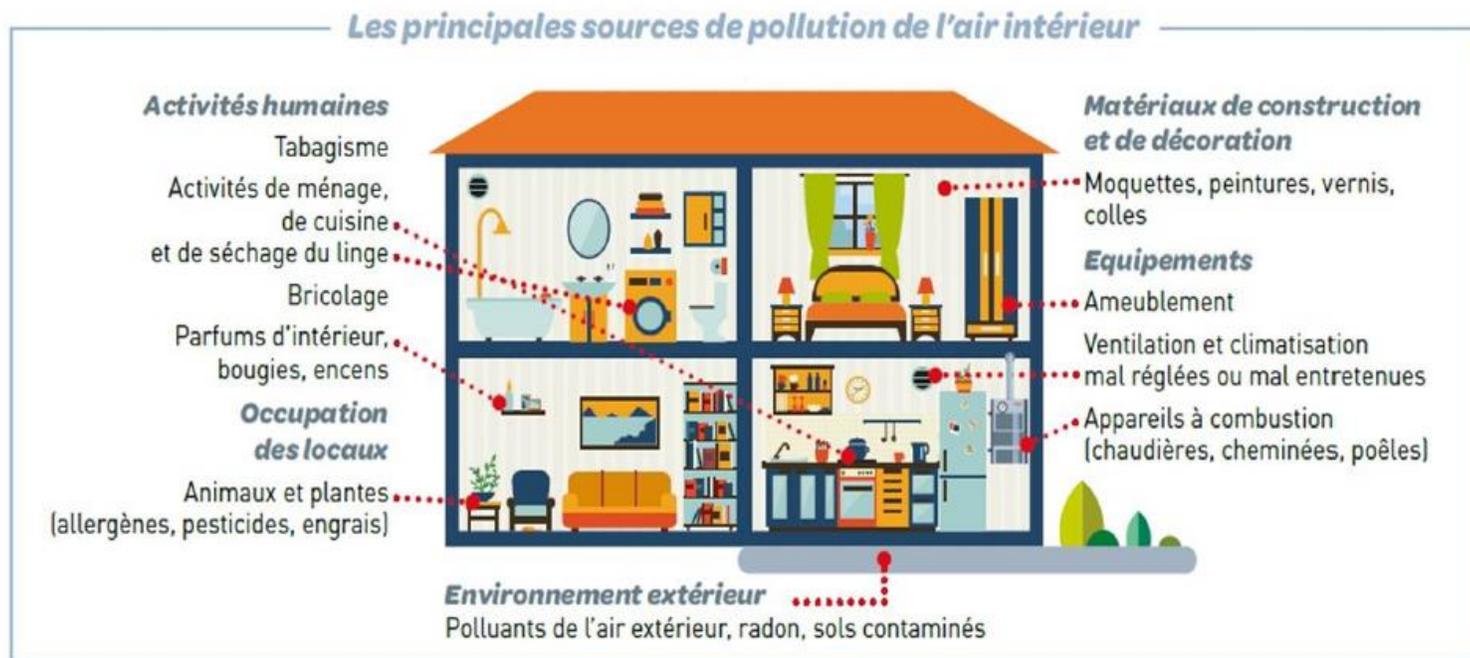
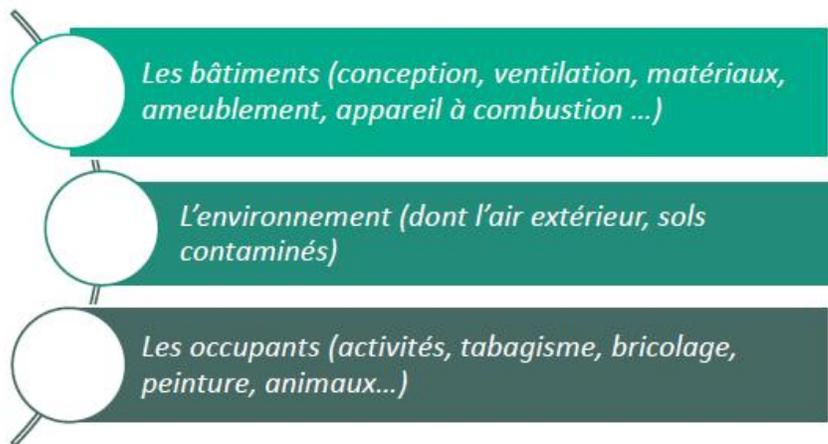
L'air que nous respirons à l'intérieur des locaux est plus pollué que l'air extérieur.

D'accord (vert) / Pas d'accord (rouge)

**VRAI**

# Qualité de l'air intérieur, un enjeu majeur

- Selon l'Observatoire de la Qualité de l'air Intérieur (OQAI), l'air intérieur est 5 à 8 fois plus pollué que l'air extérieur et l'on passe 80% de son temps en intérieur. Ecole : lieux de vie les plus fréquentés après les logements.
- Plusieurs sources de pollution :



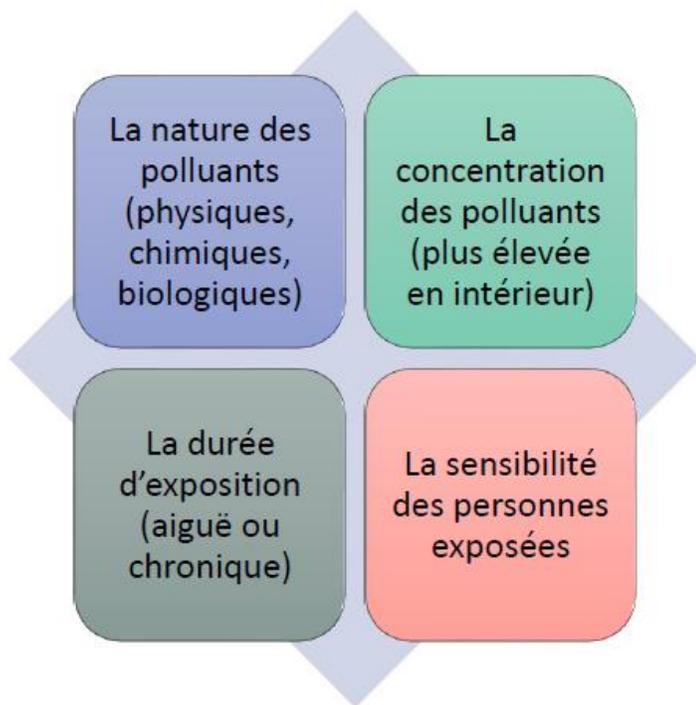
Nous respirons l'équivalent  
d'une montgolfière par an.

**FAUX**



## Qualité de l'air intérieur, un enjeu majeur

- Un impact sanitaire reconnu, depuis la simple gêne olfactive jusqu'à l'apparition de pathologies aiguës ou chroniques selon :



### Importance des voies d'exposition: la respiration



Au repos: plus de 10 000 litres d'air / jour passent dans les poumons.

Au repos: chaque individu respire environ 10 fois par minute

Les poumons contiennent 300 à 600 millions d'alvéoles = lieux d'échanges entre l'air et le sang

Les poumons se développent jusqu'à l'adolescence

# Les familles de polluants

## Polluants chimiques

- COV (matériaux de construction, décoration, mobilier, produits...) dont benzène (combustion, trafic routier..)
- Aldéhyde dont Formaldéhyde (produits constructions, décoration, ameublement, produits domestiques...)
- Phtalates, retardateurs de flamme (mobilier, revêtement, plastifiant..)
- Ozone
- Monoxyde de carbone (mauvaise combustion)



## Polluants biologiques

- Allergènes (animaux, blattes, pollen..)
- Moisissures (humidité)
- Bactéries (aérosols pour légionnelle)
- Virus



## Polluants physiques

- Amiante
- Fibres (isolants, matériaux de couverture, canalisations et conduites..)
- Particules (Air extérieur, chauffage au bois/fioul...)
- Radon/radioactivité



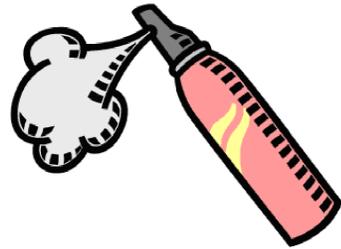
**La première source de pollution  
de l'air intérieur dans les ERP  
est issue des produits  
d'entretien**

**VRAI**

# LES PRODUITS D'ENTRETIEN :

## 1<sup>ÈRE</sup> SOURCE DE POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR

Les produits d'entretien peuvent contenir des polluants qui se retrouvent dans l'air => vaporisation, parfum...



Les polluants de l'air intérieur  
ont de légers effets sur la santé.

**FAUX**

ALTÉRATION DES PERFORMANCES COGNITIVES  
CO2

INCONFORT - SENSORIELS (odeurs)  
Air confiné/sec, Ammoniac, formaldéhydes,  
hydrogène sulfure, acroléine

TOXIQUES  
CO, plomb, hydrocarbures, insecticides

CARDIOVASCULAIRES  
CO, particules

PERTURBATEURS ENDOCRINIENS ET  
REPROTOXIQUES  
Phtalates, retardateurs de flamme

CANCEROGÈNES  
Amiante, benzène, formaldéhyde, radon, particules..

ALLERGIQUES  
Acariens, pollens, moisissures, animaux

IRRITATIFS  
Aldéhydes, ozone, terpènes, acroléine

INFECTIEUX  
Bactérie, virus, moisissures

RESPIRATOIRES  
Ozone, formaldéhydes, oxydes d'azotes..

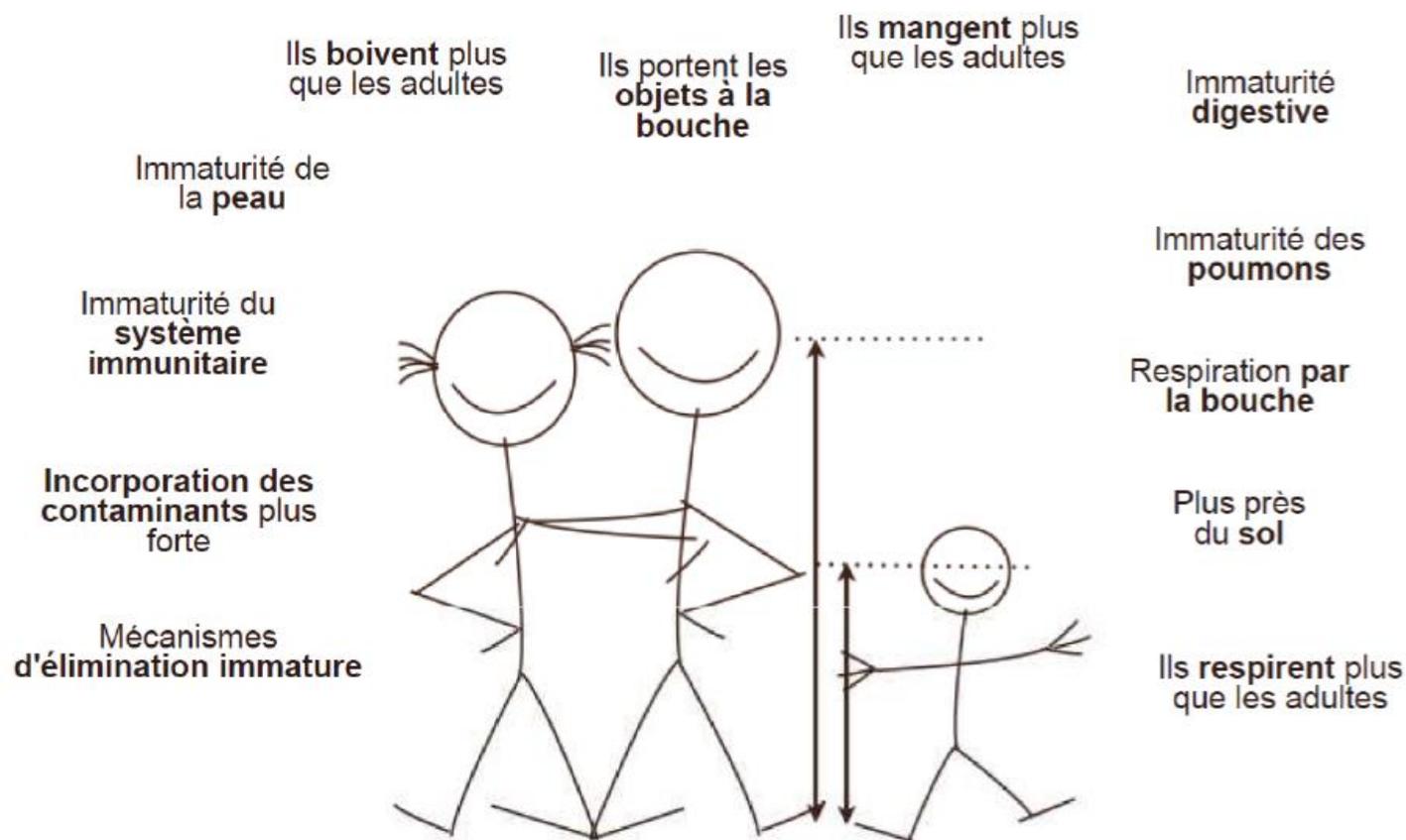


Les enfants sont plus sensibles à  
la pollution de l'air intérieur.

**VRAI**

# Vulnérabilité des enfants aux polluants

- Spécificité chez le jeune enfant :
  - ✓ Il ne peut pas être considéré comme un « petit adulte »
  - ✓ Il est très sensible à la pollution environnementale
- Il existe d'autres populations plus vulnérables : les personnes âgées, les femmes enceintes, les personnes souffrant de maladies chroniques, les fumeurs..



# Vulnérabilité des enfants aux polluants

Une grande partie des pathologies infantiles est connue pour être au moins en partie liée à l'environnement :

- Allergies(alimentaires, dermatites atopiques) > produits ménager
- Asthme(prévalence évaluée à environ 10 % chez l'enfant contre 6 % chez l'adulte) > Augmentation 40% depuis 2000
- Troubles de l'apprentissage et neurocomportementaux (2 à 10 % des enfants en France) > EX : Saturnisme et plomb
- Perturbations endocriniennes (cancers, altérations des moyens de reproduction, obésité, diabète...)
- Troubles de la croissance
- Cancers

Sources : OMS «Santé des Enfants et Environnement»  
INSERM «Santé Environnement des enfants : enjeux pluridisciplinaires»



Les différentes campagnes de mesures nationales dans les écoles n'ont pas révélé de risques sanitaires.

**FAUX**

# Les valeurs de référence

## Valeurs guides de l'air intérieur (VGAI)

- ANSES
- Concentrations dans l'air en dessous desquelles aucun effet sanitaire n'est attendu
- [Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur \(VGAI\) | Anses](#)

Dizaine de polluants d'intérêts (Acétaldéhyde, CO, Particules, Toluène, NO...)

## Valeurs repère d'aide à la gestion

- HCSP
- Tient compte des VGAI, des méthodes de mesures disponibles, de considérations pratiques, réglementaires, économiques et sociologiques
- Aide les décideurs publics pour gérer des situations à risques sanitaires : valeurs à partir desquelles des actions sont à entreprendre

Formaldéhyde  
Benzène  
Naphtalène  
Trichloroéthylène, PCE  
Particules...

## Valeurs réglementaires

- Pouvoirs publics
- Valeurs guides pour l'air intérieur : niveau de concentration à atteindre dans le but d'éviter, prévenir ou réduire les effets sur la santé
- Valeurs établies pour la surveillance obligatoire de la QAI dans certains ERP : valeur au delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour améliorer la QAI

Formaldéhyde  
Benzène  
CO2

## Campagne 2013-2017 écoles – OQAI (301 écoles, 600 salles de classes, 31 départements)

### ■ Principaux résultats:

- Particules fines omniprésentes
- Faible pollution par le dioxyde d'azote
- Présence de composés organiques volatils (17 % de dépassements de valeurs guides en formaldéhyde)
- COSV en concentrations très variables : quelques centaines de ng /m<sup>3</sup> pour les phtalates à quelques pg /m<sup>3</sup> pour les pesticides
- Plomb dans les poussières détecté dans la quasi-totalité des salles de classe mais à des niveaux faibles
- Plomb dans les peintures pour 10 % des écoles
- 20% des salles de classe ont au moins un signe d'humidité, 16% des écoles
- 41 % des écoles ont au moins une classe avec un indice ICONE très élevé ( $\geq 4$ ) (5% à ICONE 5)

## Evaluation quantitative d'impact sur la santé de la qualité de l'air dans les établissements scolaires – Santé publique France 2024

- Objectif: Evaluer l'impact d'une amélioration de la qualité de l'air des salles de classe des écoles élémentaires – en considérant les concentrations en formaldéhyde et la présence de moisissures – sur la prévalence de l'asthme de l'enfant de 6 à 11 ans

Réduire l'exposition au formaldéhyde et aux moisissures dans les salles de classe pourrait éviter **plusieurs dizaines de milliers de cas d'asthme chez les enfants**

Ce résultat ne peut être attribué au formaldéhyde seul et doit plus être considéré comme représentant l'effet du formaldéhyde en tant que marqueur de la pollution issue de sources internes et donc associés à la réduction de l'exposition à différents COV. Il illustre l'intérêt des actions d'aération/ventilation



Pour limiter l'impact sanitaire  
et le coût de santé, une des  
solutions est d'ouvrir les  
fenêtres.

**VRAI**

# Solutions pour limiter l'impact sanitaire

Importance de la mise en place d'une stratégie environnementale de maîtrise de la qualité de l'air dans chaque ERP.

⇒ la maîtrise du taux de renouvellement de l'air dans les locaux par la mesure de la concentration en CO2 est un des enjeux majeur, car elle permet la dilution et l'élimination des polluants intérieurs dont les agents infectieux aéroportés.

Illustration : cas d'une classe avec maux de tête, nausées, troubles de l'attention et de la concentration chez les élèves et la maitresse.

=> Mesure des COV et visite de l'établissement d'une CEI avec les équipes techniques de la mairie : valeurs COV hautes et classe dans un agrandissement des locaux dont l'achèvement des travaux avait été réalisé 4 jours avant l'utilisation avec du mobilier neuf, une VMC non rebranchée et aucune habitude d'aération avant et après la classe, ni aux récréations. Les matériaux n'étaient pas secs et relarguaient beaucoup.



## Le coût de la pollution de l'air intérieur

- En France, plus de 28 000 nouveaux cas de pathologies chaque année.
- En France, environ 20 000 décès attribuables chaque année à la QAI, soit près de 55 par jour.
- La pollution de l'air intérieur serait la 2<sup>ème</sup> cause de cancer du poumon après le tabagisme et serait impliquée dans de nombreuses pathologies respiratoires comme l'asthme. (2000 cas de cancer liés au radon)
- Presque 1/3 de la population française est allergique.
- Coût socio-économique de la QAI :
  - ✓ Prise en compte de 6 polluants,
  - ✓ Calcul du coût total annuel repose sur :
    - **Le coût externe: vies humaines perdues du fait des maladies, pertes de bien-être dues aux années en mauvaise santé, pertes de production, etc**
    - **l'impact sur les finances publiques (coûts des soins, des recherches publiques et de la prévention, etc.)**

**Le coût de la pollution de l'air intérieur : 19 milliards d'euros par an**

*Anses/ABM/CSTB -étude exploratoire du coût socio-économique des polluants de l'air intérieur (CRD N°2011-CRD-11) –Avril 201410*

# **Leviers possibles pour améliorer la Qualité de l'Air intérieur**

# 1- L'AERATION

## Pourquoi ?

- Permet de faire rentrer l'air neuf
- Permet de pourvoir à nos besoins en oxygène
- Pour évacuer les odeurs et les polluants qui s'accumulent dans l'air
- Pour éliminer l'excès d'humidité
- Réduction de la contagion des infections microbiennes



# Comment ?

- Aérer tous les jours, ouvrir les fenêtres en grand entre 5 et 10 minutes par pièce/jour
- Aérer quand l'air extérieur est le moins pollué (Attention aux heures de fortes circulation)
- Aérer avant l'occupation de la pièce et après
- Aérer pendant et après le ménage, les activités manuelles ou de bricolage



## 2- LA VENTILATION



### Ventiler est une nécessité

- **Systemes de ventilation mécanique ou VMC** : ces systèmes sont équipés d'un moteur mécanique qui actionne un ventilateur. L'air est mis en mouvement et se renouvelle en permanence. Exemple : VMC Simple-flux, double-flux ...
- **L'entretien de la VMC** :
  - Nettoyer une fois par trimestre les bouches d'extraction (grille au plafond)  
→ les démonter et les laver à l'eau savonneuse
  - Dépoussiérer ou laver régulièrement les entrées d'air (fenêtre ou mur donnant sur l'extérieur)
  - Faire intervenir un spécialiste 1 fois tous les 3 ans pour un nettoyage complet: bloc moteur, vérification des entrées d'air...
- **Précautions d'utilisation de la VMC** :
  - Ne pas arrêter le moteur de la VMC
  - Ne pas boucher les ouvertures d'aération ou ne pas les cacher derrière un meuble ou un revêtement, veiller à les maintenir propres.



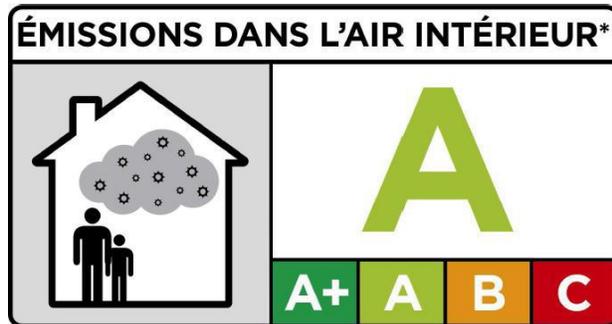
## 3- L'ENTRETIEN

- Quelques gestes pour choisir les produits et les diminuer
  - stocker les produits loin d'une source de chaleur et dans un local ventilé
  - respecter les dosages et les consignes d'utilisation
  - aérer lors de l'utilisation des produits
  - préférer un nettoyage humide au balayage simple pour éviter la remise en suspension des poussières
  - éviter l'utilisation de pesticides (anti insectes), parfum d'ambiance

- préférer faire le ménage en fin de journée
- privilégier des produits ayant des labels
- privilégier les microfibres et le nettoyage vapeur
- lire les précautions d'emploi

## Un exemple, le nettoyage écologique en crèche

- Vinaigre d'alcool, savon noir, bicarbonate de soude, nettoyage à la vapeur d'eau, microfibres... Ils sont conformes à la législation
- Ils sont sains et économique
- Labels à privilégier



- L'excès d'hygiène peut favoriser : les allergies, le diabète insulino dépendant ...
- Désinfecter tue l'ensemble des bactéries (y compris les bonnes) et ce sont les mauvaises qui se développent en premier.
- L'enfant a besoin d'être exposé aux bactéries pour renforcer son système immunitaire

**RAPPEL:** L'acide acétique (vinaigre blanc) est désormais reconnu comme biocide. Il apparaît dans l'annexe 1 du Règlement (UE) n°528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

**On peut l'utiliser pour désinfecter les surfaces.**

## 4- LE MOBILIER

Le mobilier émet des COV, source de pollution due aux composants (colle, peinture...)

Le relargage est rapide (60 à 70 % les 6 premiers mois)



### Gestes à adopter :

- Privilégier du mobilier en bois brut, non vernis, ou écologique
- Laisser le mobilier neuf dehors à l'abri durant 3 semaines (dégazage)
- Aérer régulièrement et plus longtemps la pièce recevant du mobilier neuf

# 5- LA CONSTRUCTION

Choix de matériaux de construction et décoration peu émissifs pour les revêtements de murs, sols, ou plafonds et les produits utilisés pour leur incorporation ou leur application (cloisons, isolants, colles,.....)

- Levier → cahier des charges

Démarche développée par l'ADEME, et destinée à satisfaire une **approche préventive de la santé dans le bâtiment.**

Elle vise à limiter durablement les émissions de polluants à la source et à pérenniser la qualité des ambiances intérieures.

S'adresse aux principaux acteurs du bâtiment : Maîtrise d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre, entreprises de mise en œuvre.



QAI et réglementation :  
tous concernés.

**FAUX**



# La surveillance de la QAI dans certains ERP : quelle réglementation?

**Cyril POUVESLE, SHC, DREAL AURA**

## Évolution du dispositif de la surveillance de la QAI

### Dispositif réglementaire jusqu'au 31/12/2022

La surveillance est renouvelée tous les 7 ans comme suit :

- 1 Une évaluation des moyens d'aération
- et
- 2 Une campagne de mesures de polluants réglementaires par un organisme accrédité
- ou
- 3 Un plan d'actions visant à prévenir la présence de polluants à la suite d'une évaluation menée par le personnel

### Retour d'expérience de l'ancien dispositif

- 1 Les autodiagnostic présentent un grand intérêt car ils rendent les collectivités actrices de la QAI.
- 2 Fixer un renouvellement périodique des campagnes de mesures des polluants réglementés semble inadapté.
- 3 Il semble plus pertinent de suivre la QAI à certains moments clés de la « vie d'un bâtiment » : construction et aménagements ou rénovations majeurs.

### Dispositif réglementaire révisé (en vigueur)

- 1 Une **évaluation annuelle des moyens d'aération** incluant notamment la **mesure à lecture directe de la concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'air intérieur**
  - 2 Un **autodiagnostic de la QAI au moins tous les quatre ans**
  - 3 Une **campagne de mesures** des polluants réglementaires, réalisée à **chaque étape clé** de la vie des bâtiments (par un organisme accrédité)
  - 4 Un **plan d'actions** prenant en compte l'évaluation annuelle des moyens d'aération, l'autodiagnostic et la campagne de mesures précités
- Objectif d'améliorer la QAI.

# Le nouveau dispositif de surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Une évaluation **annuelle** des moyens d'aération **incluant la mesure directe de la concentration en CO2**

Une campagne de mesure **à chaque étape** **clef de la vie du bâtiment**

ET

Un autodiagnostic de la QAI **réalisé tous les 4 ans**

Mise en place d'un plan d'action

Un affichage obligatoire

Conclusion de l'évaluation des moyens d'aération

Plan d'actions

Bilan de la campagne de mesure

**01/01/2023** pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires, pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré

**01/01/2025** pour les autres établissements (structures sociales et médico sociales rattachées aux établissements de santé, établissements pénitentiaires pour mineurs ..).

# Le nouveau dispositif de surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Une évaluation annuelle des moyens d'aération incluant la mesure directe de la concentration en CO2

Vérification de l'accessibilité des ouvrants

Examen visuel des dispositifs de ventilation: fonctionnement et circulation d'air

Mesure CO2

Une campagne de mesure à chaque étape clef de la vie du bâtiment

ET

Un autodiagnostic de la QAI réalisé tous les 4 ans

Formaldéhyde – Benzène - CO2

Collecte dans la BD CSTB

Sources d'émissions  
Entretien (ventil, aération)  
Exposition des occupants

Mise en place d'un plan d'action

Un affichage obligatoire

**01/01/2023** pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires, pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré

**01/01/2025** pour les autres établissements (structures sociales et médico sociales rattachées aux établissements de santé, établissements pénitentiaires pour mineurs ..).

# Les étapes clés

## Gros travaux

Benzène CO2

Formaldéhyde

## Seuils

AUCUN

## Petits et moyens travaux (dont recloisonnement)

Ventilation et fenêtre

Benzène CO2

Formaldéhyde

25%

Grande école  
Et autres

Revêtement de sol

Formaldéhyde

50%

Moyenne école  
8-12 classes

Parois intérieures, faux plafond, plafond, Disposition des salles

Formaldéhyde

CO2

Si impact sur les conditions de renouvellement d'air

75%

Petite école  
Jusqu'à 7 classes

## Changement d'effectifs

## Changement d'activité

CO2

AUCUN

# Zoom sur les mesures

**Qui?** Mesures et analyses réalisées par des organismes accrédités Cofrac – LAB Ref 30 pour les paramètres recherchés

**Quoi?**

Formaldéhyde et benzène: Deux prélèvements espacés de 4 à 7 mois dont l'un se déroule pendant la période de chauffe

Mesure CO2: Un seul prélèvement pendant la période de chauffe

**A partir de quand?** La campagne de mesure débute 1 mois après la réception des travaux en période normale d'occupation (donc avec les usagers: voir FAQ)

*Premier prélèvement  
Benzène et Formaldéhyde*

*Deuxième prélèvement  
Benzène et Formaldéhyde*

1mois

4 à 7 mois

Réception des  
travaux

Si période  
normale  
d'occupation

*1 mesure CO2 en période de  
chauffe*

# Zoom sur les mesures

**Qui?** Mesures et analyses réalisées par des organismes accrédités Cofrac – LAB Ref 30 pour les paramètres recherchés

## Seuil à respecter?

### **Formaldéhyde :**

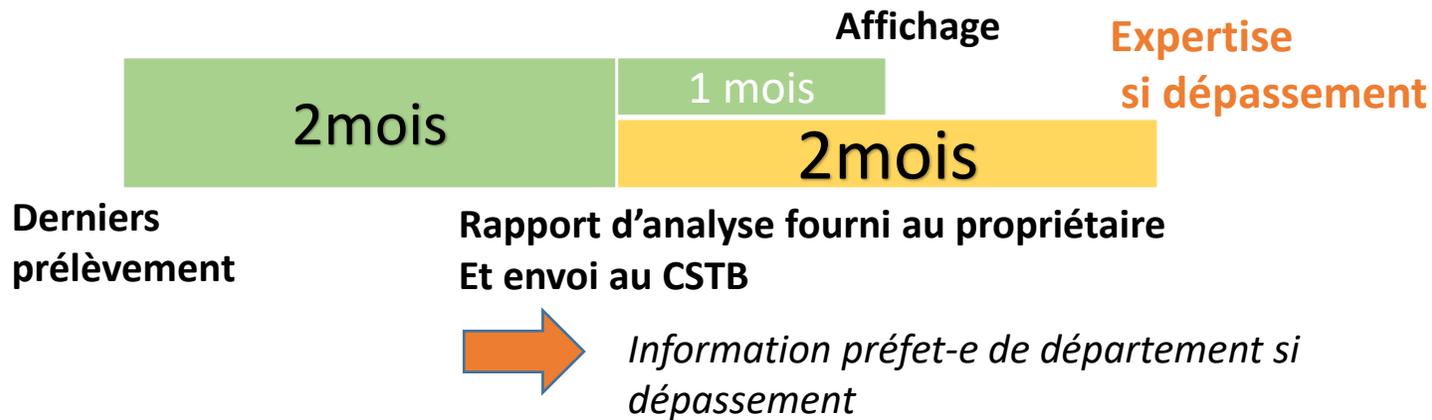
- 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires sont exigées afin de limiter les sources de formaldéhyde et de revenir en dessous de ce seuil ;
- 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – valeur seuil au-delà de laquelle une information au préfet de département est exigée ;

**Benzène :** 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires ainsi qu'une information au préfet de département sont exigées ;

**CO2 :** indice de confinement de 5 – valeur seuil au-delà de laquelle des investigations complémentaires ainsi qu'une information au préfet de département sont exigées.

# Zoom sur les mesures

Que deviennent les mesures?



## Si dépassement

Identifier des causes de présence de pollution dans l'établissement et fournir des recommandations.

Une liste d'organismes accrédités est animée par le CSTB et disponible sur le site suivant :

<https://reseau-labos.qai-ecoles-creches.fr/>.

# Le calendrier

Une évaluation annuelle des moyens d'aération incluant la mesure directe de la concentration en CO2

31 Décembre 2024

Une campagne de mesure à chaque étape clef de la vie du bâtiment

ET

Un autodiagnostic de la QAI réalisé tous les 4 ans

31 Décembre 2026

Selon étape clef

1<sup>ère</sup> série de mesure 1 mois après fin de l'étape clef

Mise en place d'un plan d'action

31 Décembre 2026

**01/01/2023** pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires, pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré

# Le nouveau dispositif de surveillance réglementaire de la qualité de l'air

## 2 Décrets, 3 Arrêtés

Décret n° 2022-1689 du 27 décembre 2022 modifiant le code de l'environnement en matière de surveillance de la qualité de l'air intérieur

Décret n° 2022-1690 du 27 décembre 2022 modifiant le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains ERP

Arrêté du 27 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 1er juin 2016 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP

Arrêté du 27 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 1er juin 2016 relatif aux modalités de présentation du rapport d'évaluation des moyens d'aération

Arrêté du 27 décembre 2022 fixant les conditions de réalisation de la mesure à lecture directe de la concentration en dioxyde de carbone dans l'air intérieur au titre de l'évaluation annuelle des moyens d'aération

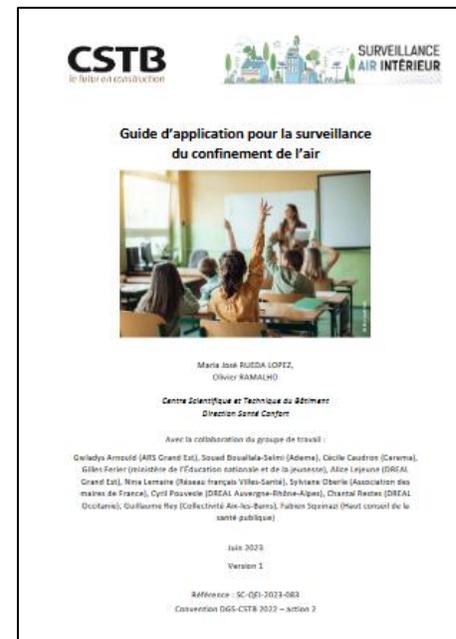
# Le nouveau dispositif de surveillance réglementaire de la qualité de l'air: Quel accompagnement?



Plaquette d'information



Guide d'accompagnement



Guide d'accompagnement CO2

E-lettre d'actualité

Foire aux questions

Webinaires CNFPT

Journées techniques

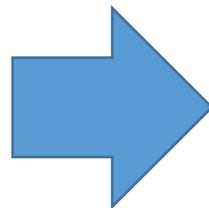
Vidéo courte d'information

## ZOOM: Rénovation énergétique et QAI



### Rénovation énergétique => étanchéification de l'enveloppe du bâtiment

- 1) Le renouvellement d'air qui pouvait se faire par fuite ne se fait plus
- 2) Si le renouvellement d'air n'est pas étudié il ne se fera plus que par aération (ouverture des fenêtres)
- 3) Le renouvellement d'air amènera des pertes énergétiques et/ou un inconfort (été comme hiver) si ce dernier n'est pas étudié finement.



- **Un besoin accru de prendre en compte la QAI et le renouvellement de l'air**
- **Des mesures à réception obligatoire réglementairement**

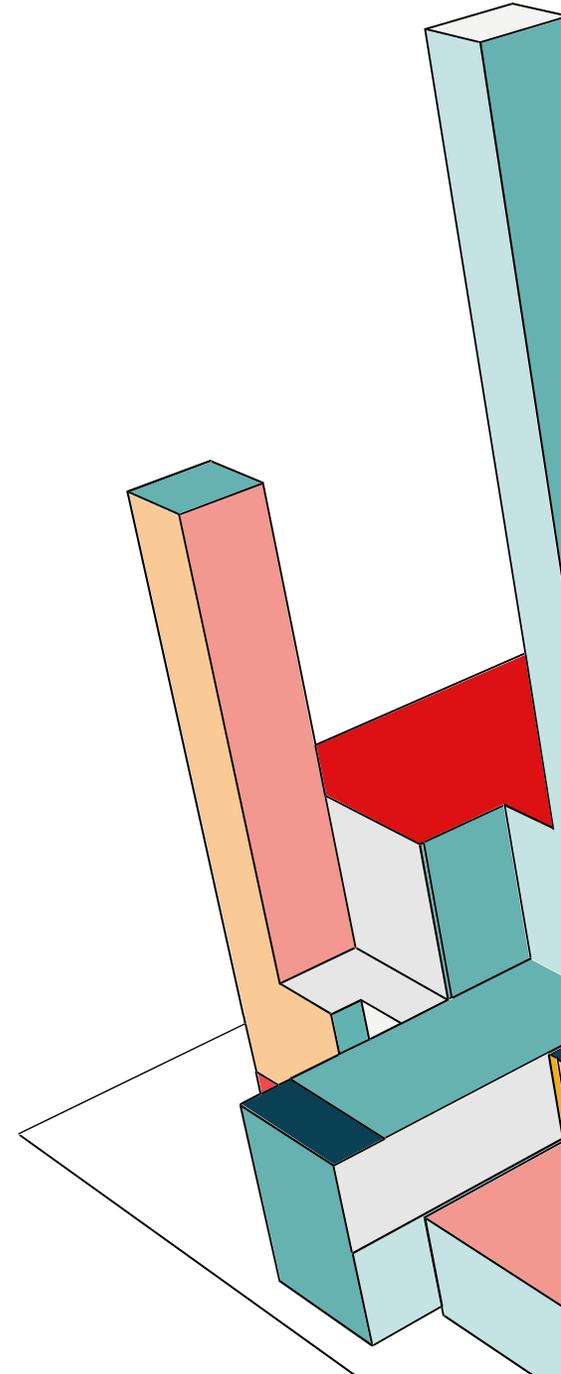


# **SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DANS LES ÉCOLES**

Commune de Bellerive sur Allier

# ORDRE DU JOUR

- Présentation des sites surveillés
- Stratégie de surveillance de la QAI
- Actions engagées et à venir



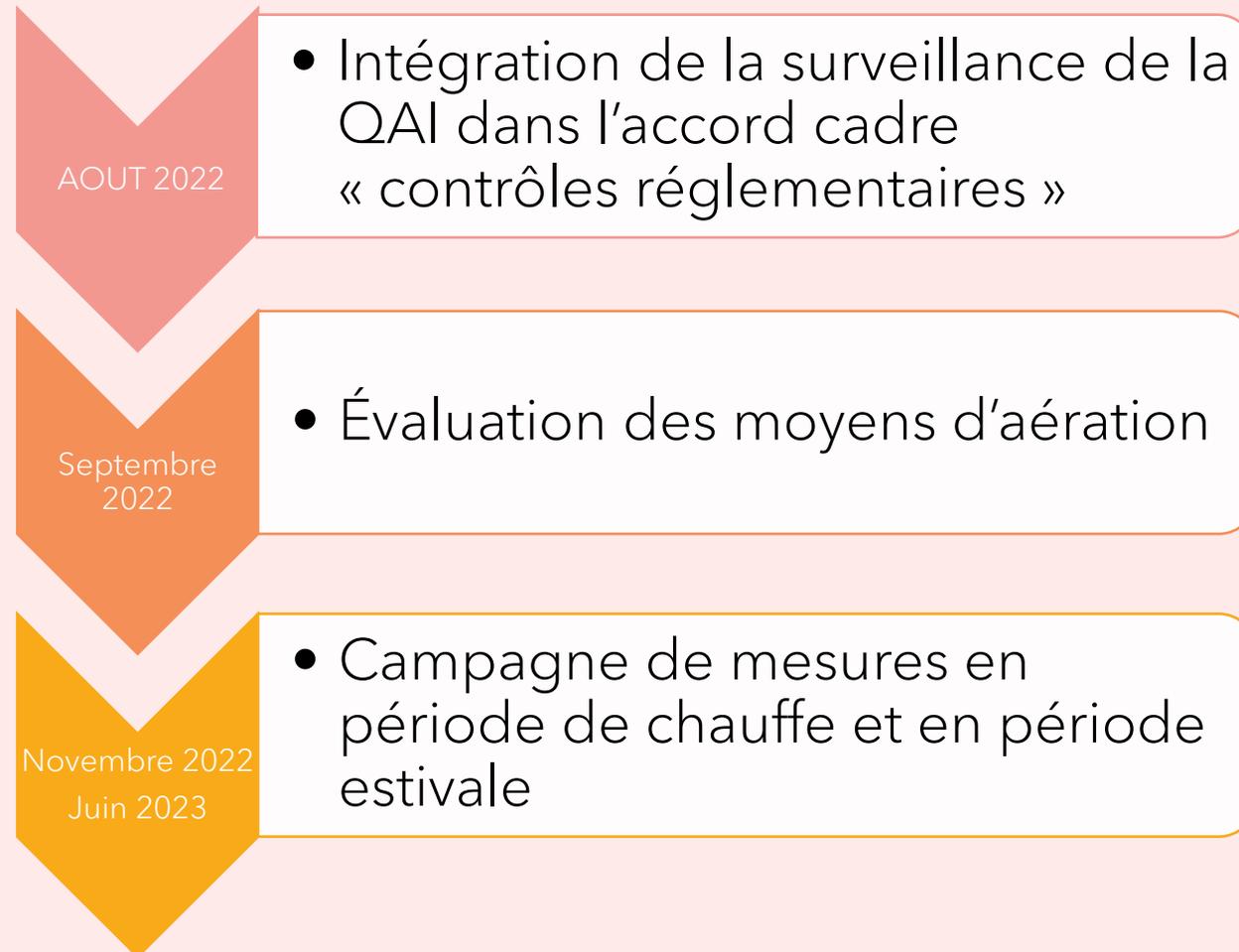
# PRÉSENTATION DES SITES SURVEILLÉS

École maternelle Jean-Zay	1974	724m <sup>2</sup>	5 classes	102 élèves
École maternelle Alexandre-Varenne	1950	800m <sup>2</sup>	4 classes	93 élèves
École primaire Marx-Dormoy	1961	2 424m <sup>2</sup>	11 classes	169 élèves
École primaire Jean-Baptiste-Burlot	1962	2 253m <sup>2</sup>	8 classes	162 élèves



# STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DE LA QAI

Conformément à la réglementation:



# STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DE LA QAI

## EVALUATION DES MOYENS D'AÉRATION



## 2. Stratégie et constatations

### 2.1. Description de l'établissement

- Nombre de bâtiments : 1
- Nombre de pièces éligibles : 6
- Effectif théorique maximal : 120

#### Qu'est-ce qu'une pièce éligible ?

- Lorsque l'établissement comporte moins de 6 pièces, l'évaluation des moyens d'aération est réalisée dans l'ensemble des pièces de l'établissement
- Lorsque l'établissement comporte 6 pièces ou plus, l'évaluation est réalisée dans un échantillon de pièces représentatif, correspondant à 50% des pièces de l'établissement
- L'évaluation est réalisée dans un maximum de 20 pièces

### 2.2. Mode d'aération ou de ventilation principal

- Mode principal : Système de ventilation naturelle ; Aération par ouverture des fenêtres uniquement

### 2.3. Pièces investiguées

#### Comment calculer le nombre de pièces à investiguer

- Lorsque l'établissement comporte moins de 6 pièces, l'évaluation des moyens d'aération est réalisée dans l'ensemble des pièces de l'établissement
  - Lorsque l'établissement comporte 6 pièces ou plus, l'évaluation est réalisée dans un échantillon de pièces représentatif, correspondant à 50% des pièces de l'établissement
  - L'évaluation est réalisée dans un maximum de 20 pièces
- Nombre de pièces investiguées : 6
  - Justifications du choix des pièces investiguées : L'évaluation porte sur un échantillonnage, les pièces contrôlées sont réparties dans les différents bâtiments et différents étages, en fonction de la configuration des bâtiments, de la période de construction, des rénovations effectuées susceptibles d'avoir un impact sur la qualité de l'air intérieur, de la présence ou non d'ouvrants donnant sur l'extérieur, des principes d'aération et, le cas échéant, du type de ventilation mécanique.



## 3. Conclusions

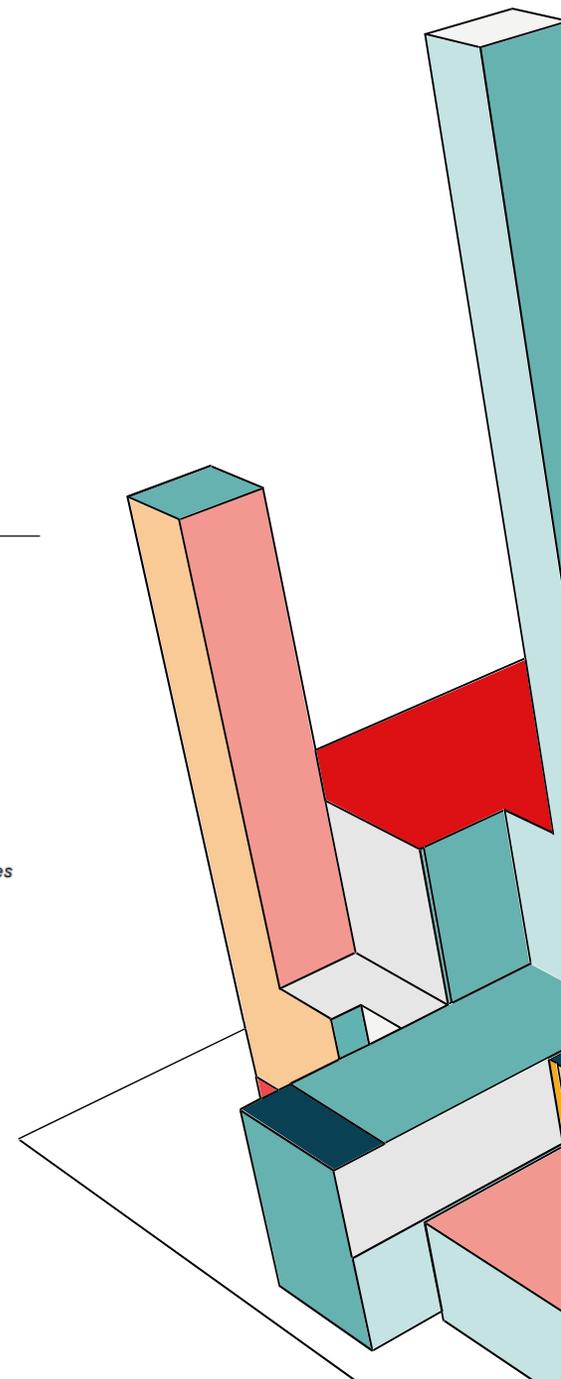
Au sein de l'établissement, 6 pièces ont été investiguées dans 1 bâtiment différent.

#### Au total sur les 27 ouvrants investigués :

- 27 sont en état de fonctionnement, soit 100 %
- 27 sont facilement accessibles, soit 100 %
- 27 sont facilement manoeuvrables, soit 100 %

#### Recommandations :

*Devant l'absence de système de ventilation mécanique il est recommandé de procéder à plusieurs phases d'aération durant la journée afin de renouveler l'air des lieux occupés.  
Il est important de garder l'ensemble des ouvrants accessibles, manoeuvrables et fonctionnels.*



# STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DE LA QAI

## MESURES DE POLLUANTS

### 2. Méthodologie des polluants

Les polluants concernés et les méthodologies sont les suivants :

Polluant	N° CAS	Méthodologie
Formaldéhyde	50-00-0	NF ISO 16000-4 (février 2012)
Benzène	71-43-2	NF EN ISO 16017-2 (octobre 2003)
Dioxyde de carbone	124-38-9	Analyse en continu par spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersif

### 3. Stratégie d'échantillonnage

GPR	Libellé GPR	Nb de niveaux éligibles dans GPR
Nom du GPR n°1	Bâtiment école Marx DORMOY	1

Etage	Libellé étage	Rattachement GPR	Nb de pièces éligibles sur niveau
Niveau n°1	0	Bâtiment école Marx DORMOY	10

Pièce	Libellé pièce instrumentée	Rattachement niveau
Nom de la pièce n°1	Salle n°4	Bâtiment école Marx DORMOY / 0
Nom de la pièce n°2	Salle n°10	Bâtiment école Marx DORMOY / 0

La méthodologie d'élaboration de la stratégie est précisée en annexe 3.

#### Validation de la stratégie

Finalisation de la campagne sur l'ancien dispositif réglementaire en vigueur en 2022, pas de modification de la stratégie de mesure initiale. Les indices ICONNE CO2 ont été calculé avec les valeurs seuils en vigueur lors de la série de mesures chauffe et non selon le dispositif 2023

### 4. Résultats

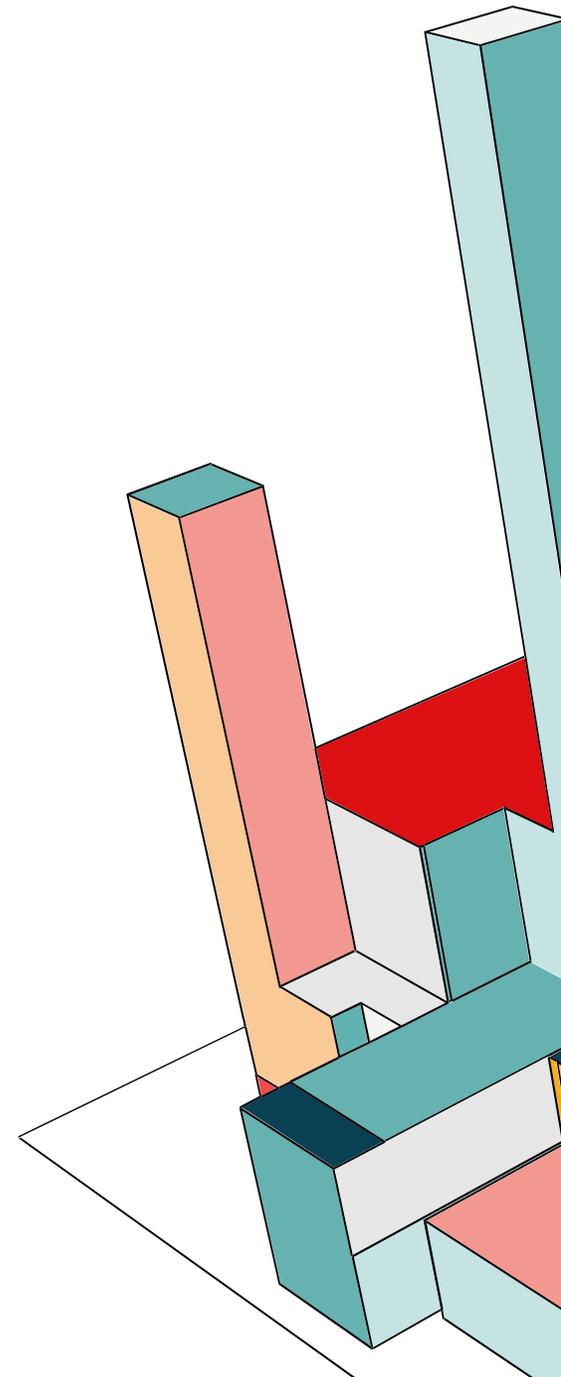
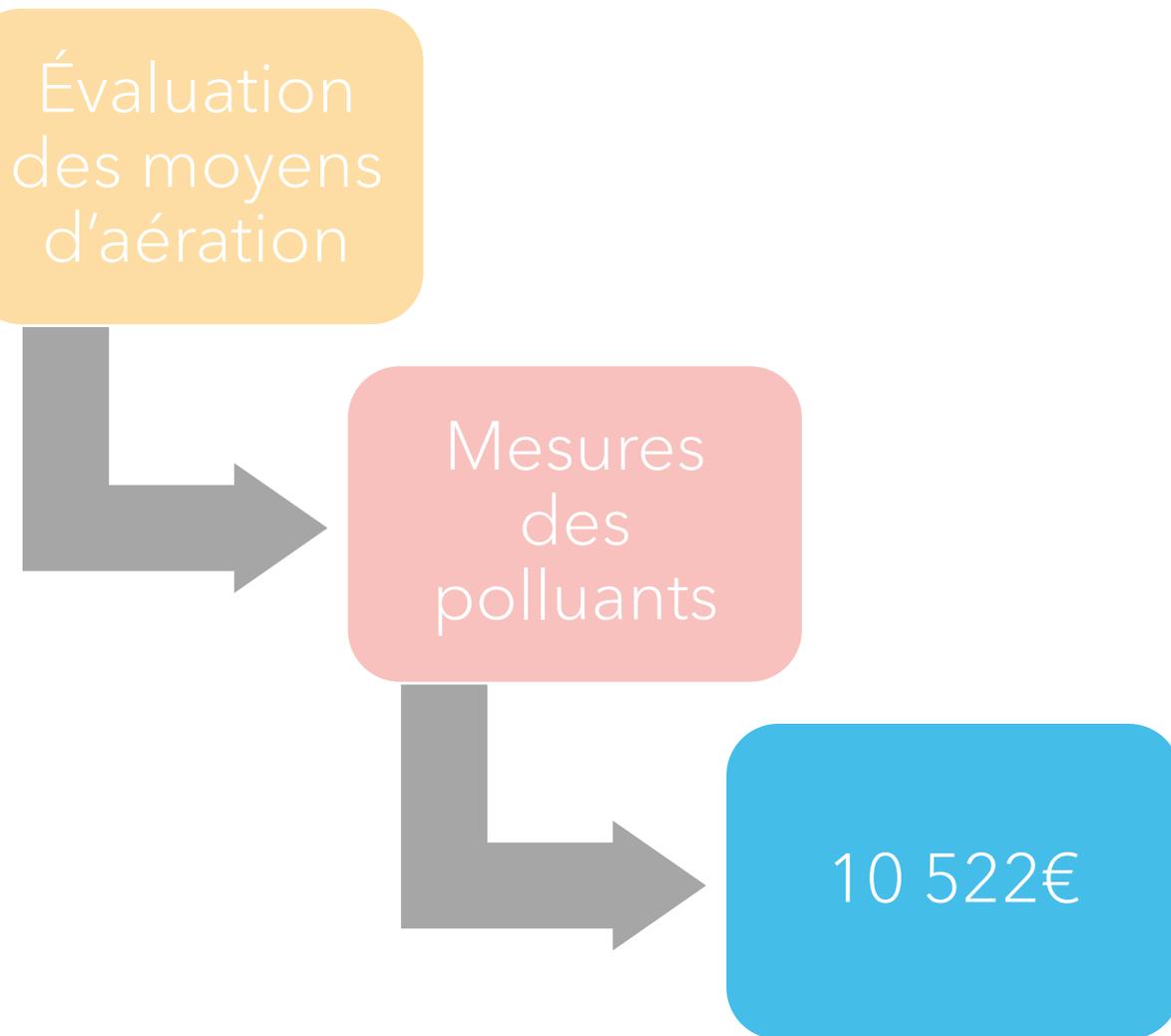
Pièce instrumentée	Type échantillon	BENZENE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			FORMALDEHYDE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			CO <sub>2</sub> (ICONE)
		Série n°1	Série n°2	Moyenne annuelle	Série n°1	Série n°2	Moyenne annuelle	
Bâtiment école Marx DORMOY / 0 / Salle n°4	Prélèvement	1,2	0,4	0,8	8,3	11,2	9,8	4
Bâtiment école Marx DORMOY / 0 / Salle n°10	Prélèvement	0,9	0,4	0,7	9,9	13,7	11,8	4
Bâtiment école Marx DORMOY / 0 / Salle n°4	Réplikat	0,9	-	-	8,8	-	-	-
Extérieur cour	Extérieur	0,4	0,4	0,4	-	-	-	-
	VGAI	-	-	2	-	-	30	-
	VL d'action	10	10	-	30	30	-	5

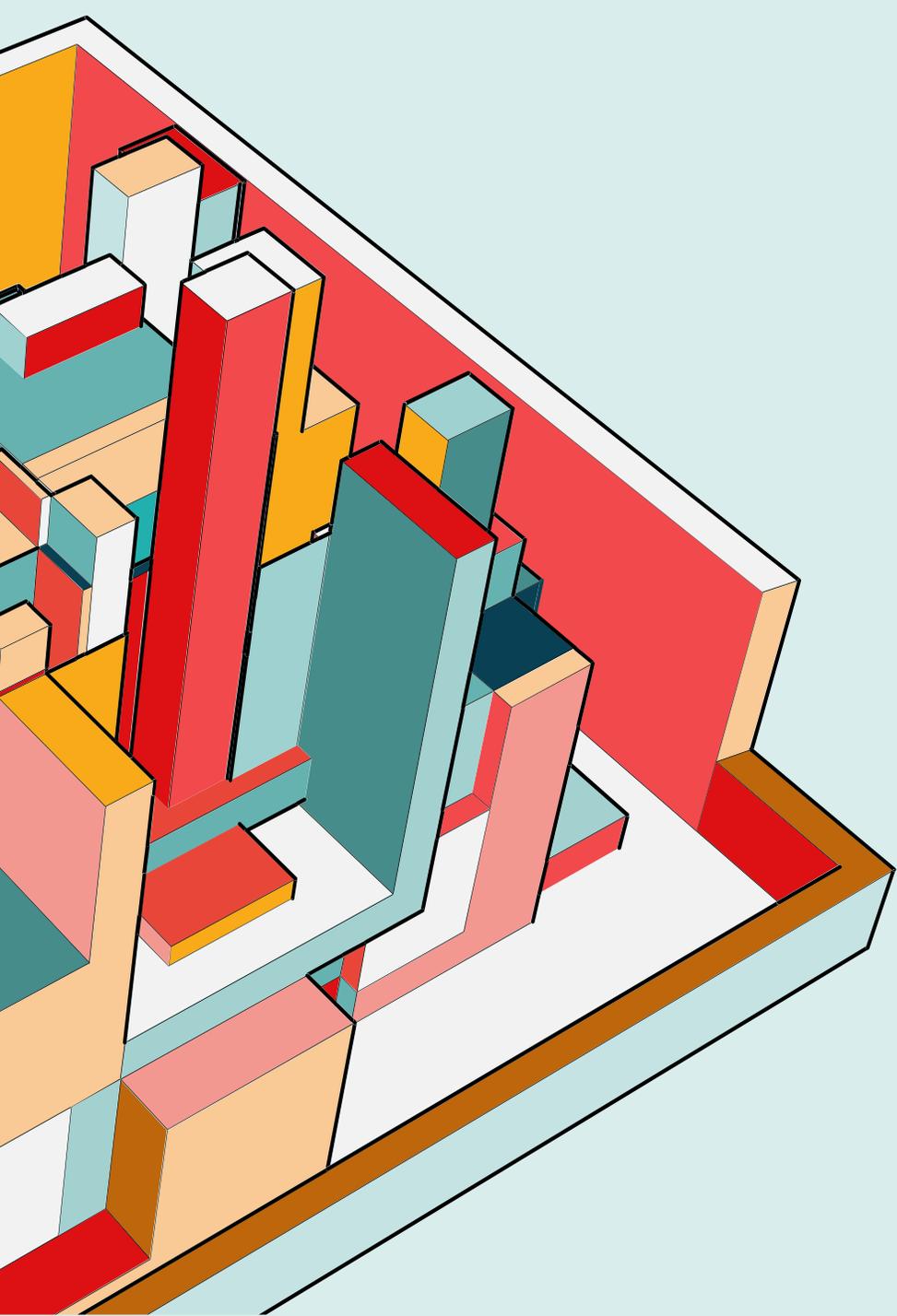
Série n°1 : CHAUFFE

Série n°2 : HORS CHAUFFE

# STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DE LA QAI

## COÛT DE LA DÉMARCHE





# **ACTIONS ENGAGÉES ET À VENIR**

# TRANSPARENCE DES RÉSULTATS

- Affichage des résultats dans chaque école
- Communication et sensibilisation dans les différents conseils d'écoles



# CHANGEMENT DES PRODUITS D'ENTRETIEN

*Constat* : Grande diversité de produits d'entretien utilisée différent entre chaque école

*Conséquences*: Perte économique, mauvais usage, non prise en compte des fiches techniques des produits

→ Depuis 2022: uniformisation des produits d'entretien sur l'ensemble des sites en prenant en compte des écolabels

# ACTIONS À VENIR

- Plan de rénovation énergétique des bâtiments publics → Intégration de critères QAI dans la procédure de marché (matériaux, ventilation)
- Sensibilisation des instituteurs sur les bonnes pratiques en matière de QAI
- Installation de détecteur de CO2

# MERCI

Thomas Michelin

[t.michelin@ville-bellerive.com](mailto:t.michelin@ville-bellerive.com)

04 70 58 87 01



# QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR - LES ENJEUX DU RADON

19/11/2024 - Journée technique AuRa - Moulins

# LES ENJEUX DU RADON

- **Enjeu sanitaire**
- **Cadre réglementaire**
  - Gestion du radon dans certains ERP (CSP)
  - Surveillance du radon chez les travailleurs (CT)
- **Remédiation et prévention**

# 1. Enjeu sanitaire

# LE RADON



Uranium 238



Gaz

Radioactif

Naturel



Source : Iffo RME

Cancérogène certain



Source : IffoRME

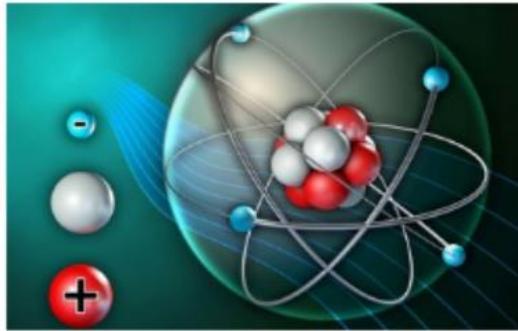
3000 morts/an

2ème cause  
cancer pulmonaire  
(après tabac)

# INTERACTIONS RADIOACTIVITÉ ET TISSUS BIOLOGIQUES

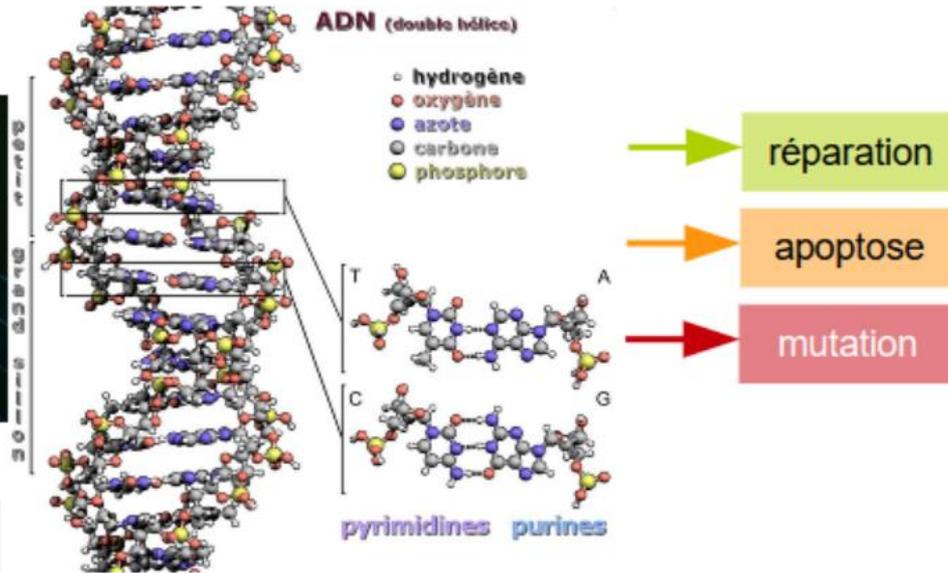
Rayonnements  
 $\alpha$   
 $\beta$   
 $\gamma$

Rayonnements → entrent en interaction avec la matière qu'ils traversent (changement de la structure atomique par ionisation)



Source : Futura-sciences

Lésions  
ADN



Source : Agas-portail

# RADON – VALEURS SEUILS

Evalués à partir d'**études épidémiologiques chez les mineurs d'uranium et en population générale**

➤ Le risque de développer un cancer du poumon lié au radon

augmente en fonction de :

- l'activité volumique de radon dans l'air ( $\text{Bq/m}^3$ ),
- la durée d'exposition.

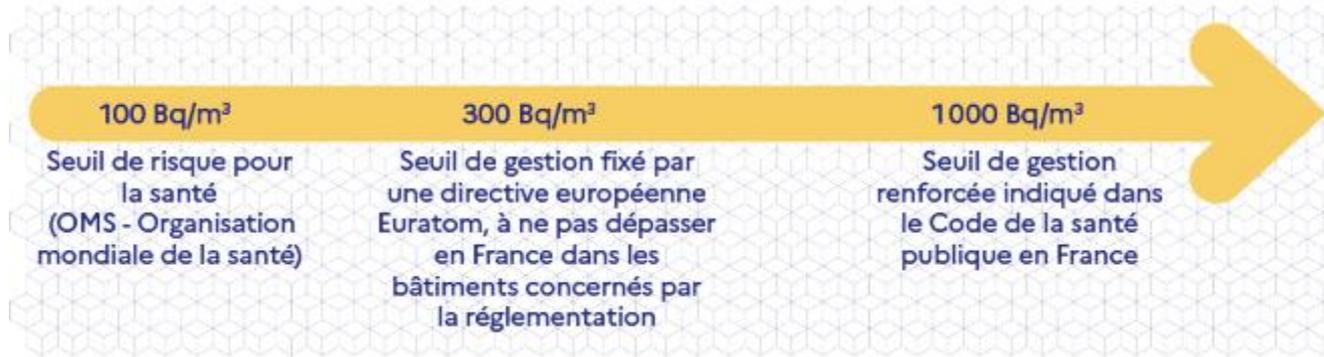
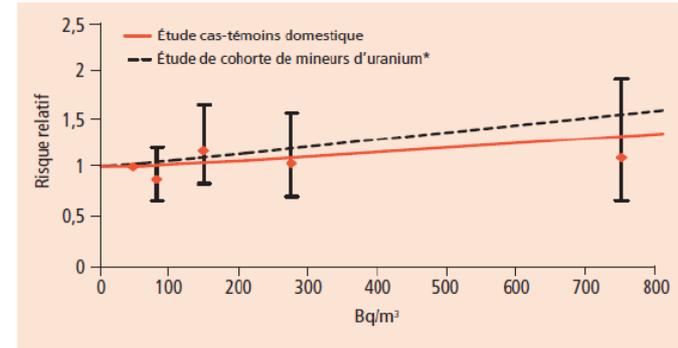
➤ L'augmentation du risque est proportionnelle au niveau d'exposition.

16% par 100  $\text{Bq/m}^3$

➤ Le risque de développer un cancer du poumon lié au radon existe même à de faibles doses.

➤ Ce risque est 25 fois supérieur pour les fumeurs de cigarettes → effet sub-multiplicatif

➤ Le délai de latence est de 5 à 30 ans (moyenne de l'ordre de 19 à 25 ans).



# 2. Cadre réglementaire

# RADON DANS CERTAINS ERP - CSP

Pourquoi?	Protection de la population, en particulier les plus vulnérables et les plus exposés	L1333-22
Qui?	Le <b>propriétaire ou l'exploitant</b> de certains ERP (établissements d'enseignements, ESMS avec hébergement, établissements sanitaires, sociaux, thermes, établissements pénitentiaires)	L1333-22 D1333-32
Où?	Dans les zones à risque fort (communes classées <b>zone 3</b> ) + lieu avec dépassements antérieurs	Arrêté 27/06/18 R1333-33
Quand?	Tous les 10 ans + travaux ou dépassements	Article 36 du décret
Quoi?	Surveillance du radon dans l'établissement: <b>mesurage</b> -> En cas de dépassement: actions pour réduire l'exposition	R1333-28 R1333-34 Arrêté 26/02/2019 R1337-14-2
Comment?	Par un <b>organisme agréé</b> Affichage des résultats Résultats conservés dans le registre de sécurité	L1333-23 R1333-30 R1333-35 R1333-36

Le zonage à potentiel radon des sols  
France métropolitaine



# RADON DANS CERTAINS ERP - CSP

## Mesurage

- **Matériel**

DSTN (détecteur solides de traces nucléaires) – dits « dosimètres »



Détecteur « ouvert »



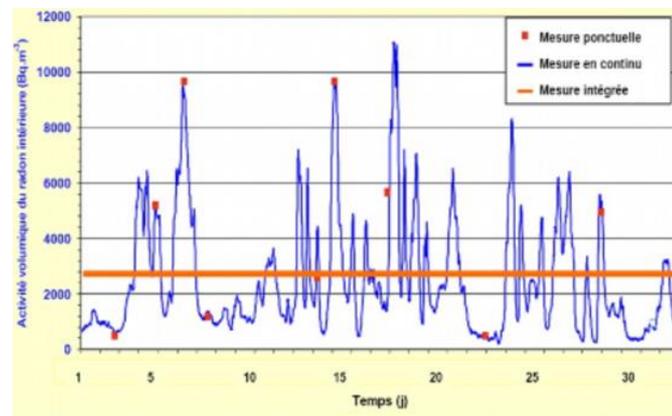
Détecteur « fermé »

- **Période**

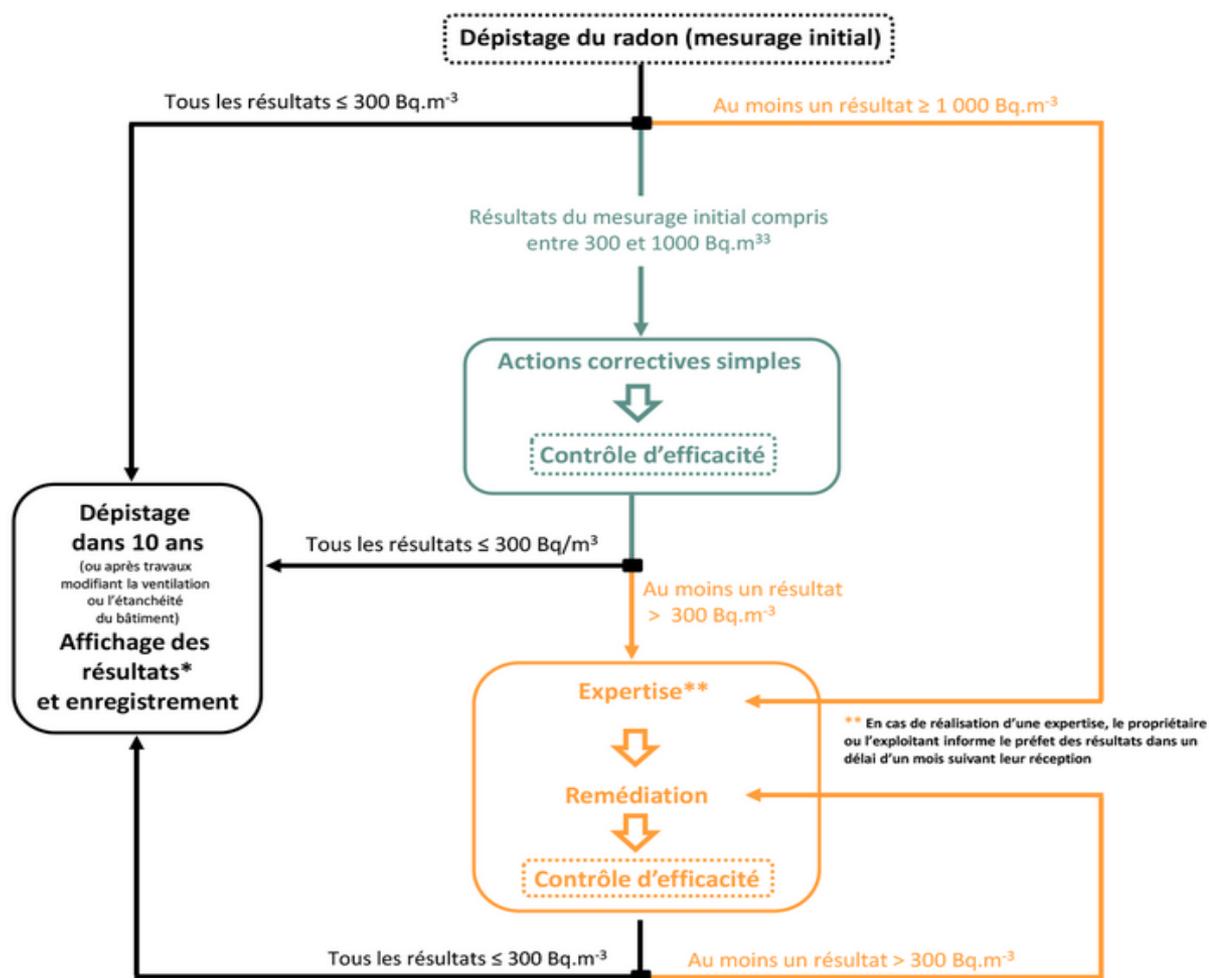
- saison de chauffe (15 septembre année N -> 30 avril année N+1)
- Durée: 2 mois min
- Inoccupation max 20%

- **Lieux**

Niveau le plus bas occupé



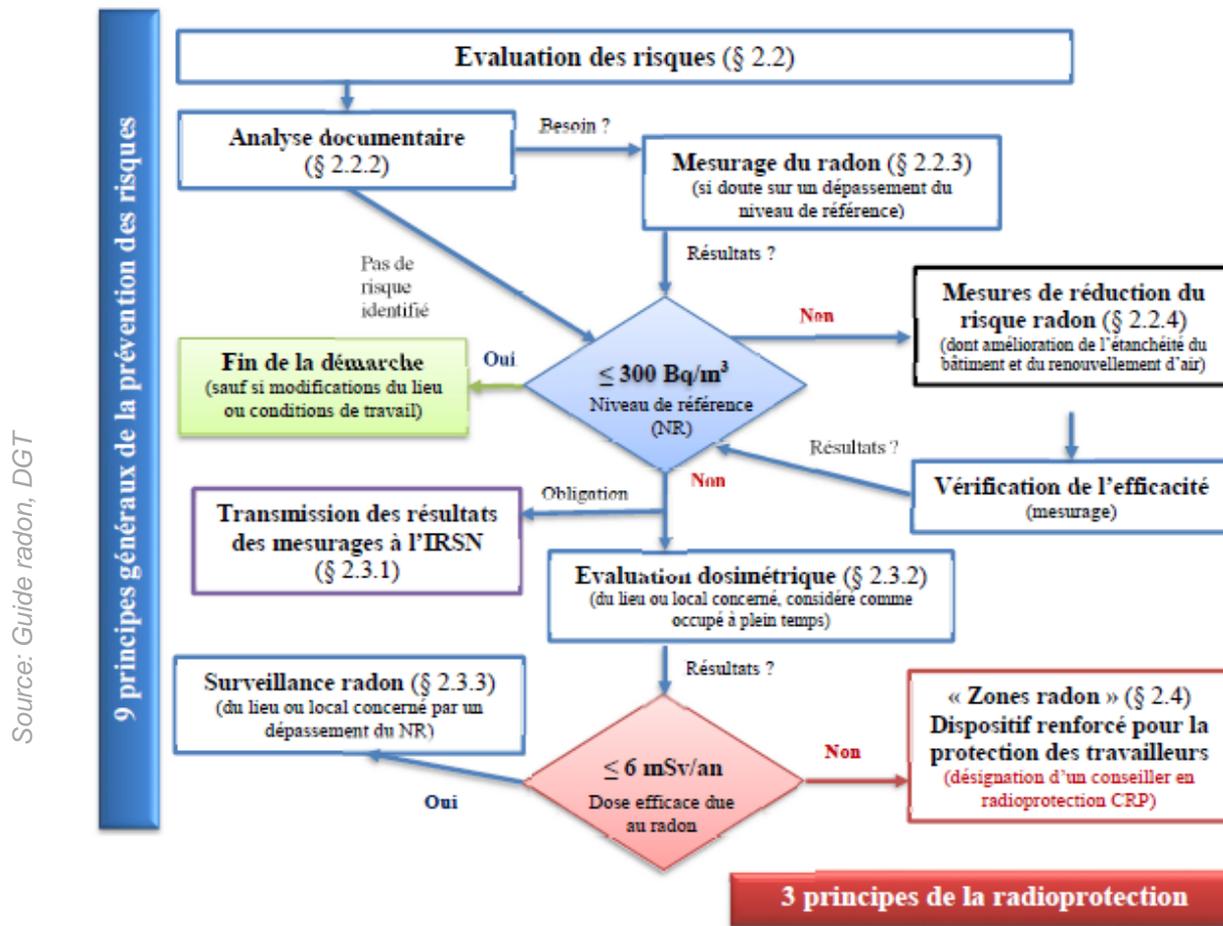
# RADON DANS CERTAINS ERP - CSP



# RISQUE PROFESSIONNEL LIÉ AU RADON - CT

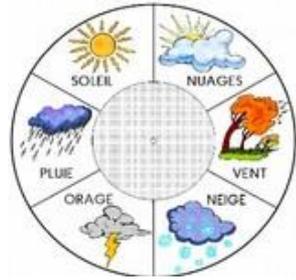
Pourquoi?	Assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs	L4121-1
Qui?	L' <b>employeur</b> , aidé par un préventeur (conseiller en radioprotection, salarié compétent, etc)	Décret 2018-437
Où?	Sur tout le territoire, dans les rez-de-chaussée et sous-sol des bâtiments	Décret 2018-437
Quand?	À partir du 01/07/2018, puis mise à jour a minima annuelle du document unique d'évaluation des risques	Décret 2018-437
Quoi?	Évaluation du risque: documentaire +/- <b>mesurage</b> -> En cas de dépassement: actions pour réduire l'exposition	Décret 2018-437 R4451-13
Comment?	Démarche d'évaluation des risques professionnels Zonage radon possible	L4121-1 Arrêté 15 mai 2024

# RISQUE PROFESSIONNEL LIÉ AU RADON - CT



# 3. Remédiation et prévention

# 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

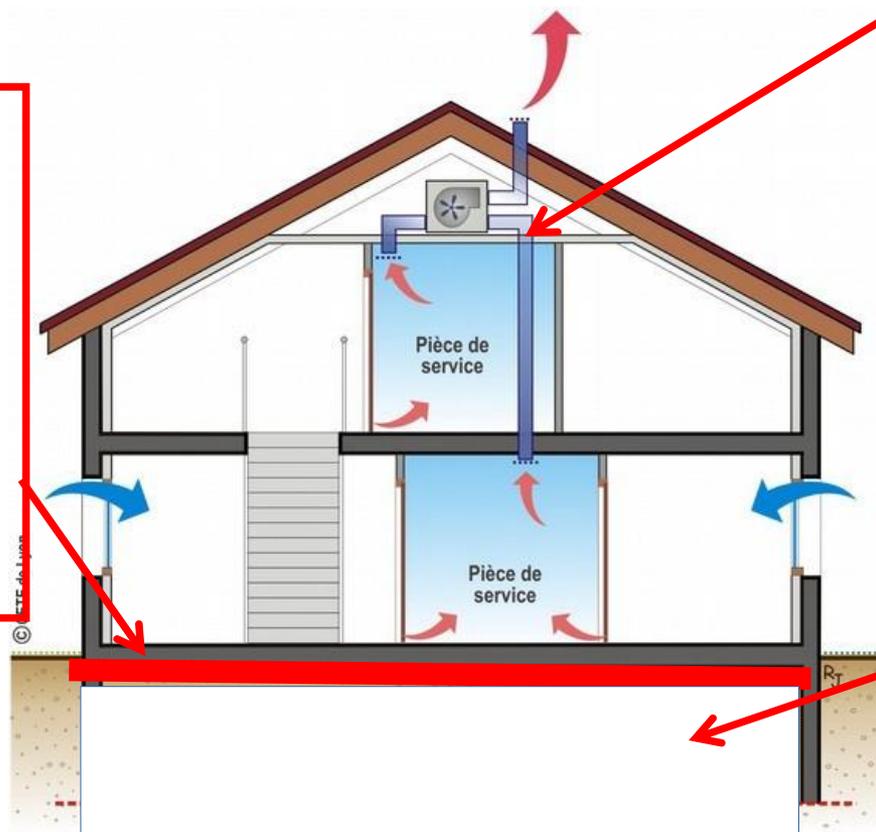
Uranium 238



## 3 FAMILLES DE TRAVAUX

**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*

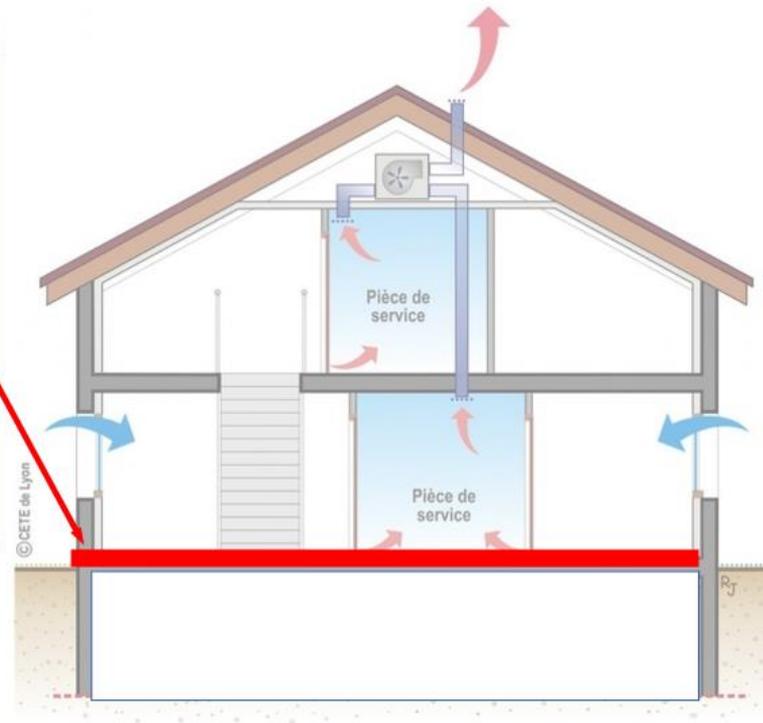
**Traiter le soubassement**

*But : extraire et diluer le radon*

# LIMITER L'ENTRÉE DE RADON

## Étanchéifier l'interface sol/bâti

But : empêcher  
la pénétration du radon  
du sol vers le bâtiment

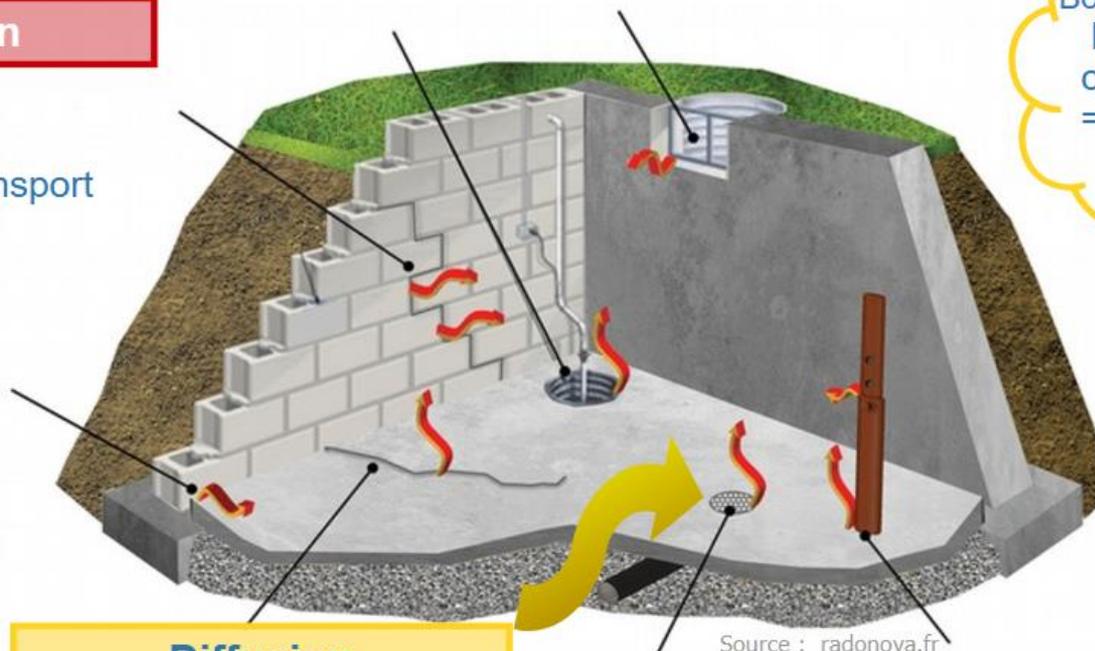


# ZOOM SUR LES MODES D'ENTRÉE DU RADON

## Convection

*Mouvement d'air.*

Phénomène de transport principal du radon



## Diffusion

Source : radonova.fr

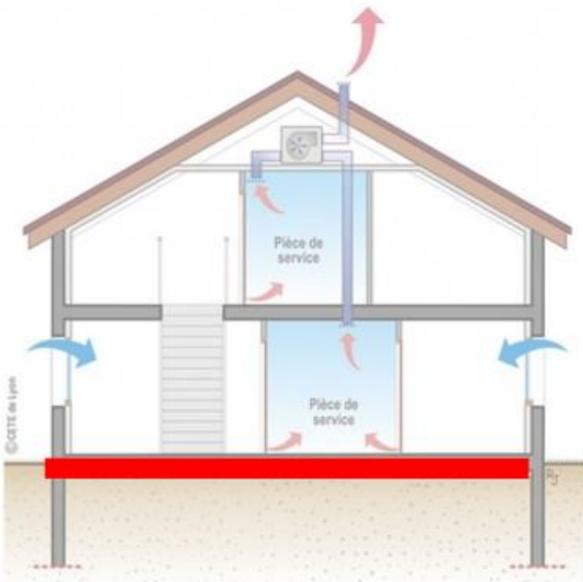
Résultats campagne  
Bourgogne 2015-2016  
logements avec  
cave terre-battue  
= + 40 % en taux  
mesurés



Phénomène par lequel la concentration des polluants dans deux milieux séparés par une interface perméable/poreuse tend à l'équilibre.

Phénomène de transport secondaire du radon

# TRAITEMENT PONCTUEL

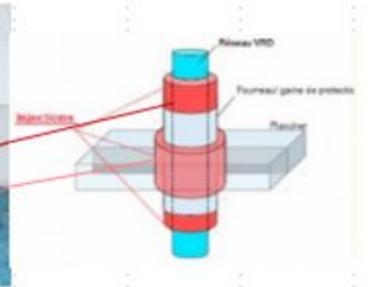
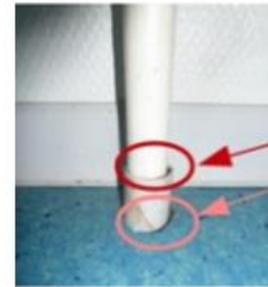


## - Percements

Colmatage par mastic d'étanchéité de sol

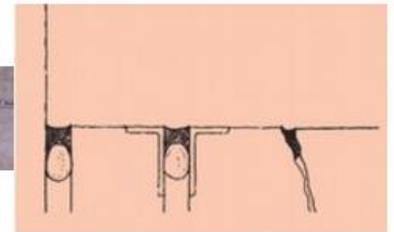


Silicone  
Mousse expansive



## - Défauts de surface

Agrandir la fissure – intégrer un cordon fibreux – colmater



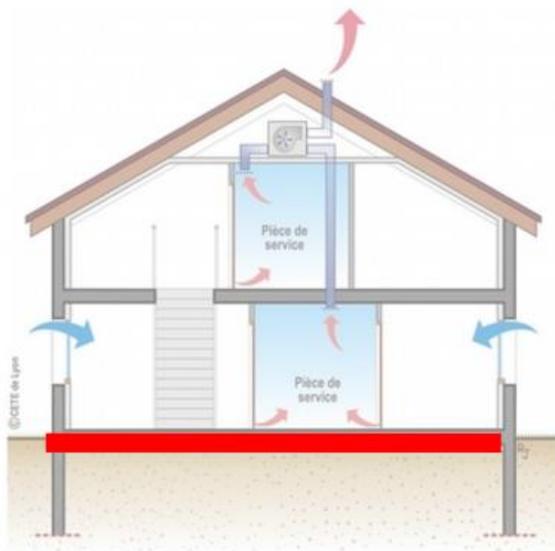
Source: Manuel Suisse du radon

## - Joints de portes/trappes d'accès/tableau électrique



Source : [Jurad'bat.net](http://Jurad'bat.net)

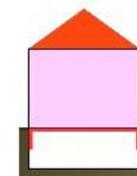
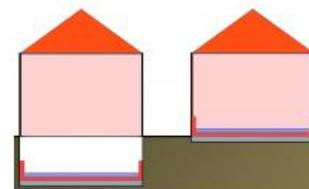
# TRAITEMENT DE SURFACE



En présence de vide sanitaire

Membrane étanche en sous-face

(anti-radon, ex : Eraddon, XTRn, Isofilma, Radostop, Radon Block LVM)

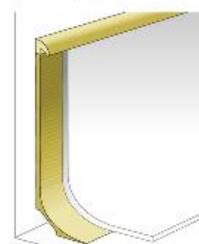


Source : Cerema

En l'absence de vide-sanitaire

→ Si dépose de sol prévu :  
mettre en place un sol étanche

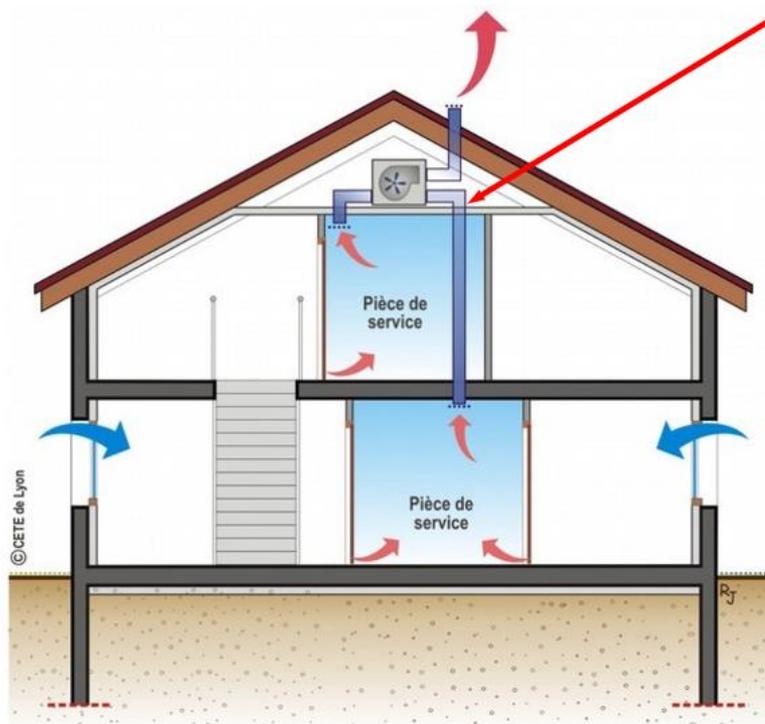
→ sinon : revêtement de sol étanche type linoléum, avec remontée des lès



# AMÉLIORATION DU RENOUELEMENT D'AIR

**Traiter le  
renouvellement  
d'air**

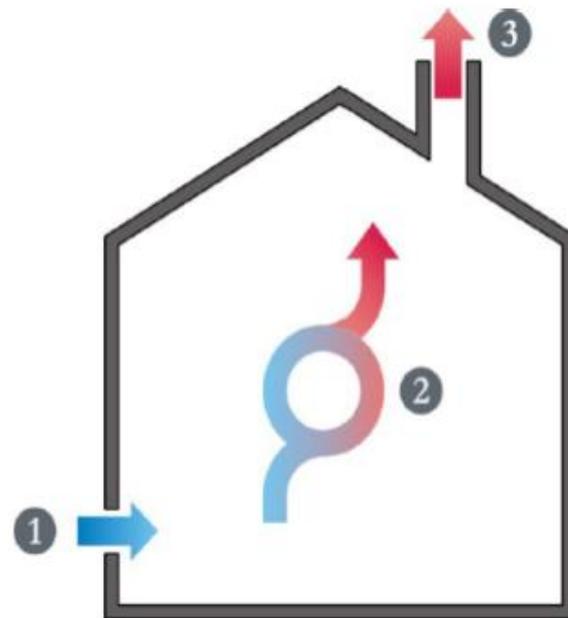
*Buts :  
Améliorer la dilution  
Diminuer la dépression*



# VENTILATION

## Systeme, 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

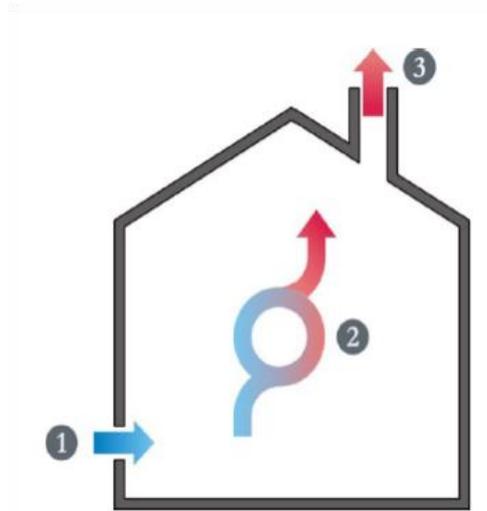
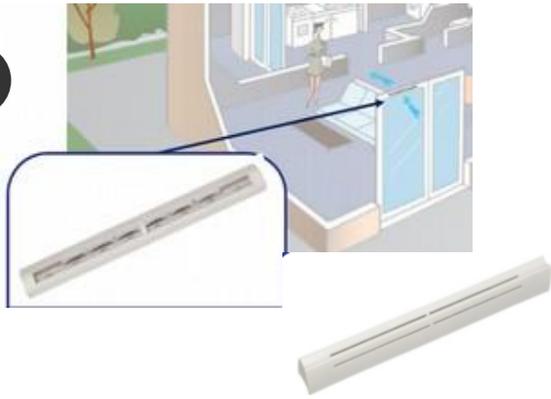


Source : Cerema, R.Jobert

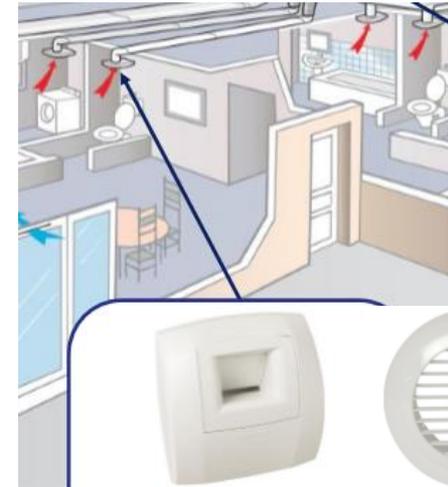
# VENTILATION

Source : Aldes

1



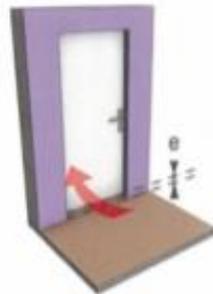
3



Source : Aldes

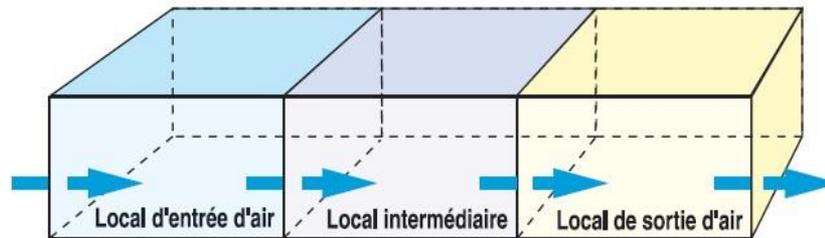
[Source : Règle de l'Art Grenelle Environnement 2012, NF DTU 68.3]

Cas général hors cuisine



e = 1 porte : 1 cm

Source : Cerema, R.Jobert



Source : CE IIA I

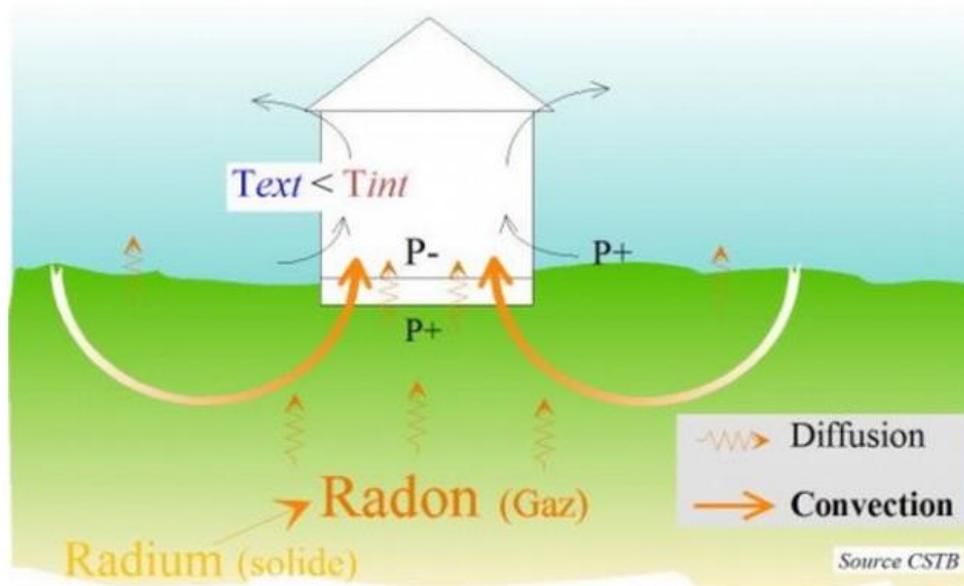
2



# RENOUVELLEMENT D'AIR

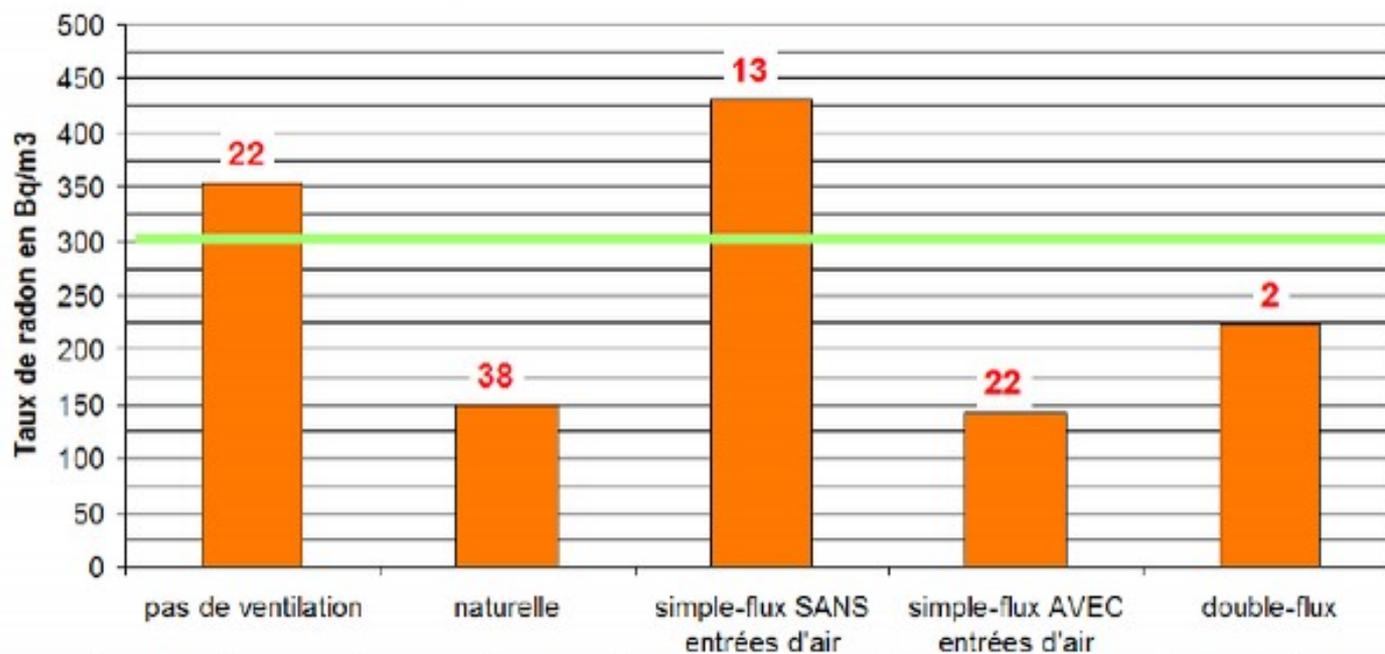
Le transport convectif est favorisé par la mise en dépression du bâtiment :

- Tirage thermique
- Ventilation déséquilibrée



# VENTILATION ET RADON

## Type de ventilation

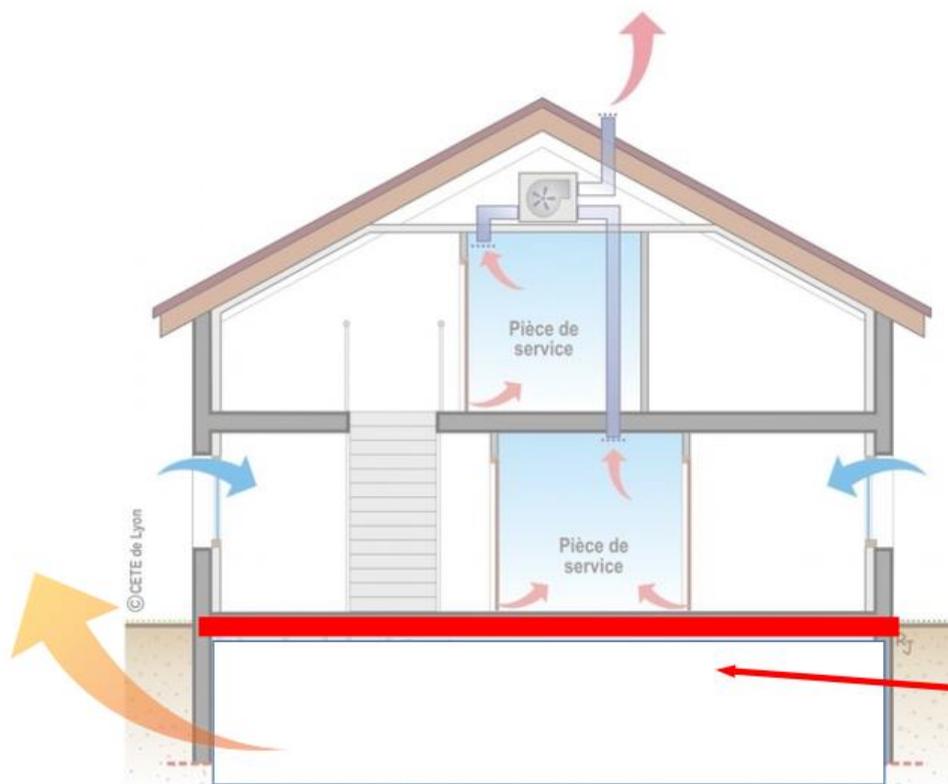


# AÉRATION - HISTORIQUE



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

# TRAITER LE RADON « À LA SOURCE »



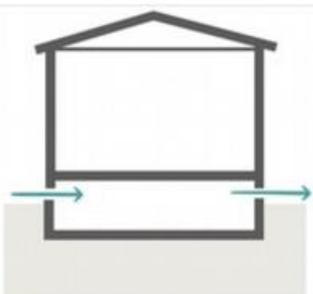
**Traiter le  
soubassement**

*But : extraire et  
diluer le radon*

# TRAITER LE SOUBASSEMENT

En présence de vide sanitaire → ventiler

- naturellement
- mécaniquement



Vigilance :  
Pertes énergétiques

Source: [jurad'bat.net](http://jurad'bat.net)

En l'absence de vide sanitaire

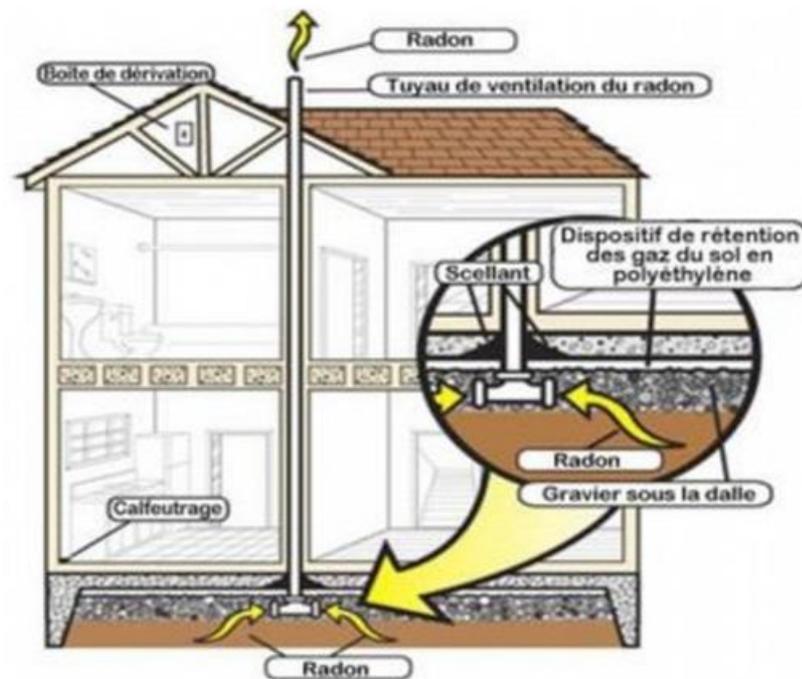
Puisards à radon (SDS)



(a) : maçonné (© CSTB)



(b) préfabriqué (© Monarflex)



Source: [ecohabitation.net](http://ecohabitation.net)

# INTERACTION RADON / BATIMENT - SYNTHÈSE



300 Bq/m<sup>3</sup>

Radon

Défaut d'étanchéité

Dépression

Bâtiment



Évacuation



Défaut RA

Accumulation



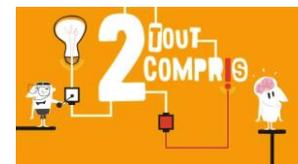
# RESSOURCES

Plateforme Batisph'air

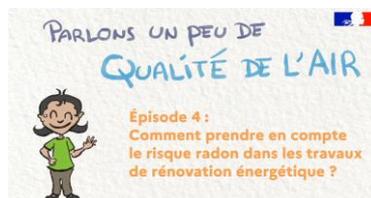


« 2 minutes j'ai tout compris » de la plateforme « agir pour la santé du vivant » (ex e-set) : issue du PRSE 3 en Bourgogne-Franche Comté :

<https://www.youtube.com/watch?v=iglX2Y1qkds>



Vidéo radon et rénovation énergétique



Ventilation



# Merci pour votre attention



[ambre.marchand-moury@cerema.fr](mailto:ambre.marchand-moury@cerema.fr)

[jocelyne.ponthieux@cerema.fr](mailto:jocelyne.ponthieux@cerema.fr)



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# BILAN EXPERTISES RADON

CD 71

12/07/2024

# Objectifs et méthodes d'intervention

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Identifier les <b>causes de la présence de radon</b> dans le bâtiment</li><li>➤ <b>Proposer des travaux adaptés</b> aux spécificités du bâtiment</li><li>➤ <b>Améliorer globalement la QAI</b></li></ul>
Entretiens	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Répondre aux questions relatives à l'intervention,</li><li>➤ Présenter les méthodes d'intervention,</li><li>➤ Recueillir des informations sur le mode d'occupation des pièces et le fonctionnement du bâtiment,</li><li>➤ Coordonner l'intervention en mode coactivité.</li></ul>
Identification des points d'entrée du radon	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Observations visuelles,</li><li>➤ Mesures ponctuelles dynamiques au droit des défauts d'étanchéité (qualification) → <b>à l'interface entre le sol et le bâtiment</b> → <b>non exhaustifs</b> → <b>différents mesures intégrées</b></li></ul>
Evaluation du renouvellement de l'air	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Audit des systèmes de ventilation en place → <b>impact de leurs fonctionnements sur l'évolution de l'activité volumique du radon dans le bâtiment,</b></li><li>➤ La stratégie d'aération des occupants du bâtiment,</li><li>➤ L'étanchéité à l'air de l'enveloppe, notamment celle des ouvrants des pièces.</li></ul>

# Travaux à mettre en œuvre

Légende pour qualifier l'importance des voies d'entrée de radon

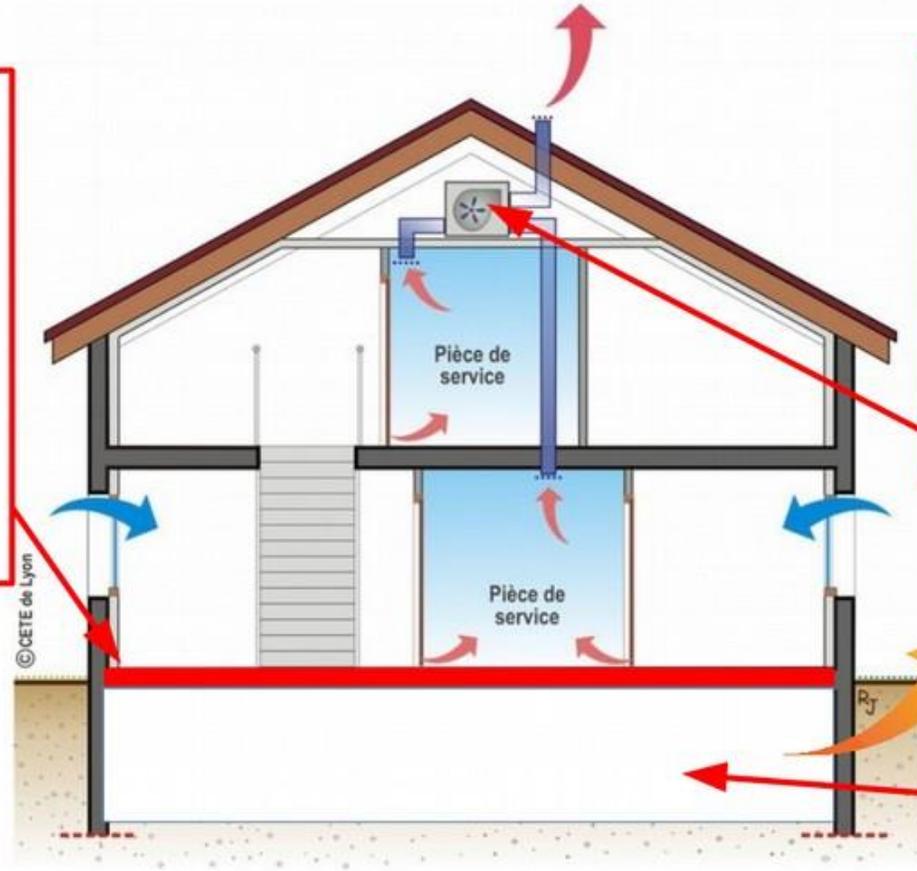
- [ > 1000 Bq/m<sup>3</sup> ]
- [ 700 – 1000 Bq/m<sup>3</sup> ]
- [ 300 – 700 Bq/m<sup>3</sup> ]
- [ < 300 Bq/m<sup>3</sup> ]

**Travaux d'étanchement** → Systématique = c'est un préalable aux autres travaux (ventilation et traitement du soubassement)  
**Solutions** = combinaison des 3 principes de travaux à adapter en fonction du bâtiment

## 3 principales familles de travaux

**Étancher l'interface entre le sol et le bâti**

*But : empêcher la pénétration du radon*



**Traiter la ventilation et l'aération**

*Buts : - Améliorer le renouvellement de l'air et - diminuer la dépression*

**Traiter le soubassement**

*Buts : extraire et diluer le radon*

# Collège de la Croix Menée – Le Creusot (71)

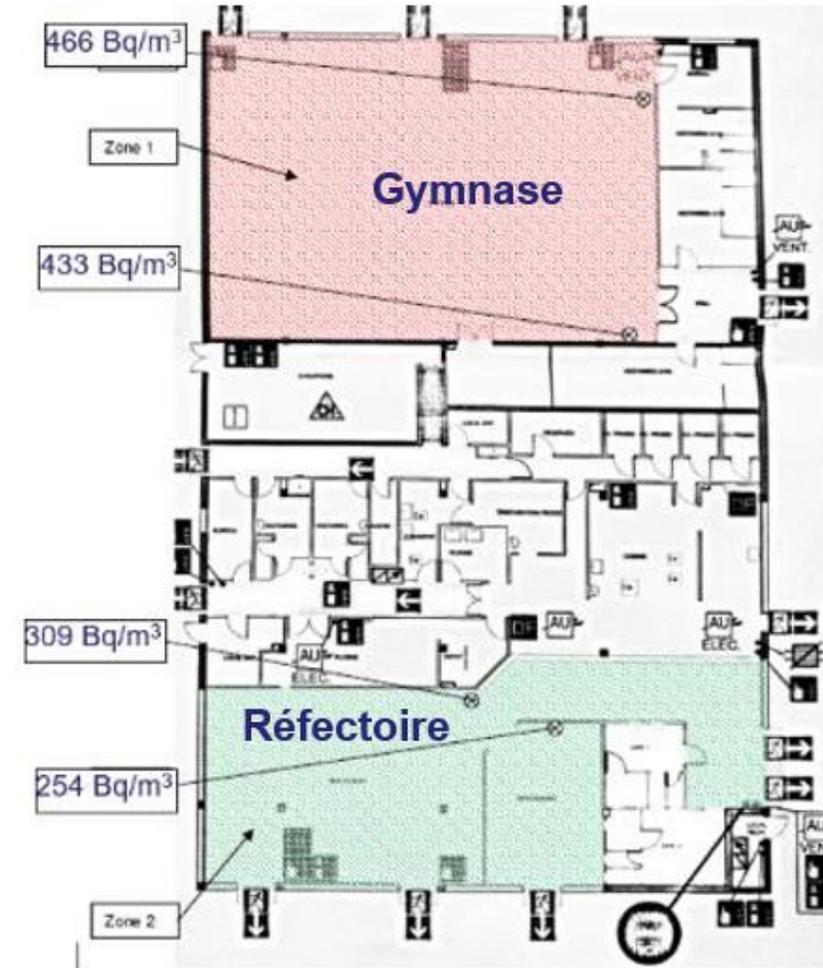


- Zone 3
- 490 élèves
- Construction du gymnase en 1997
- Extension en 2000 : demi-pension accolée au gymnase
- Ventilation DF : commande par horloge

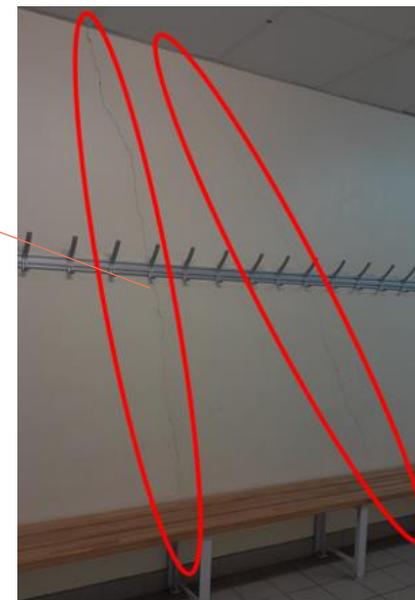
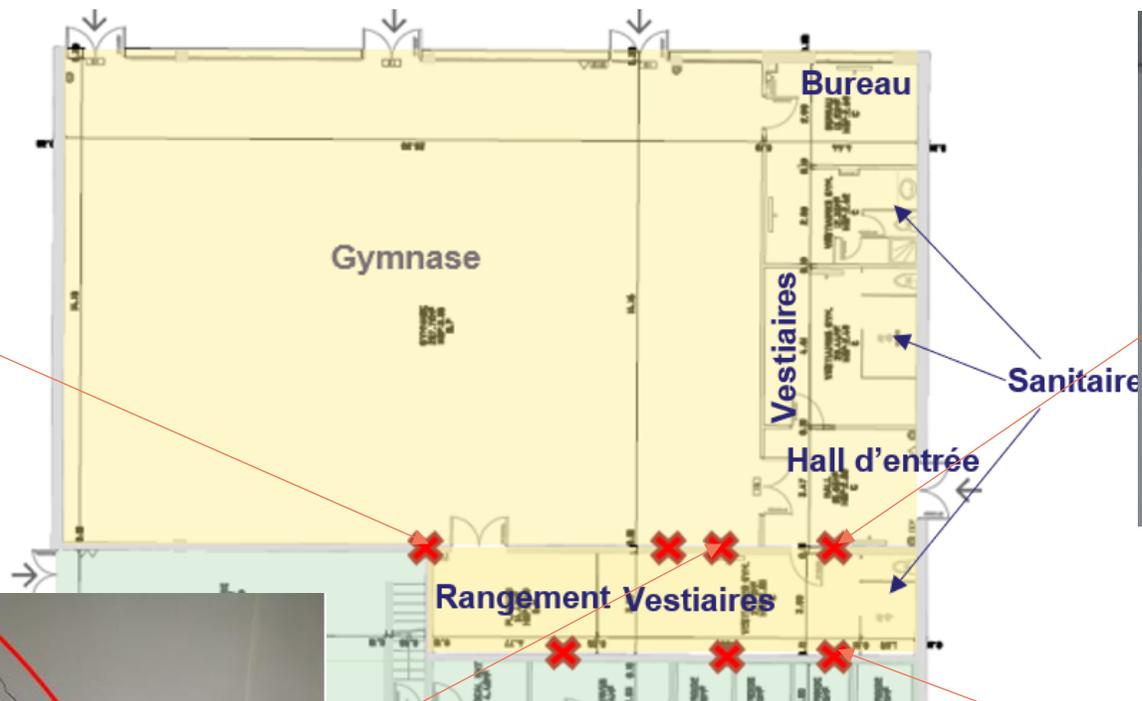
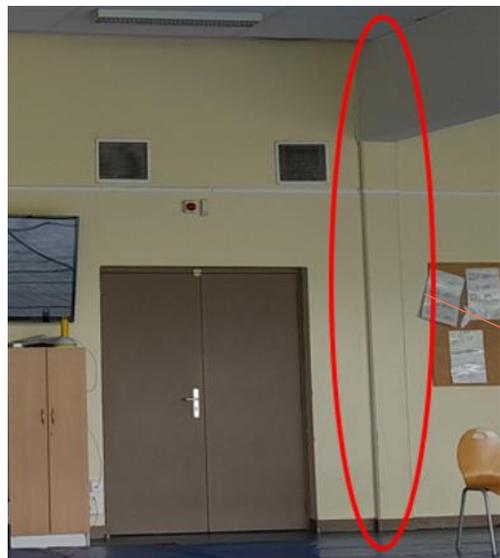
# Collège de la Croix Menée – Le Creusot (71)

## Contexte réglementaire

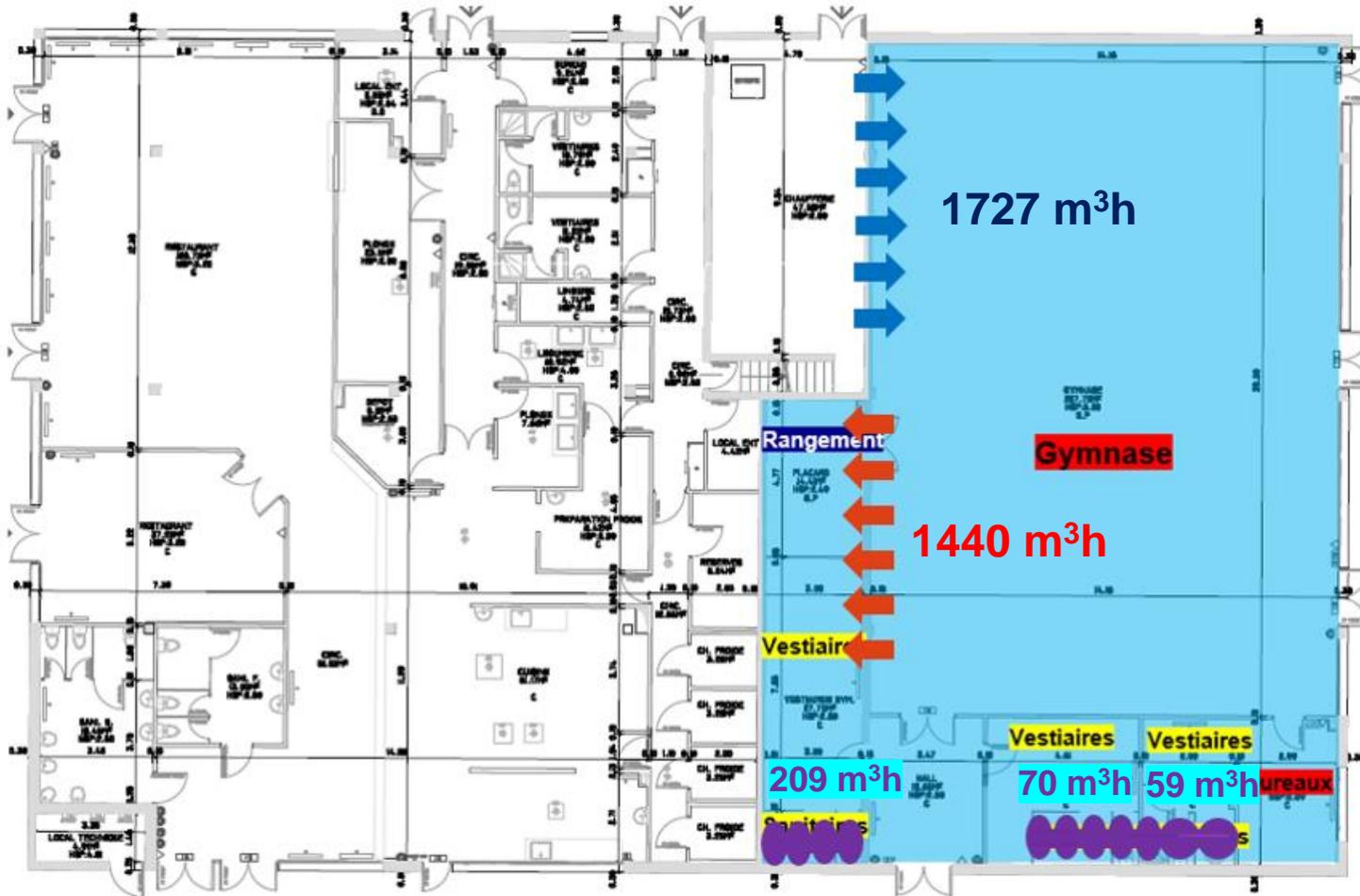
Mesurages initiales	2015 (APAVE) <ul style="list-style-type: none"><li>- 3 cas de dépassement de 400 Bq/m<sup>3</sup></li><li>- ZH 6 du bâtiment C (646 Bq/m<sup>3</sup>),</li><li>- ZH 2 du bâtiment D (660 Bq/m<sup>3</sup>),</li><li>- ZH 7 du bâtiment J (446 Bq/m<sup>3</sup>).</li></ul>
Actions correctives	<ul style="list-style-type: none"><li>- Actions simples sur le système de ventilation du vide sanitaire et sur le traitement de l'étanchéité des sols dans les bâtiments C et D.</li><li>- Aucuns travaux n'ont été entrepris dans le bâtiment J.</li></ul>
Contrôle d'efficacité	2021 (APAVE) <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Bâtiments C et D, résultats redescendus sous le NR</b></li><li>- <b>Bâtiment J, 450 Bq/m<sup>3</sup></b></li></ul>



# Voies d'entrée au niveau de la jonction entre le gymnase et le bâtiment de demi-pension



# VMC DF efficace mais fonctionnement discontinu

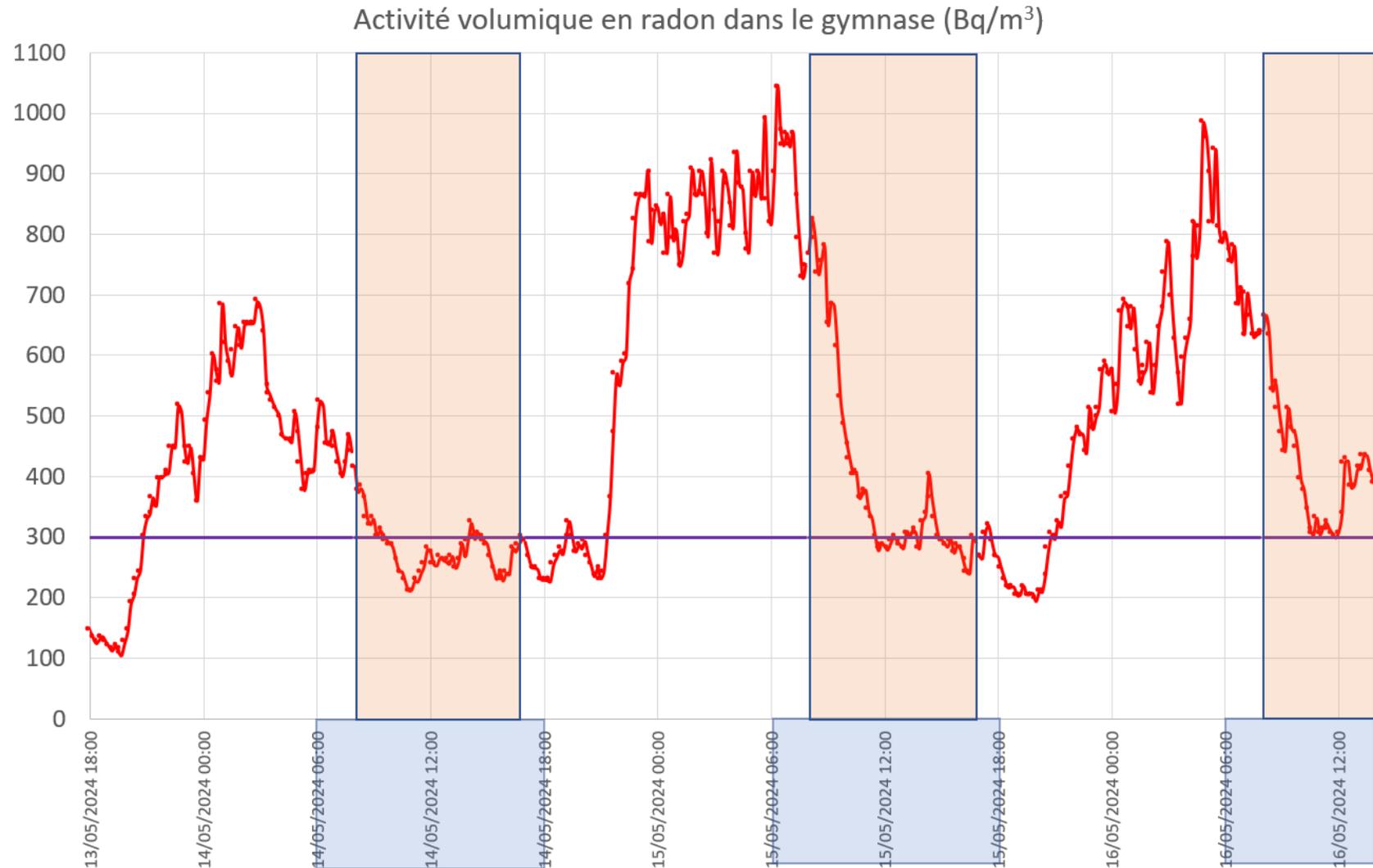


Quantité d'air total extrait = 1778 m<sup>3</sup>/h  
Quantité d'air entrant = 1440 m<sup>3</sup>/h  
(15\*30 élèves + 1\*25 = 475m<sup>3</sup>/h)  
(Vol gymnase = 1121 m<sup>3</sup>)

# VMC DF efficace mais fonctionnement discontinu

- Fonctionnement de la VMC DF en vitesse normale: **6h à 18h**
- Fonctionnement de la VMC par extraction mécanique dans les vestiaires et sanitaires : **24h/24**
- **Fréquentation : 8h à 17h**
- **Aération : peu pratiquée en période hivernale**

Moyenne gymnase : 463 Bq/m<sup>3</sup>

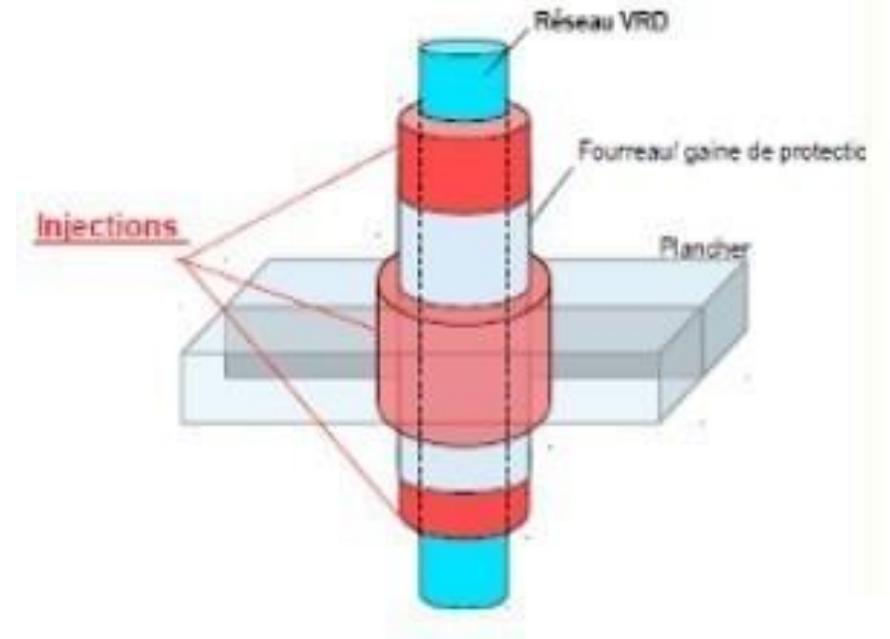
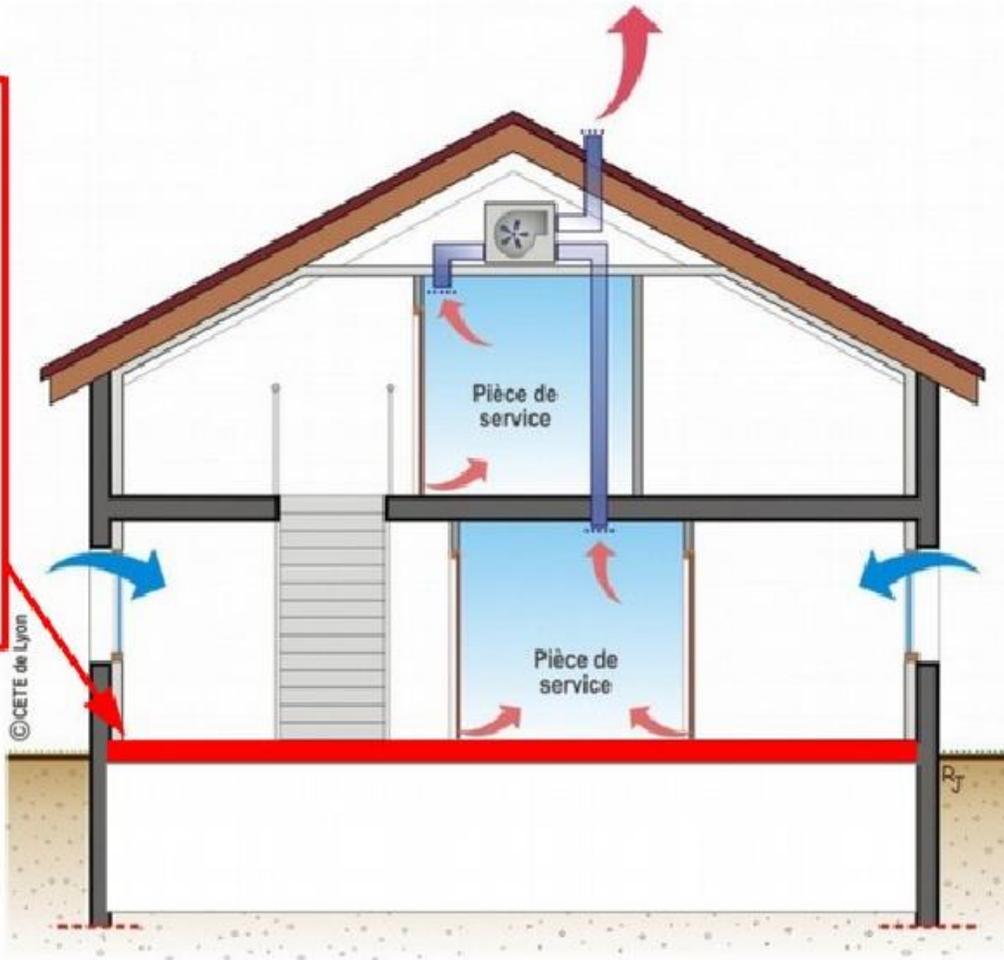


# Travaux à mettre en œuvre

## Étancher l'interface sol/bâti

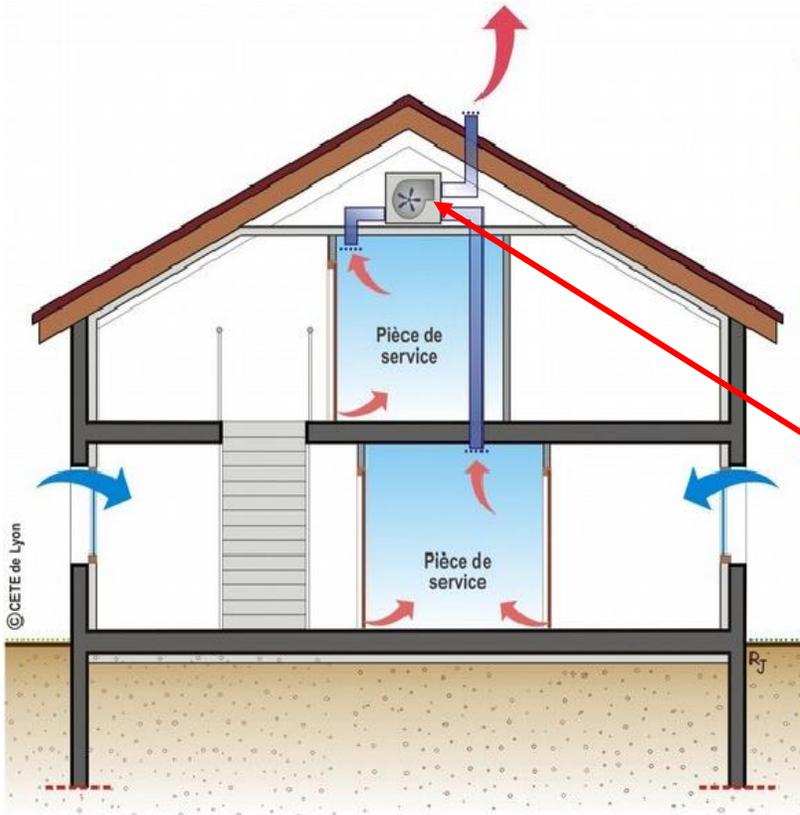
Étancher  
l'interface  
entre le  
sol et le  
bâti

But :  
empêcher la  
pénétration  
du radon



- Toutes les fissures murales devront être colmatées par **injection d'un mastic d'étanchéité (mastic à élasticité permanente)**
- La mousse expansive est à proscrire.

# Travaux à mettre en œuvre



## Traiter la ventilation et l'aération

*Buts : - Améliorer le renouvellement de l'air et - diminuer la dépression*

- Avancer 1h l'heure de démarrage de la VMC DF
- Fonctionnement à minima de 10% en nocturne (en coupant le chauffage de la batterie chaude)



**Merci de votre attention**



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# RADON

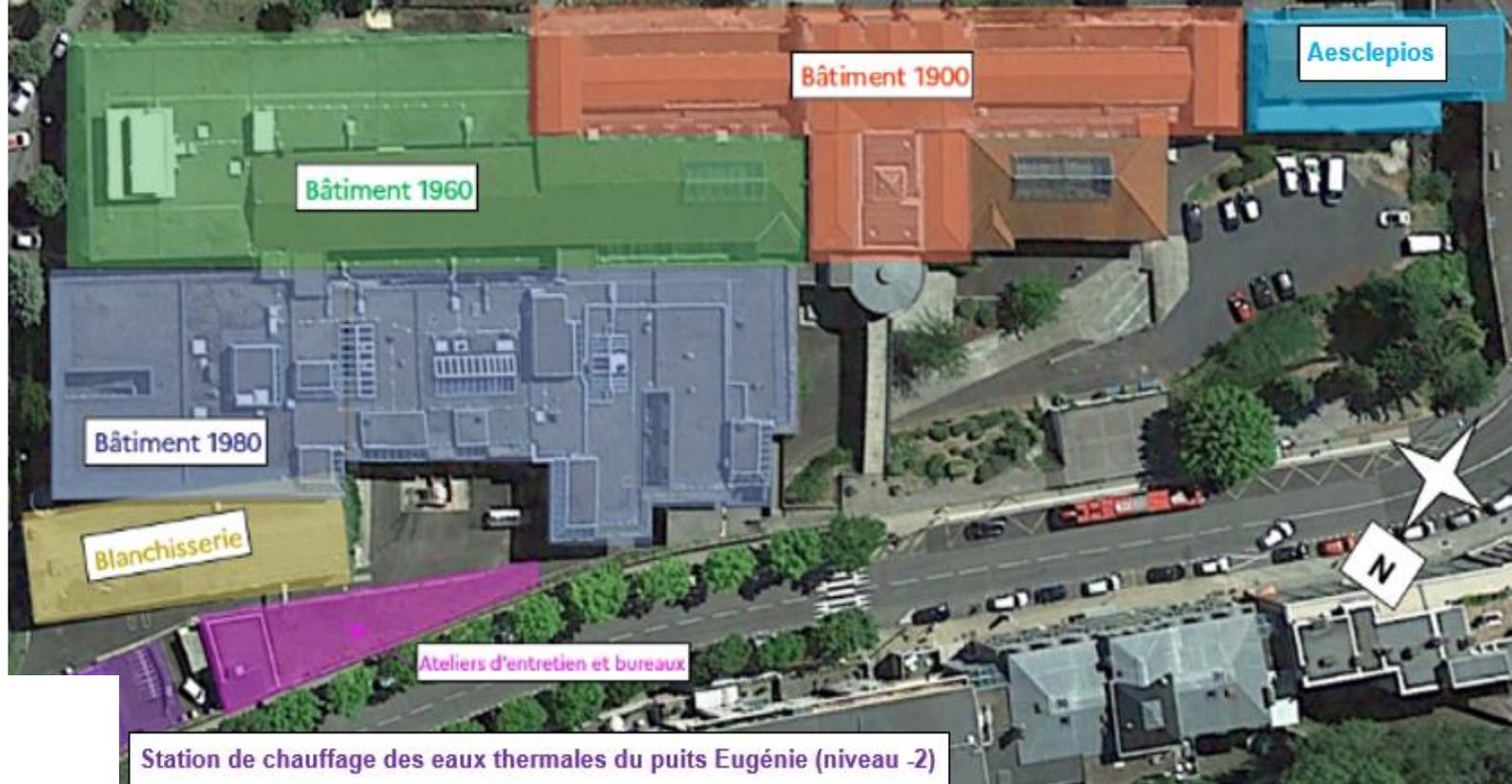
Expertise technique radon – Thermes de Royat

Journée technique à Moulins – 19/11/2024



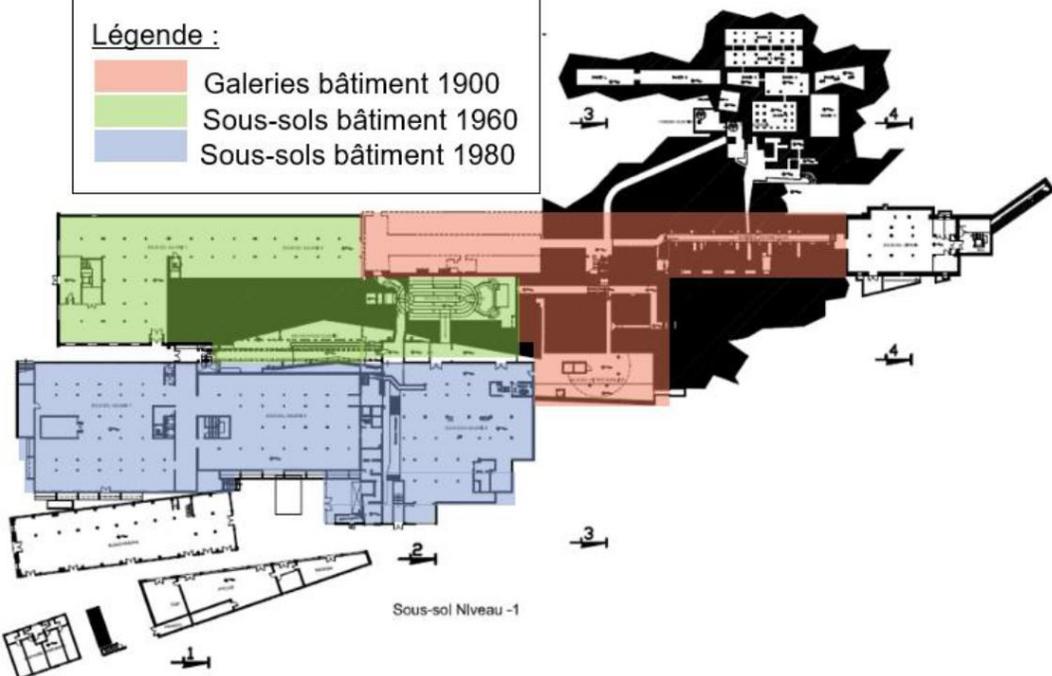
# CONTEXTE

- ❑ Emprise au sol = ~10 000 m<sup>2</sup>
- ❑ 4 périodes de construction
- ❑ Bâtiments présentant 2 voire 3 niveaux



## Légende :

- Galeries bâtiment 1900
- Sous-sols bâtiment 1960
- Sous-sols bâtiment 1980



Dans les sous-sols, à proximité des zones de captages des eaux thermales, des concentrations importantes en **CO<sub>2</sub>**, considérées comme toxiques pour l'homme, ont nécessité **l'installation d'extracteurs mécaniques afin de l'évacuer à l'air libre.**

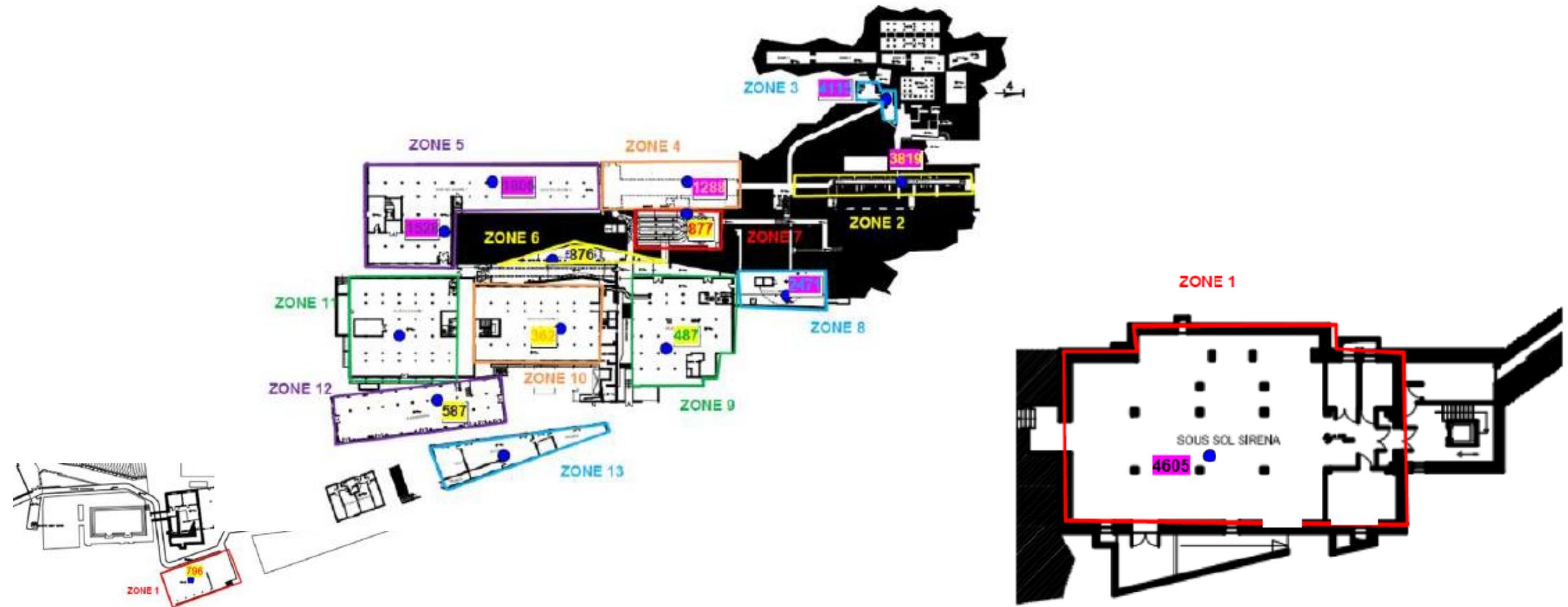
# CONTEXTE



Période d'ouverture de la station :  
3 avril au 11 novembre  
(période d'expertise du 31/01 au 02/02)  
Fréquentés par près de 10 000 curistes  
Et 115 employés dont une vingtaine de  
permanents

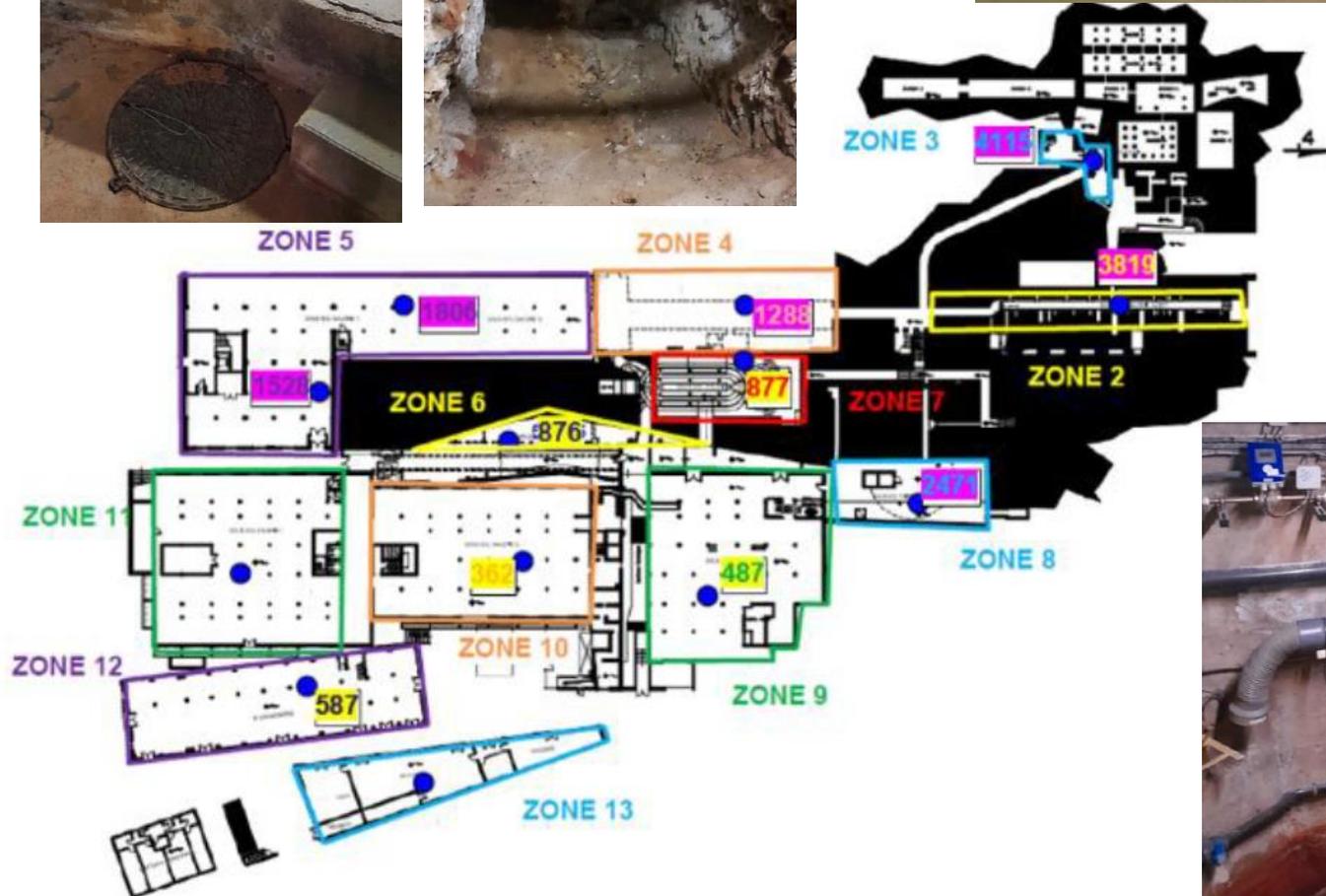
Réglementation gestion du  
RADON  
CENTRES DE THERMALISME  
→ Code de la Santé Public  
→ Code du Travail

# LOCALISATION DES DÉPASSEMENTS DU RADON AU SOUS-SOL





# RECHERCHES DE SOURCES



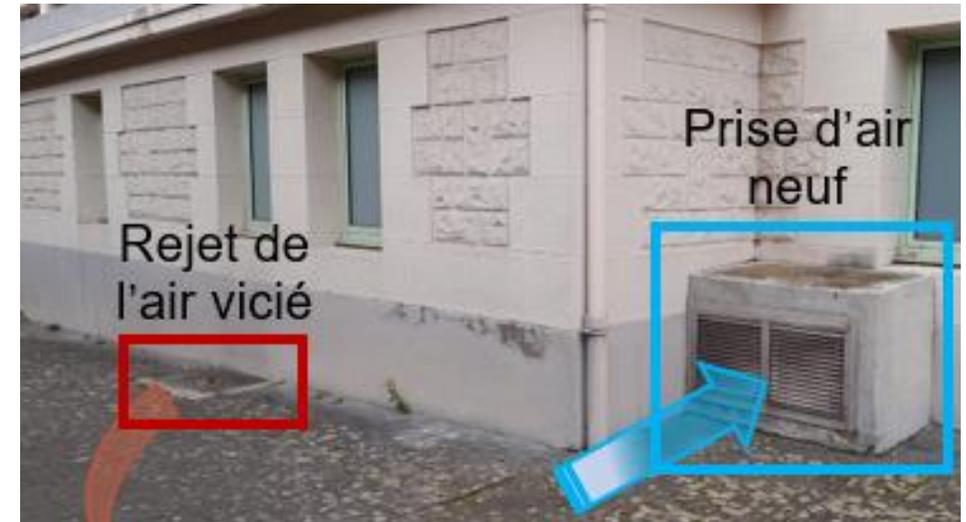
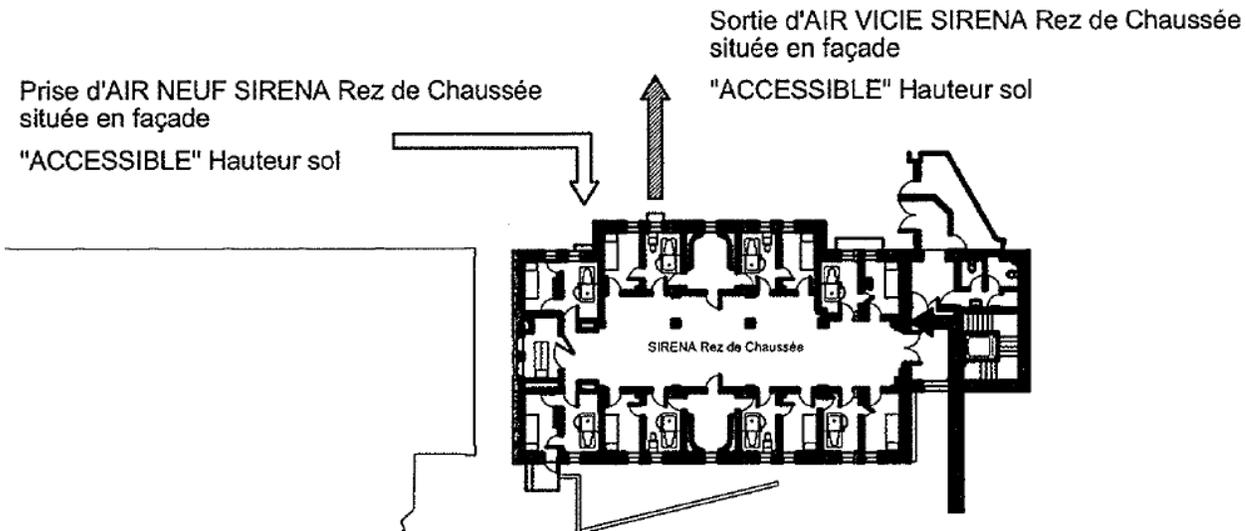
# RECHERCHES DE SOURCES



Figure 44 : situation des galeries souterraines et des sous-sols (en rose) par rapport au niveau 1 du bâtiment 1900 (en noir)



# DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE VENTILATION



# DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE VENTILATION

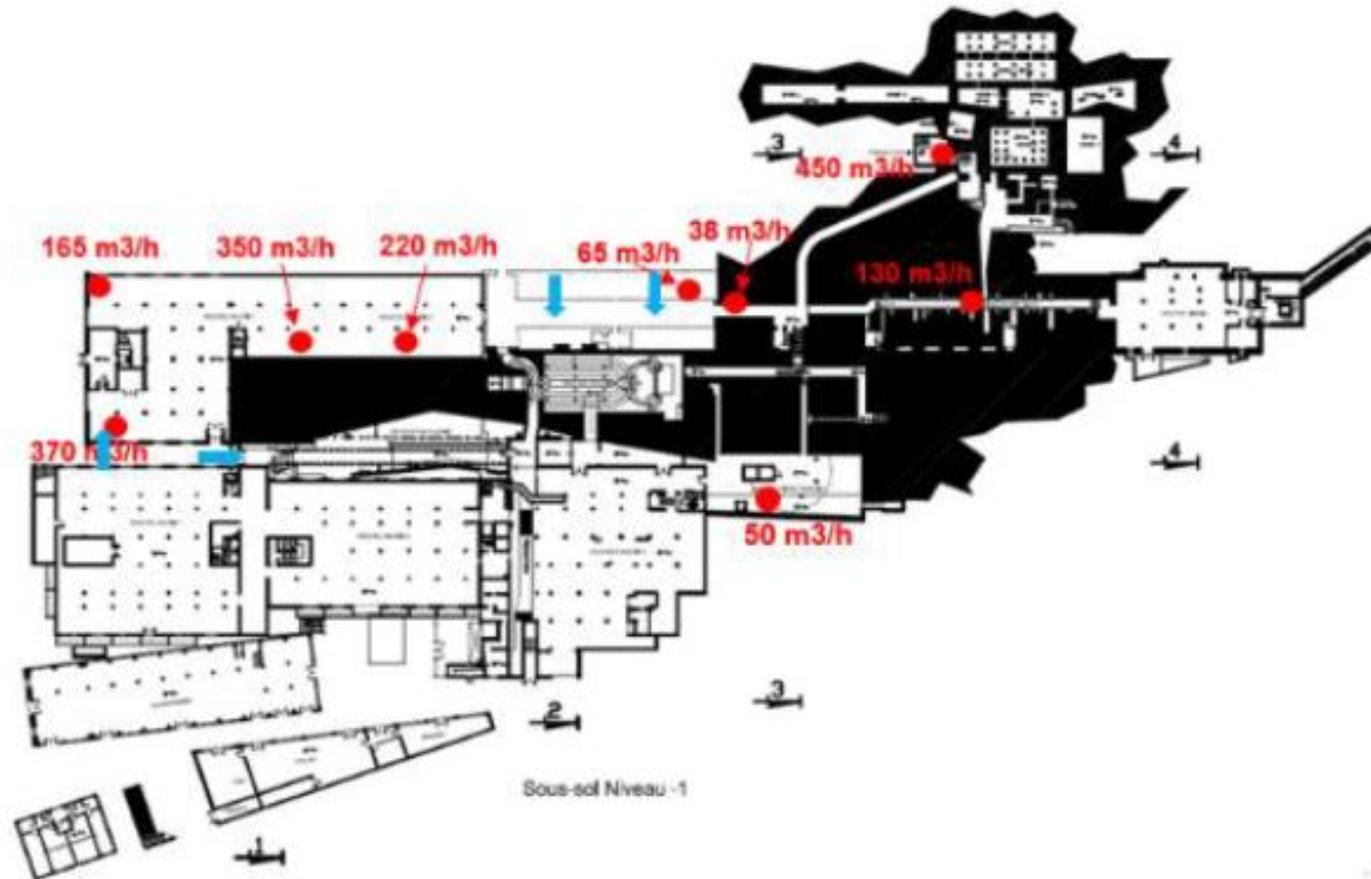
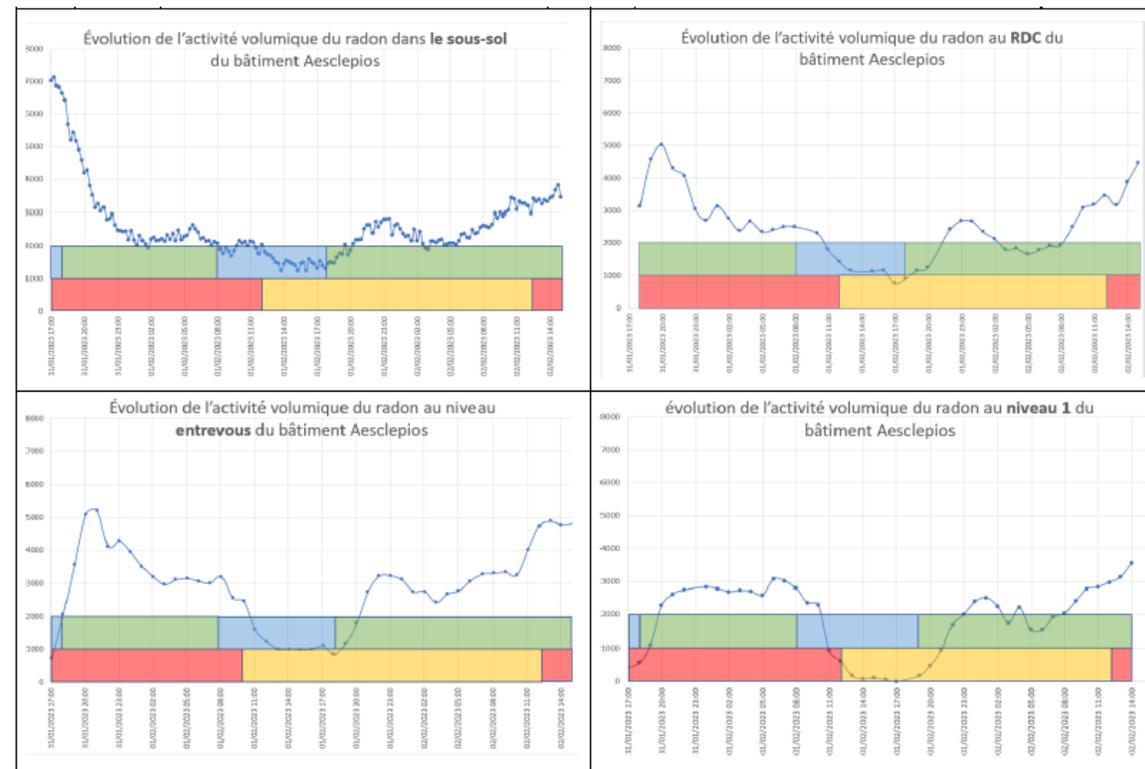


Figure 36: Niveau -1 – localisation des extracteurs mécaniques de CO<sub>2</sub> et débits d'air extrait mesurés (en m<sup>3</sup>/h) pendant l'expertise radon et localisation des amenées d'air naturelle (flèches bleues)

# ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DYNAMIQUE DE L'ACTIVITÉ VOLUMIQUE EN RADON VS FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES DE VMC

Légende :

	Extracteur de CO <sub>2</sub> en fonctionnement		VMC DF en fonctionnement
	Extracteur de CO <sub>2</sub> à l'arrêt		VMC DF à l'arrêt



# DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE VENTILATION

Scénarios	a) ZH3	b) ZH2	c) ZH8	d) ZH4	e) ZH5	f) ZH7	g) ZH9
VMC éteintes et extractions CO <sub>2</sub> allumées	12 216	9190	13 935	3178	1513	2747	1721
VMC allumées et extractions CO <sub>2</sub> allumées	12725	9812	13 067	3079	1409	2570	1437
VMC allumées et extractions CO <sub>2</sub> éteintes	8746	3910	9001	952	932	2408	820
VMC éteintes et extractions CO <sub>2</sub> éteintes	10 364	5876	10671	2509	1102	2265	1924

Figure 40 : Moyennes des résultats des mesures en continues (en Bq/m<sup>3</sup>) dans les sous-sols et les galeries en fonction des périodes de fonctionnement des VMC DF et des extracteurs de CO<sub>2</sub>

Ces résultats montrent une forte influence des systèmes de ventilation sur l'activité volumique en radon. En particulier l'influence des extracteurs mécaniques en CO<sub>2</sub>, qui est significative dans les zones où ils sont installés en couplant avec les paramètres :

- Zones enterrées
- Proximité avec les anciennes galeries souterraines / Puits Eugénie

L'activité volumique en radon est à son maximum quand les extracteurs en CO<sub>2</sub> des galeries souterraines sont en fonctionnement et que les VMC DF des étages supérieurs sont éteintes.

Les zones où les extracteurs mécaniques en CO<sub>2</sub> sont installés sont davantage en dépression avec un apport en air neuf insuffisant pour compenser la dépression générée par l'extracteur. Ceci aspire le radon provenant des anciennes galeries souterraines et de l'encaissant rocheux.

L'activité volumique en radon est à son niveau le plus bas quand la VMC DF est en fonctionnement et que les extracteurs de CO<sub>2</sub> sont éteints.

La dépression générée par les extracteurs mécaniques est alors supprimée et la VMC DF des étages supérieurs permet une diminution de l'activité volumique en radon, même si celle-ci est insuffisante pour redescendre en dessous du niveau de référence.

# REMÉDIATION

- **Stratégie d'aération à mettre en place**
  - Travailler sur la stratégie d'aération dans les pièces disposant d'ouvrants donnant sur l'extérieur. L'efficacité de cette méthode passe par une implication explicite et continue de l'ensemble du personnel de l'établissement.

# REMÉDIATION

- **Travaux à réaliser**

- **Étanchement :**

- Réaliser les travaux d'étanchement au niveau des percements du plancher bas du sous-sol, au niveau des passages de réseaux du plancher séparant le sous-sol et le niveau 0.
- Cloisonner l'accès aux anciennes galeries.

- **Ventilation :**

- Compenser les débits d'air extraits par les extracteurs de CO2 avec des débits d'air neuf entrant grâce à des ventilateurs mécaniques fonctionnant par insufflation.
- Le rejet d'air vicié doit être situé à plus de 8m de toutes fenêtres ou prise d'air neuf.
- La prise d'air neuf du réseau de ventilation circulant dans le sous-sol sous doit être placé au-dessus du niveau du sol et faire face aux vents dominants.
- Régler les débits d'air insufflé de manière à respecter la réglementation en vigueur (RSDT, Code du travail) et à assurer une légère surpression des pièces.
- Améliorer les installations des VMC DF de chaque étage et du sous-sol, en les réglant en légère surpression.



**Merci de votre attention**