



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Observatoire de la **qualité**
des **environnements intérieurs**

Atelier OQEI

**« La qualité de l'air intérieur
dans les logements en
France et en Europe »**





**Observatoire de la qualité
des environnements intérieurs**



Olivier Ramalho,
Chef de mission – **Observatoire de la qualité
des environnements intérieurs, CSTB**

Campagne nationale sur la qualité de l'air dans les logements (2020 – 2023) :

Evolution des niveaux de pollution depuis 15 ans

Olivier Ramalho, Claire Dassonville, Anthony Grégoire,
Sutharsini Sivanantham, Emma Lafaurie, Maria José
Rueda Lopez, Pierre Bonnet, Virginie Desvignes, Driss
Samri

Objectifs de la CNL2



- Quelle **évolution de la QAI depuis 15 ans (CNL1, 2003–2005)** dans le parc de résidences principales en France ?
- Quels **niveaux d'exposition de la population à des polluants émergents** jugés prioritaires sur la base d'une hiérarchisation sanitaire ?
- Quelles **situations à risque** (questionnaires relatifs au contexte extérieur, logement, ménage, habitudes de vie, ressenti) ?
- Quelle **dynamique de la QAI** dans les logements ?
Utilisation de micro-capteurs QAI dans le séjour
- Quel **lien de la pollution avec l'état de santé** des habitants ?
- Quelle **perception et connaissance des risques** liés à la QAI ?



Chiffres clés de la campagne



- **Population cible** : parc des résidences principales (RP) en France hexagonale continentale
- **Période cible** : novembre 2020 à février 2023 toutes saisons
- Echantillon cible de **600 logements** (précision de 10% sur les percentiles de distribution des concentrations en COV à l'échelle nationale)
- **1 seule campagne de mesure par logement** d'une durée d'une semaine
- Mobilisation de **16 équipes d'enquêteurs**
- **8 laboratoires d'analyse**
- **Résultats attendus** : distribution des concentrations de chaque substance/paramètre mesuré à l'échelle du parc des RP sur la période cible (nov 2020 – fév 2023)

Echantillonnage logements



**14192 participants à l'enquête
EHIS 2019 métropole
(DREES, IRDES)
Tirage national UP/foyer fiscal**

**3667 personnes
acceptant d'être
recontactées pour
présenter la CNL2**

**750
accords**

**571
logements**

Total accords : 750

**Total enquêtes :
571 sur 600 visées**

95,2 % de l'objectif

321 communes avec enquêtes

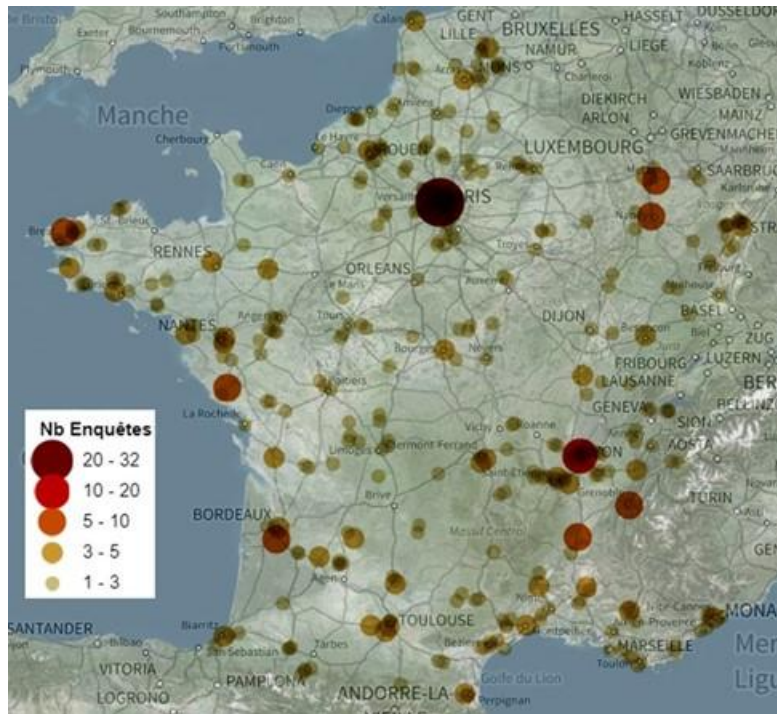


DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques
IRDES : Institut de recherche et documentation en économie de la santé

De 571 à 30 millions de logements



CNL2



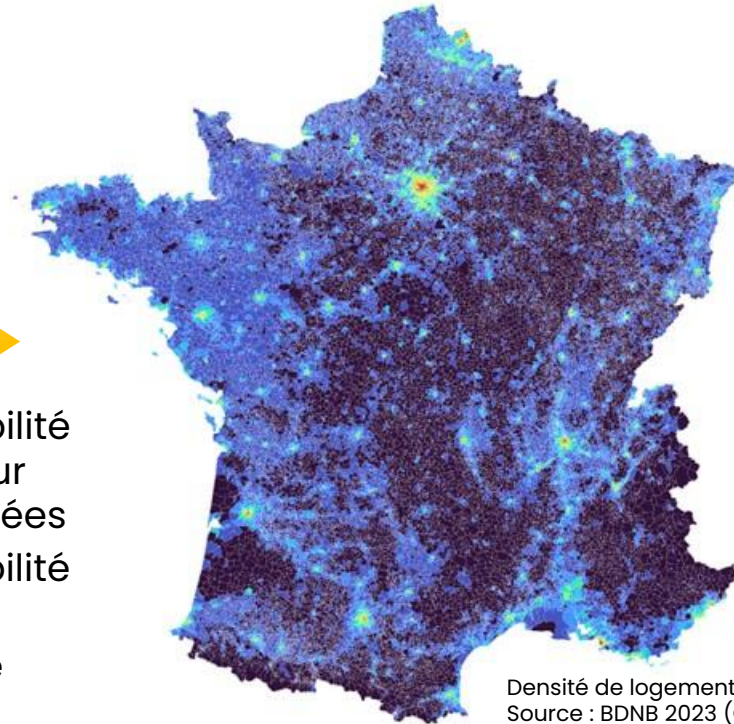
571 logements enquêtés

France hexagonale continentale

Calcul des
poids de
sondage



- Modélisation de la probabilité de donner son accord pour transmettre ses coordonnées
- Modélisation de la probabilité de participer à l'étude
- Calages sur marges Insee



30 millions de résidences principales

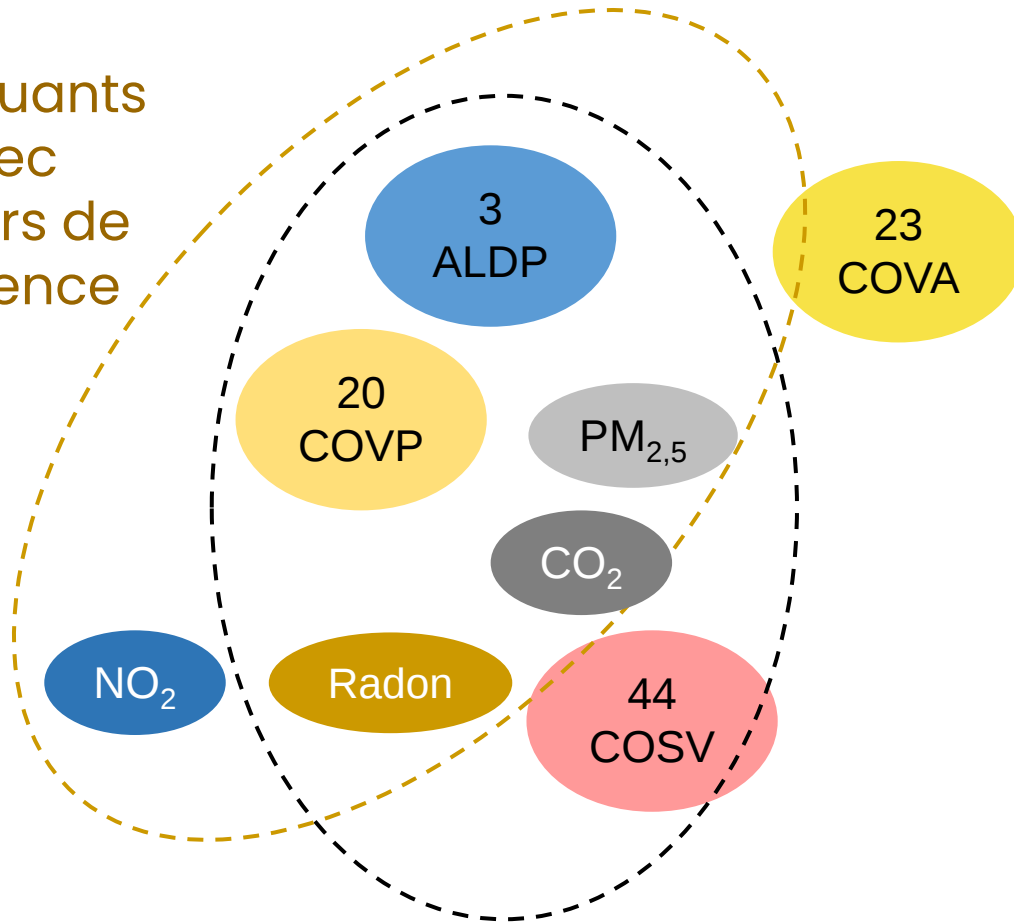
**Expression de l'ensemble des données
à l'échelle du parc de résidences principales**

Plus de 170 polluants recherchés



Sélection basée sur une hiérarchisation sanitaire

13 polluants
avec
valeurs de
référence



62 polluants recherchés
communs avec la CNLI

Liste pesticides prioritaires établie par PPV (Anses)



COV : composés organiques volatils (dont BTEX, chlorés, terpènes)
COSV : composés organiques semi-volatils (dont phtalates et HAP)

Mise en œuvre des mesures de polluants

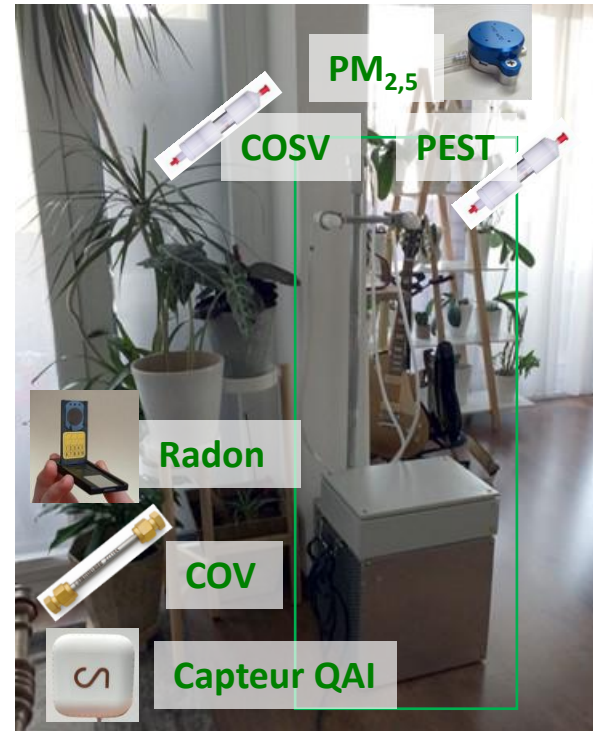


- Deux visites à 7 jours d'intervalle par 2 enquêteurs terrain
- Mesures intégrées (passives ou actives) ou continues sur la semaine

Chambre



Séjour



Extérieur



Questionnaires



- **Objectif** : recueil des caractéristiques logement, ménage, habitudes de vie



- **Administration des questionnaires** :

- Complétés par les enquêteurs
- Administrés en face-à-face avec la personne de référence du ménage
- Auto-administrés

A large blue triangle pointing upwards, serving as a background for the title text.

Résultats

(Comparaison CNL1 – CNL2)

Composés organiques volatils (COV)

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS



- COV comprenant différentes familles chimiques (dont BTEX, terpènes, COV chlorés)
- Sources multiples de COV dans les logements

BTEX

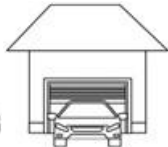
(**benzène**, toluène,
éthylbenzène, xylènes)

Combustion, solvants

EXT

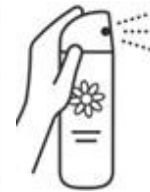


INT



Terpènes

(limonène, alpha-pinène)



COV chlorés

(TCE, PCE, PDCB)



PCE



PDCB

TCE : trichloroéthylène

PCE : tétrachloroéthylène ou perchloroéthylène

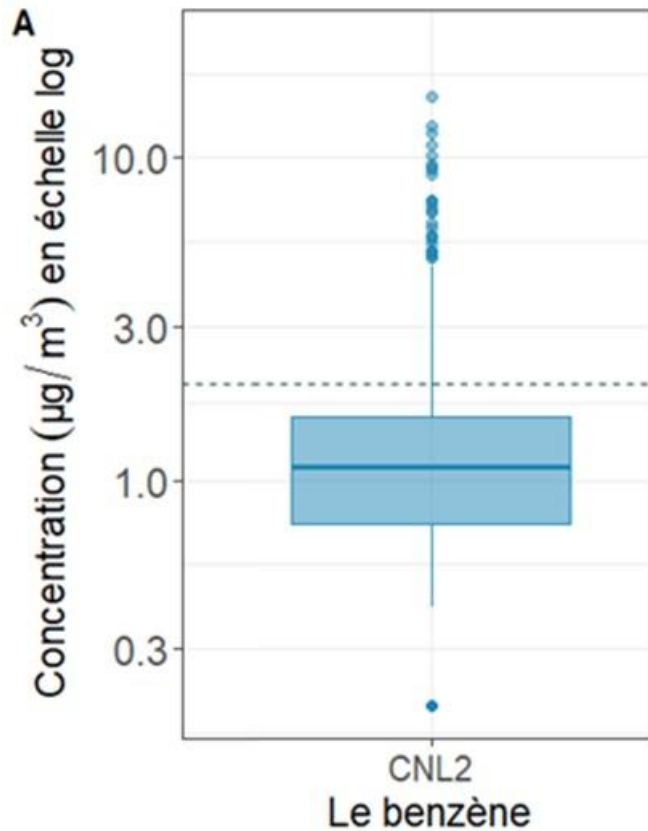
PDCB : paradichlorobenzène ou 1,4-dichlorobenzène

COV – BTEX – Benzène

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS



Logement / chambre



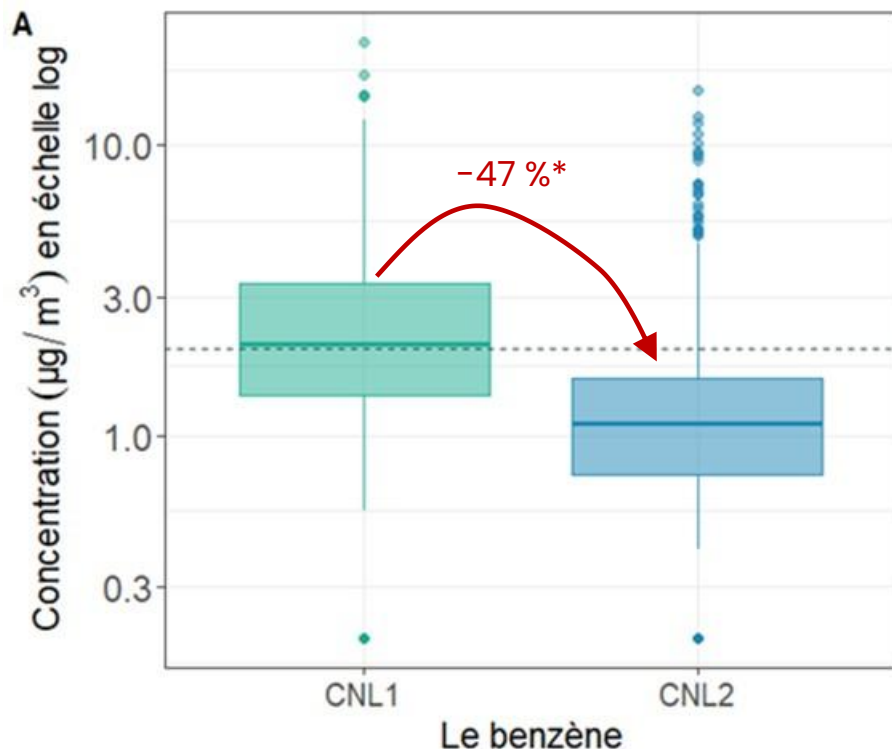
- Détection des BTEX dans plus de 95 % des logements (benzène 96 %)
- **Contribution majoritairement extérieure** pour 61 % des logements
- **1,4 % des logements** dépassent la VRAI de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP)
- Niveaux extérieurs toujours $< 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

COV – BTEX – Benzène

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS



Logement / chambre



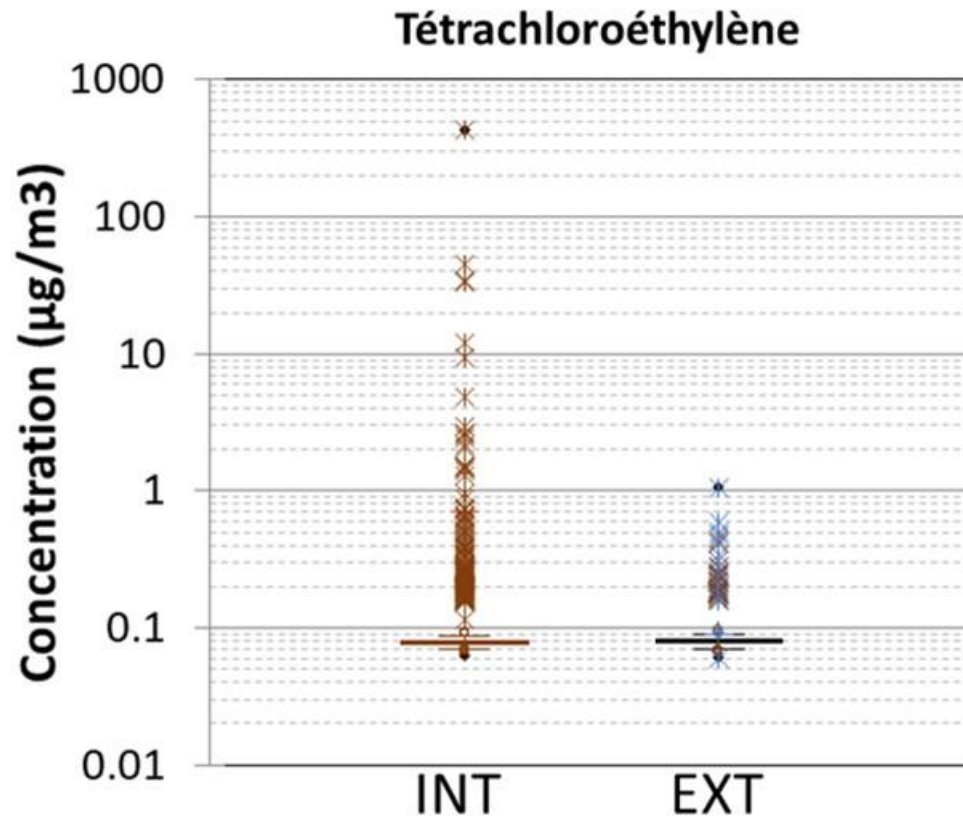
*Ecart relatif de la concentration médiane (CNL2 – CNL1)

Facteurs potentiellement en cause :

- **Extérieur** : niveau déjà faible en extérieur mais baisse de 9 % des concentrations $> 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- **Interdiction des CMR 1-2** (dont benzène) dans les produits de construction ou de décoration (arrêté 10 avril 2009)
- **Etiquetage** sur les précautions d'usage **de bougies et encens** (décret 2017)
- **VGAI réglementaire** pour le benzène (ERP) depuis 2011
- **Baisse** de la part de logements enquêtés avec **fumeurs** passant de 44 % à 25 %

COV chlorés – tétrachloroéthylène (PCE)

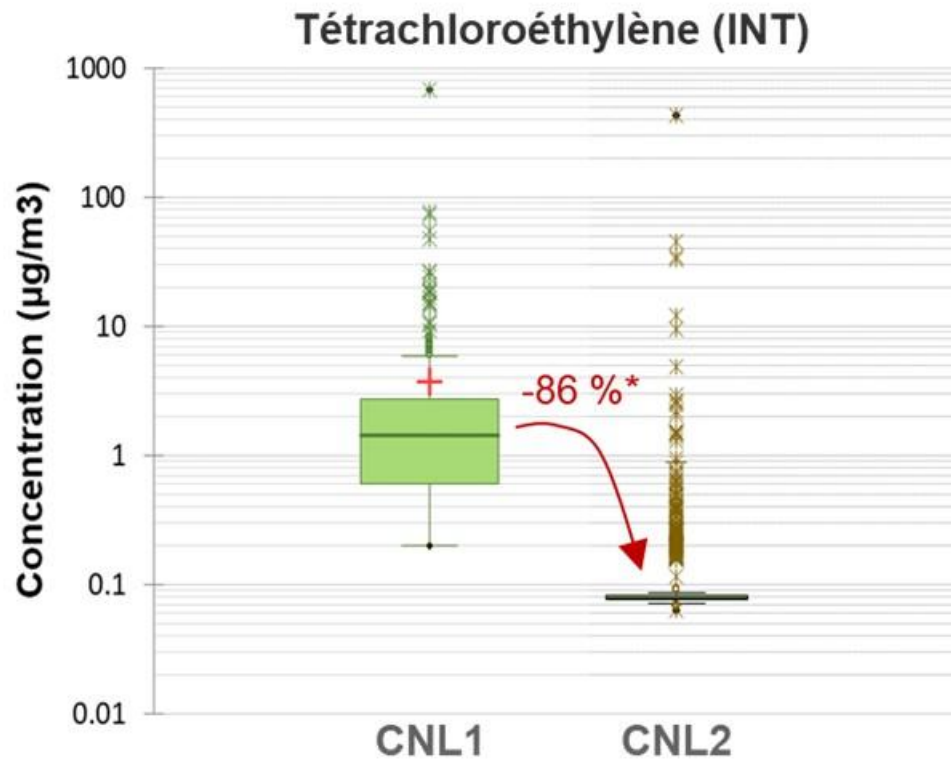
Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS



- COV chlorés **détectés dans moins de 25 % des logements** (PCE et PDCB) voire dans moins de 5 % des logements (TCE)
- Encore moins présents à l'extérieur (moins de 6 % des cas)
- TCE dépasse VRAI de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP) dans **0,05 % des logements**
- Aucun dépassement à l'extérieur

COV chlorés – tétrachloroéthylène (PCE)

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS

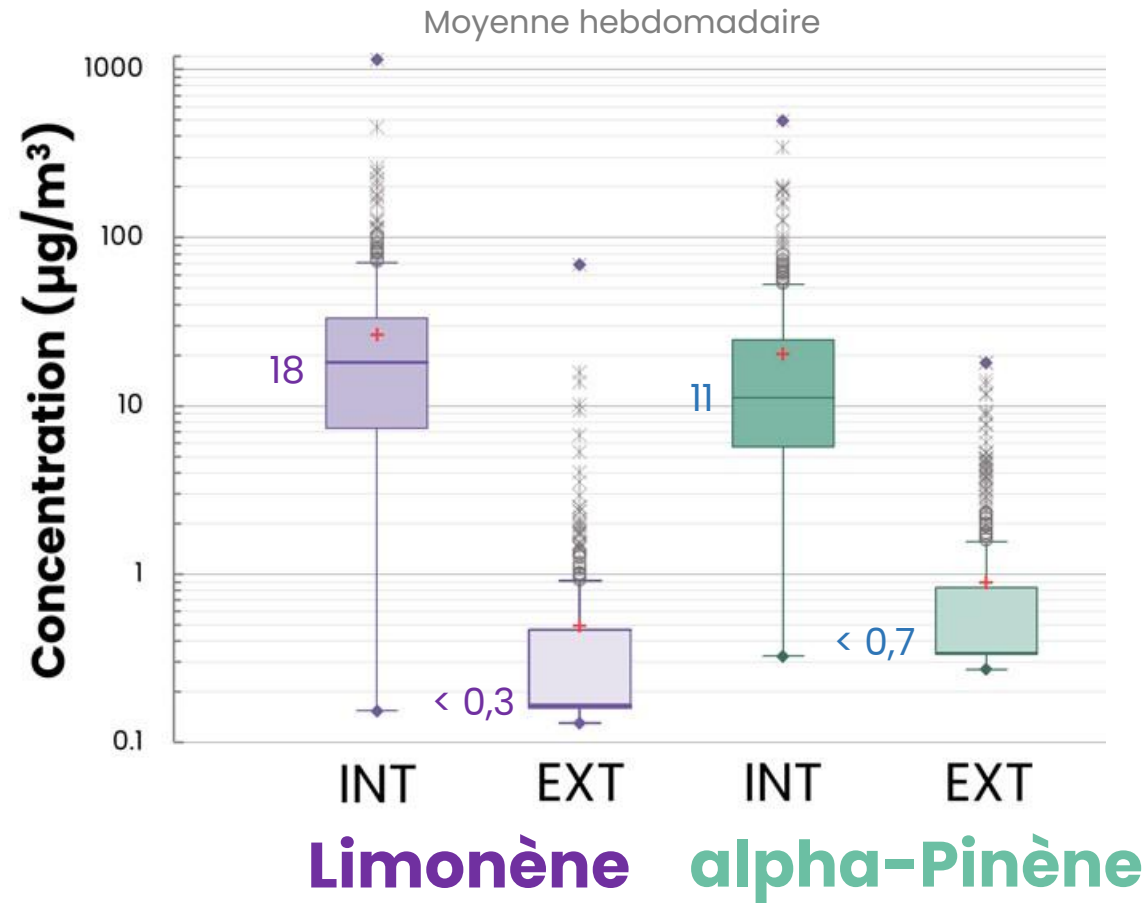


Logement / chambre

- **Baisse importante** depuis 2003-2005 entre 80 % (TCE) et 98 % (PDCB)
- **Interdiction des CMR 1-2** (dont TCE) dans les produits de construction ou de décoration (arrêté 10 avril 2009)
- **Etiquetage obligatoire** des produits de construction ou de décoration sur les émissions de COV (2011)
- **Interdiction d'usage du PDCB** dans les produits biocides (2008) et restriction d'usage en tant que produit désodorisant (2014)
- **Interdiction d'usage du PCE** dans les pressings contigus aux zones occupées et substitution progressive (2016)

COV – Terpènes – (limonène et alpha-pinène)

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence et à l'extérieur
Analyse par Thermodésorption-GC-MS



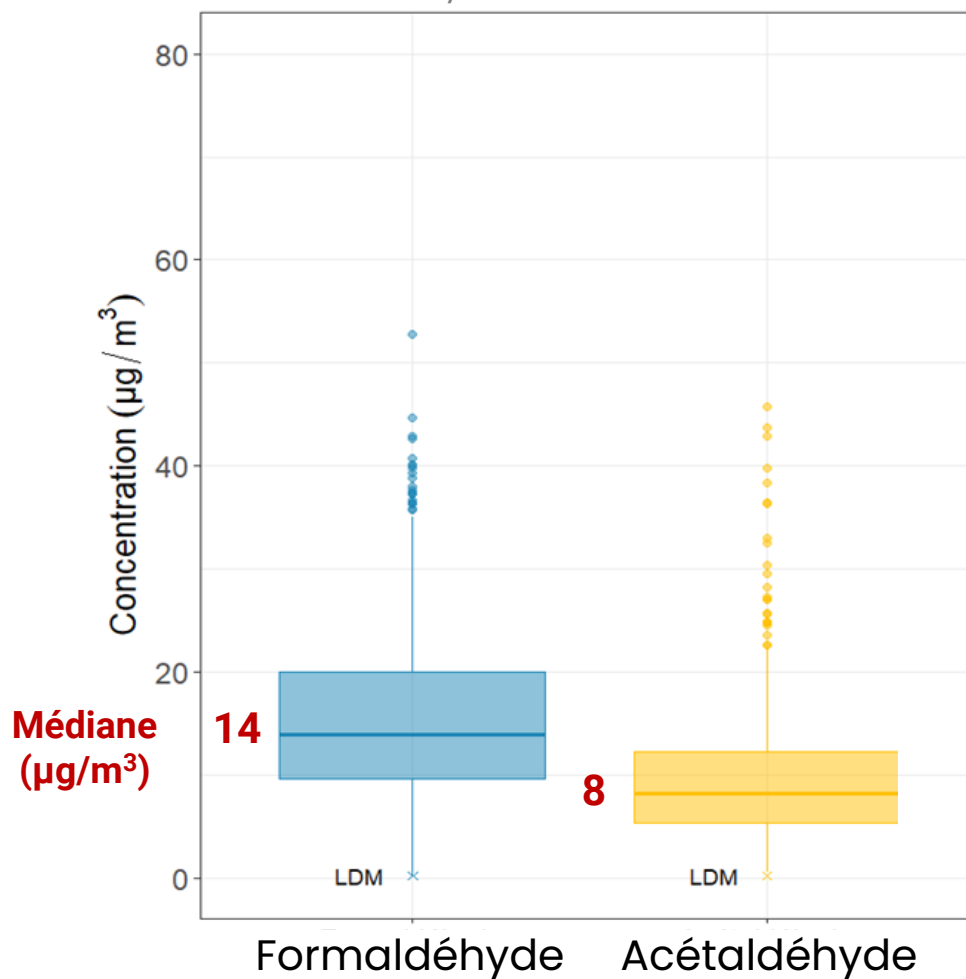
- Substances potentiellement allergisantes
- Parmi les COV avec les concentrations les plus élevées dans les logements
- Très faibles niveaux en extérieur
- Impact des produits domestiques
- Pas de valeurs de références pour l'air intérieur
- Non mesurés en CNLI

Aldéhydes – (formaldéhyde et acétaldéhyde)

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence

Analyse par HPLC-UV

Moyenne hebdomadaire



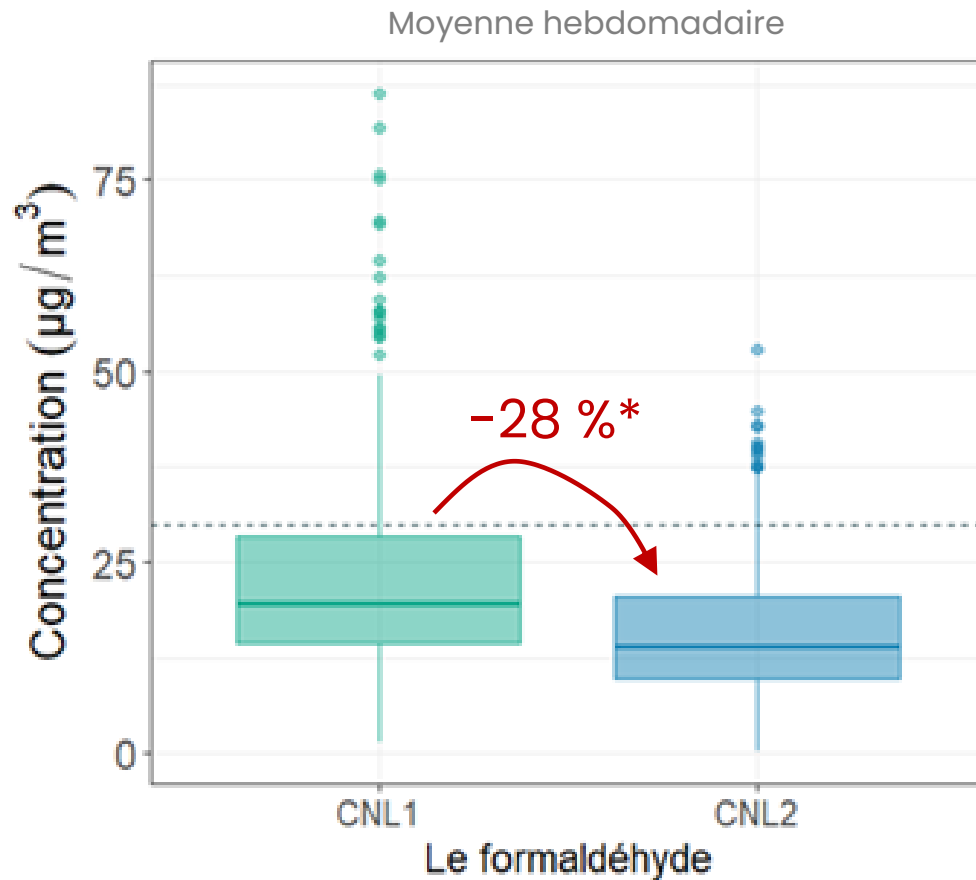
Sources :



- Détectés dans **TOUS** les logements
- **6 % des logements** dépassent la valeur de gestion provisoire de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en **formaldéhyde** (HCSP)
- **Aucun dépassement** de la VRAI de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'**acétaldéhyde** (HCSP)

Aldéhydes – (formaldéhyde et acétaldéhyde)

Prélèvement passif sur 7 jours dans la chambre de la personne de référence
Analyse par HPLC-UV



*Ecart relatif de la concentration médiane (CNL2 – CNL1)

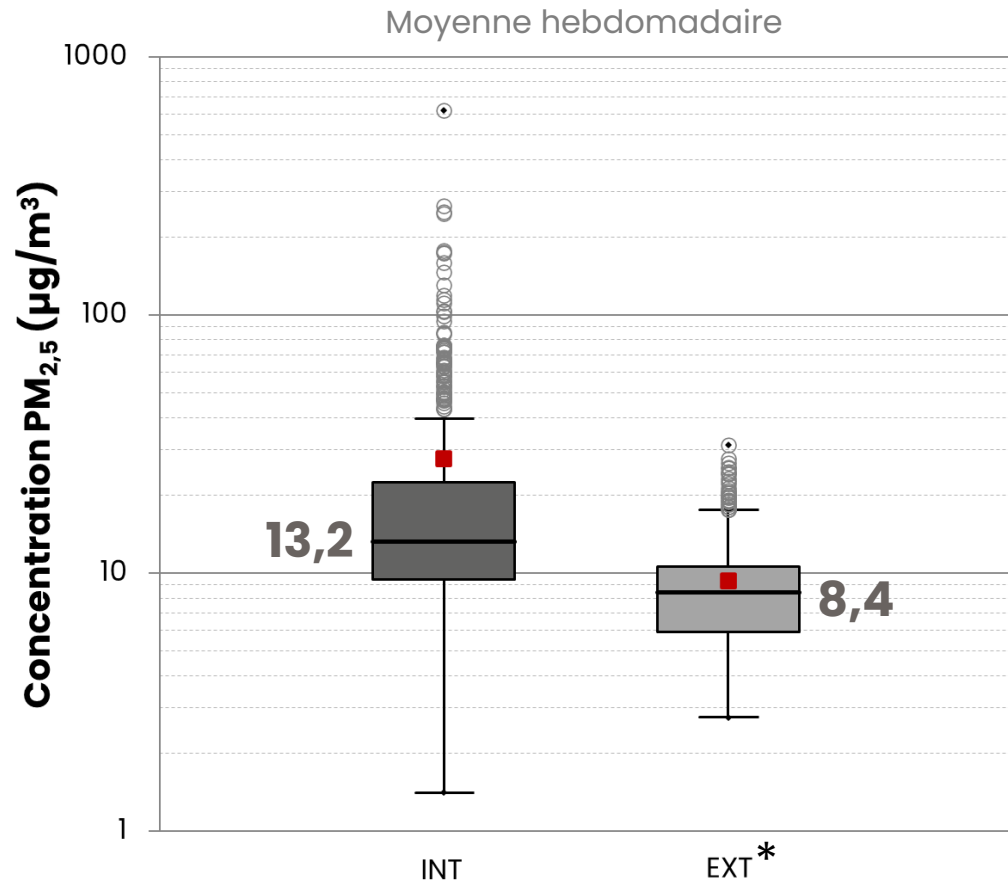
- **Baisse** relative de **30 % pour l'acétaldéhyde** par rapport à CNL1
- **Etiquetage obligatoire** des produits de construction ou de décoration sur les émissions de COV (2011)
- **VGAI réglementaire** pour le formaldéhyde (ERP) depuis 2011
- **Baisse** de la part de logements avec **fumeurs** passant de 44 % à 25 %



Particules fines – PM_{2,5}

Prélèvement actif sur 7 jours par pompage de l'air avec une tête de prélèvement PM_{2,5} au travers d'un filtre PTFE
Analyse par gravimétrie

Sources principales :



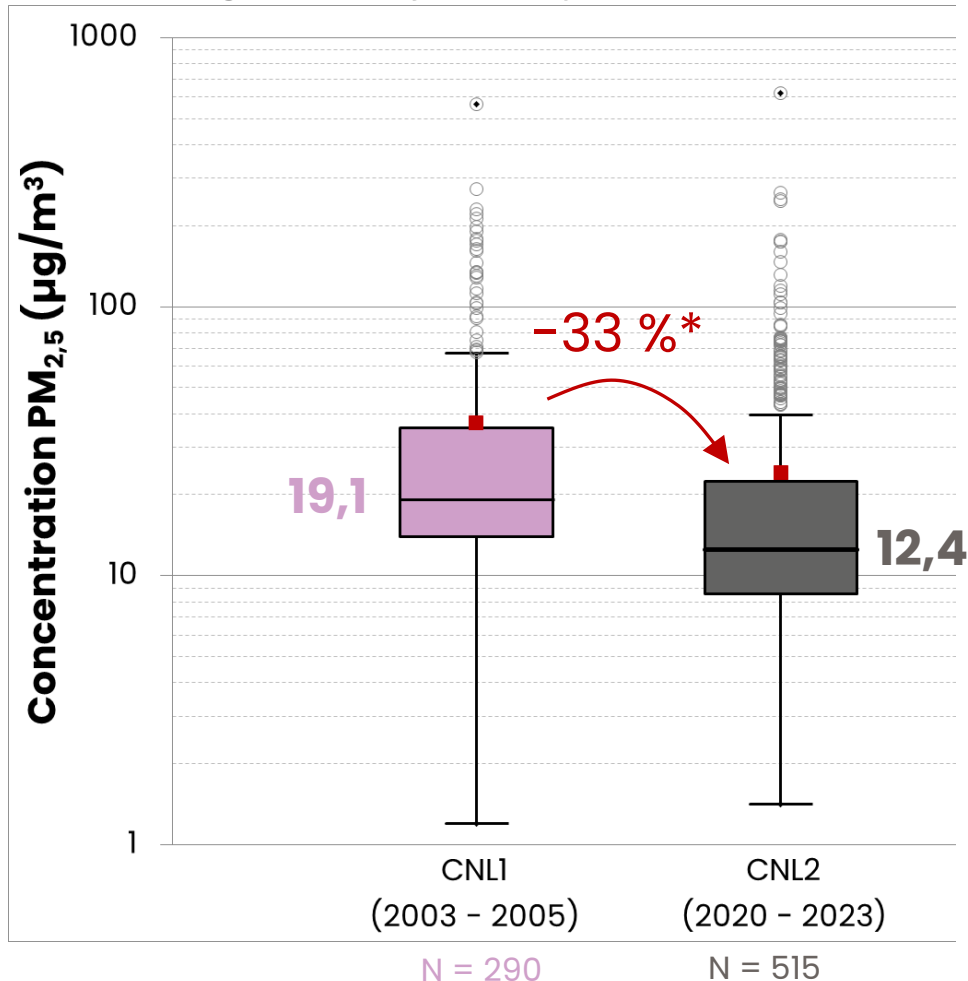
(champ : parc de résidences principales en France métropolitaine continentale)

*EXT : données modélisées spatialisées rapprochées à l'échelle logement sur la période (2020-2023) (source : Ineris, Copernicus)

- Présents dans **TOUS** les logements
- **Contribution autant extérieure (52 %) qu'intérieure (48 %)**
- **Dépassement valeurs référence :**
 - **70 %** logements > **10 µg/m³**
(valeur cible HCSP 2013)
 - **43 %** logements > **15 µg/m³**
(Valeur journalière OMS 2021)
 - **11 %** logements > **50 µg/m³**
(VAR HCSP 2013)

Particules fines – PM_{2,5}

Logement / séjour / moyenne hebdomadaire



*Ecart relatif de la concentration médiane (CNL2 – CNL1)

Comparaison à l'échelle échantillon
(effectif trop faible en CNL1)

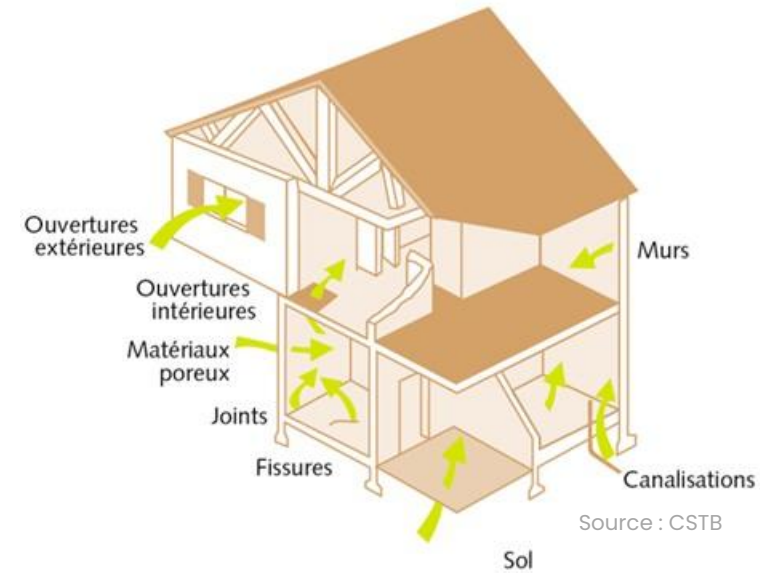
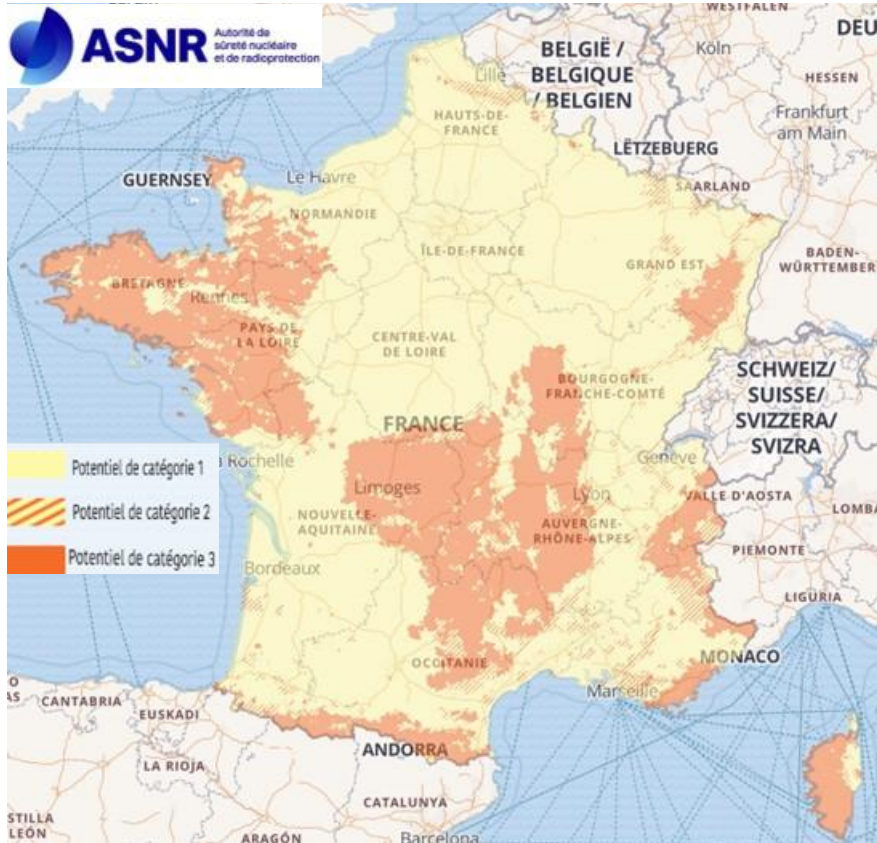
○ Baisses observées

- Baisse de 33 % sur la valeur médiane
- Baisse significative de la proportion de logements dépassant 15 µg/m³ (70% vs 43%)

○ Facteurs potentiellement en cause :

- Stratégie de mesure différente (en soirée et WE uniquement pour CNL1)
- **Baisse** de la part de logements enquêtés avec **fumeurs** passant de 44 % à 25 %
- **Etiquetage** sur les précautions d'usage de **bougies et encens** (décret 2017)
- **Réduction des émissions extérieures** : Plan particules (transports, industries, tertiaire, résidentiel) – PNSE2 (2010-2014) + PNSE3 (2015-2019)

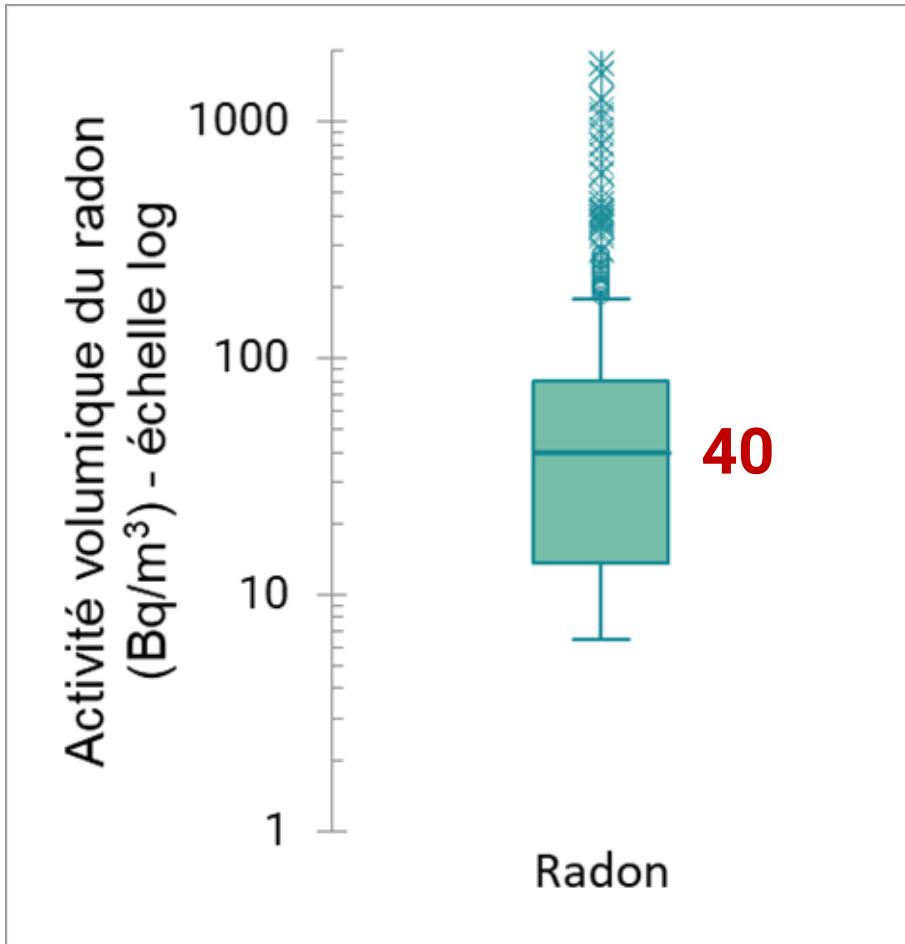
Radon



- Mesure en période hivernale sur 2 mois (nov à fin mars)
- Mise en place par l'enquêteur ou l'occupant dans 3 pièces (sommeil, vie, pièce basse)
- Récupération et envoi au laboratoire par l'occupant

Radon

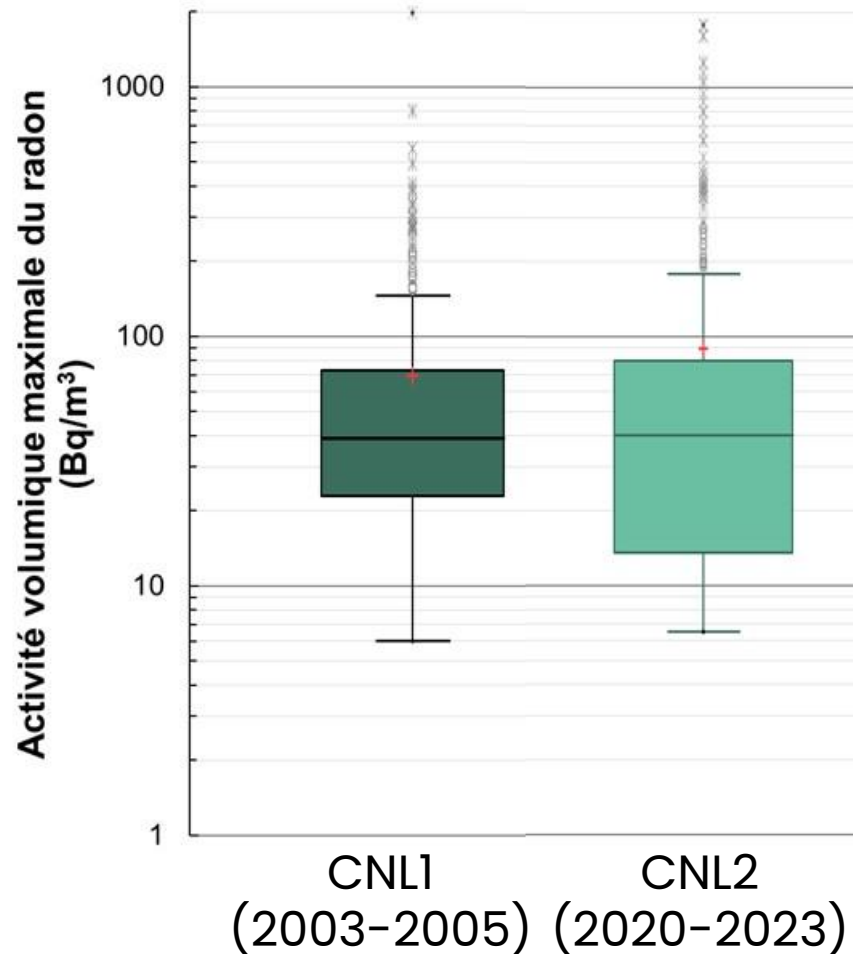
Résultats CNL2



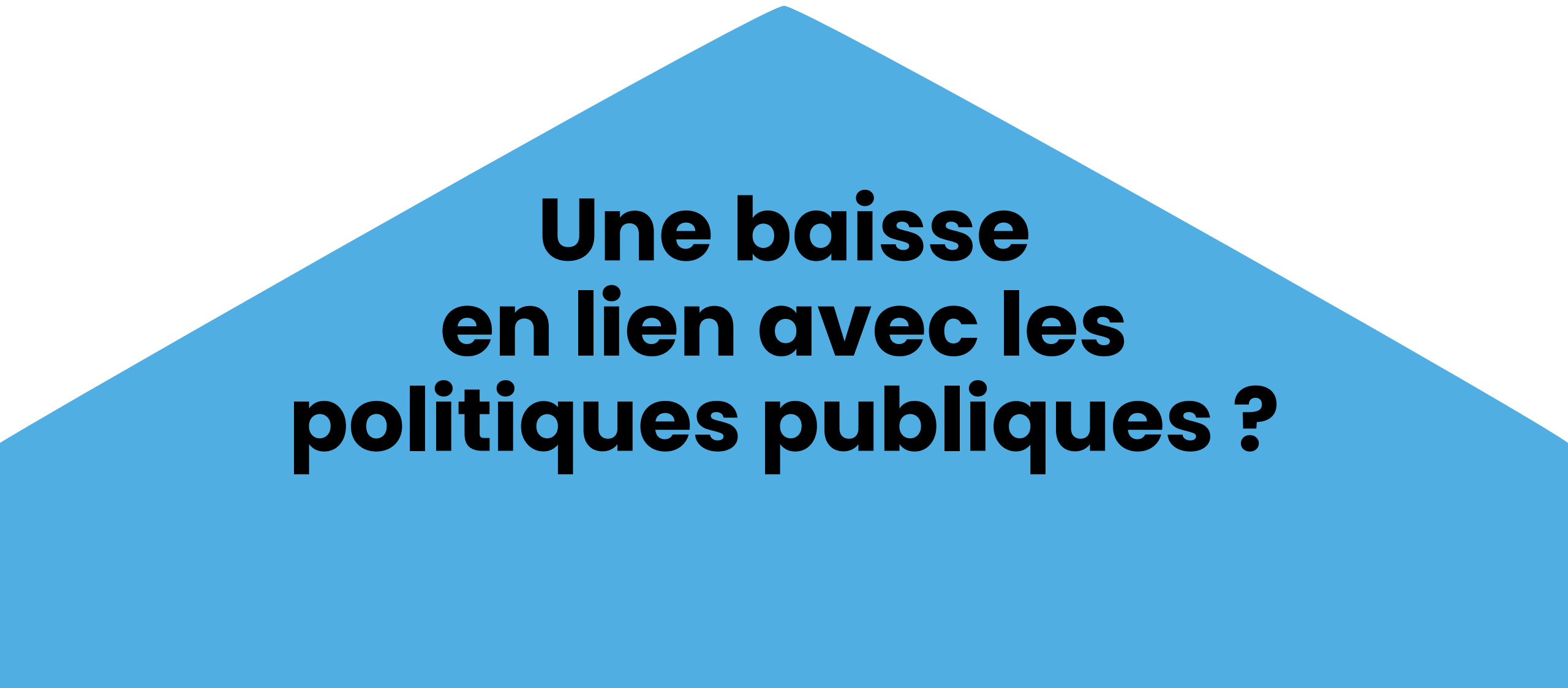
- Radon mesuré à des niveaux détectables ($> 22 \text{ Bq/m}^3$) dans 71 % des logements
- **7,6 % des logements dépassent le niveau de référence réglementaire de 300 Bq/m^3**
- **Majoritairement des logements en zone potentiel radon élevé (cat. 3)**
- 0,7 % des logements dépassent 1000 Bq/m^3 , valeur impliquant une recommandation de mise en œuvre de mesures correctives lourdes



Radon



- Pas d'évolution du niveau médian de radon entre CNL1 et CNL2
- Evolution de 3 % à 7,6 % des logements dépassant 300 Bq/m³
- Mais pour CNL2 : surreprésentation des logements en zone à potentiel radon élevé (cat. 3) : 25 % par rapport à 15 % en CNL1



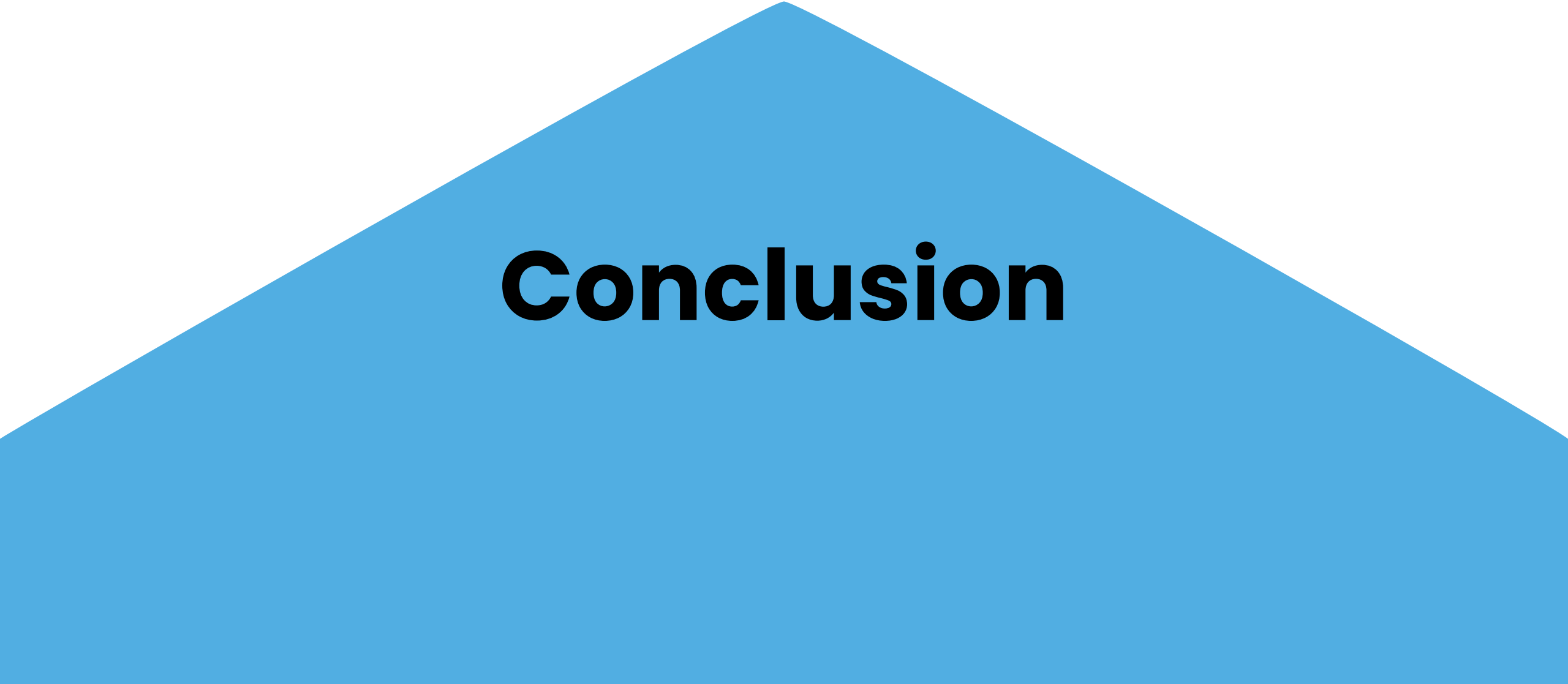
**Une baisse
en lien avec les
politiques publiques ?**

Actions des politiques publiques entre 2005 et 2020

- Actions visant la **réduction des émissions de polluants dans l'air ambiant** (-48 % émissions anthropiques PM_{2,5} et -40 % en COVNM entre 2005 et 2020)
- Des **dispositions réglementaires propres à la QAI** visant la réduction des émissions à la source :
 - **Interdiction des substances dangereuses** dans de nombreux produits et usages (construction, nettoyage à sec) - 2009+
 - **Etiquetage des émissions** de produits de construction et de décoration (incitation à la réduction des émissions) - 2011
 - **Etiquetage des précautions d'usages** liées aux émissions de bougies et d'encens - 2017
 - Instauration de **VGAI réglementaires** (formaldéhyde, benzène, radon) - 2012
 - **Surveillance de la QAI dans les ERP** (sensibilisation du personnel enseignant et des parents d'élèves) - 2012

Actions des politiques publiques entre 2005 et 2020

- Evolution de la **réglementation thermique** entre 2005 et 2020 (RT2005, RT2012, RE2020) avec une meilleure maîtrise de la perméabilité à l'air de l'enveloppe (~15 % du parc construit après 2005 et 9 % après 2012 au début CNL2)
→ Baisse de la part de logements sans système de ventilation de 21 % à 15 %
→ Impact possible sur le renouvellement d'air en cours d'évaluation
- Un peu **plus de substances avec des valeurs de référence** sanitaires (+15 VGAI, Anses) et de gestion (+7 VRAI, HSCP) entre 2005 et 2020
- **Amélioration du socle de connaissances en QAI** depuis 15 ans
- **Multiplication des actions de sensibilisation** à la QAI du grand public et de l'ensemble des acteurs (guides, sites internet, quiz, outils interactifs, vidéos, etc.)
- Gestion Covid-19 avec recommandations (désinfection, pratiques d'aération) + évolution du rapport au logement (télétravail avec durée d'occupation plus importante et plus d'activités domestiques)



Conclusion

Conclusions (1/3)



- Une deuxième campagne nationale encore plus **riche en données** sur les polluants mesurés dans l'air et dans les poussières
- Une **contribution majoritaire des sources intérieures** pour de nombreux polluants (sauf benzène et NO_2 , avec une contribution extérieure plus fréquente, ou encore $\text{PM}_{2,5}$ avec une contribution extérieure du même ordre)
- **Baisse généralisée des niveaux de concentration en CNL2 par rapport à la CNL1** pour COV, ALD en particulier pour les composés chlorés TCE, PCE et PDCB (très peu détectés)
- **Influence des dispositifs réglementaires** (interdiction CMR, restrictions d'usage, étiquetage obligatoire, VGAI réglementaires)

Conclusions (2/3)



- Moins de logements avec **fumeurs**
- Augmentation des **actions de sensibilisation à la QAI**
- **Pas de variation significative pour le radon** entre CNL2 et CNL1
- ⚠ • **Quelques logements avec des niveaux très élevés** à un voire plusieurs polluants
- ⚠ • **Dépassement des valeurs de référence (VR) notamment pour les particules fines** (70 % des logements) et pour certains polluants (près de 8 % en radon, 6 % en formaldéhyde, 3 % en NO₂ et 1,4 % en benzène)
- **Nombreuses substances sans VR**, qui pour certaines ont un impact sanitaire suspecté (PE) → Besoin de développer des VR
- Des **niveaux comparables voire inférieures aux études internationales** (Europe et Amérique du Nord)

Conclusions (3/3)



- **Résultats individualisés** mis à disposition des **participants** avec positionnement par rapport aux VR et à la valeur médiane de la population et recommandations génériques
- Rapport avec les **premiers résultats complets en ligne** : <https://doi.org/10.82199/oqei-cn12-9xa1-n126>
- Mise à disposition de données sur data.gouv.fr :
 - CNL2 : <https://www.data.gouv.fr/datasets/campagne-nationale-logement-2/>
 - CNL1 : <https://www.data.gouv.fr/datasets/campagne-nationale-logement-1/>





Perspectives

- Niveaux de concentration en **pesticides dans l'air et dans les poussières** des logements (fin 2025)
- Présence de **moisissures dans les logements**
- Etat de la **ventilation dans les logements**
- Recherche approfondie des **facteurs explicatifs** des concentrations de polluants
- Analyse de la **variabilité court-terme** de la QAI (profils capteurs)
- Données permettant l'actualisation des **évaluations d'impact sanitaire**
- Données en appui à la recommandation de **valeurs de gestion** par le HCSP



Merci à nos financeurs



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

*Liberté
Égalité
Fraternité*



MINISTÈRE
DU TRAVAIL
DE LA SANTÉ
ET DES SOLIDARITÉS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Financement spécifique au prélèvement et à
l'analyse des pesticides dans l'air et les
poussières





Merci pour votre attention

Recrutement



Enquêteurs



Laboratoires





MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Observatoire de la **qualité**
des **environnements intérieurs**



www.oqei.fr



CSTB
le futur en construction