

Campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur dans les établissements sanitaires et médico-sociaux

Premiers résultats de la campagne nationale « ESMS »

Pierre Bonnet, Sutharsini Sivanantham, Anthony Grégoire, Olivier Ramalho, Mélanie Nicolas,
Pauline Turk et Corinne Mandin

- **Contexte et objectif de la campagne nationale « ESMS »**
- **Enquêtes terrain**
 - Choix des substances
 - Matériels et méthodes
 - Recrutement des établissements
 - Caractéristiques de l'échantillon final
- **Premiers résultats**
 - Concentrations intérieures mesurées
 - Focus ventilation/aération
 - Focus produits de nettoyage
 - Profils de pollution de l'air intérieur dans les ESMS
- **Conclusion**



Opérer la surveillance réglementaire de la QAI dans les ESMS en 2023

Personnes âgées

En structure
hospitalière

Autres établissements
(EHPAD, résidences
autonomie)

Personnes handicapées

Etablissements pour
l'enfance et la jeunesse

Etablissements pour
adultes



①

Base de connaissance des établissements et
de leurs environnements : 2017, enquête
nationale descriptive



②

Protocole d'observation et de mesure de
la qualité de l'air intérieur dans environ
100 établissements



③

Premières données
relatives à la QAI et
au confort

- **Recrutement d'une centaine d'établissements tirés au sort**
- **4 équipes de techniciens-enquêteurs formés**
- **Début des enquêtes en mars 2019**
- **Fin des enquêtes en mars 2021**

➤ Sélection de substances « classiques »

- NO₂
- PM_{2,5}
- COV et aldéhydes retenus pour les campagnes logements, écoles et bureaux

➤ Etude nationale descriptive des ESMS (2017)

- Forte utilisation de désodorisants, parfums d'ambiance et produits d'entretien
- Analyse des compositions des produits déclarés à partir des FDS
(VOCs in cleaning products used in age care and social facilities: Identification of hazardous substances ; DOI:[10.3934/environsci.2018.6.402](https://doi.org/10.3934/environsci.2018.6.402))
- 31 substances mesurables, dont certains terpènes

➤ Liste finale :

- 4 aldéhydes
- 23 COV par mesure passive
- 65 COV par mesure active



➤ Protocole de mesure (1 campagne par établissement)

	2 chambres	1 pièce de vie commune
Mesures actives	<ul style="list-style-type: none">• Particules en suspension (PM_{2,5}) par gravimétrie (durée: 7 jours, en continu)	<ul style="list-style-type: none">• Particules en suspension (PM_{2,5}) par gravimétrie (durée: 7 jours, programmation de 9h à 18h)• Composés organiques volatils (65 substances analysées, durée 6h, à J1)
Mesures passives (7 jours)	<ul style="list-style-type: none">• Composés organiques volatils (Radiello[®], 23 substances analysées)• Aldéhydes (Radiello[®], 4 substances analysées)• Dioxyde d'azote (Passam[®])	
Mesures en continu (7 jours)	<ul style="list-style-type: none">• Température• Dioxyde de carbone (CO₂)• Humidité relative	
Mesures ponctuelles	<ul style="list-style-type: none">• Débit d'air aux bouches de ventilation	



TEMPÉRATURE, HUMIDITÉ RELATIVE ET DIOXYDE DE CARBONE



Class'Air®

DÉBITS D'AIR EXTRAIT

FlowFinder®mk2



COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS

23 COV
sur Radiello® 145 (passif)



PARTICULES PM_{2,5}

(Méthode gravimétrique)



DIOXYDE D'AZOTE

Passam® (passif)



ALDÉHYDES

4 ALD sur Radiello® 165
(passif)



65 COV
sur Tenax® (actif)



➤ Questionnaire « établissement/bâtiment(s) »

- Données administratives de l'établissement
- Caractéristiques générales du (ou des) bâtiment(s)
- Occupation du (ou des) bâtiment(s)
- Chauffage et climatisation
- Problèmes d'humidité

➤ Questionnaires « Pièce de vie commune (PVC) / Chambres »

- Localisation, occupation et description générale
- Description des revêtements de sol, de plafond et muraux
- Description des ouvrants, aération, ventilation, chauffage et climatisation
- Assainissement, épuration de l'air intérieur et utilisation de désodorisants
- Description du mobilier
- Problèmes d'humidité
- Description de l'entretien et du nettoyage
- Perception du confort (questionnaire à destination des résidents)

➤ **Février 2019 à décembre 2020**

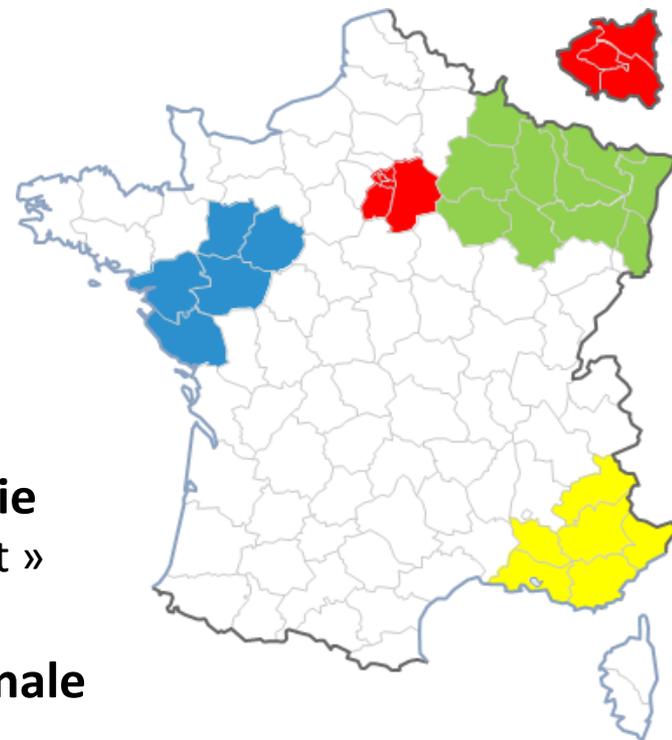
- Tirage au sort parmi les répondants à l'enquête nationale descriptive (2017)
- Repêchage parmi la base FINESS (non-répondants)
- Difficultés liées à la pandémie de COVID-19

➤ **4 régions, 3 zones climatiques :**

- Ile-de-France et Grand-Est : H1
- Pays de la Loire : H2
- Région PACA : H1/H2/H3

➤ **Croisement des variables : objectif par catégorie**
« zone géographique x type d'ESMS x environnement »

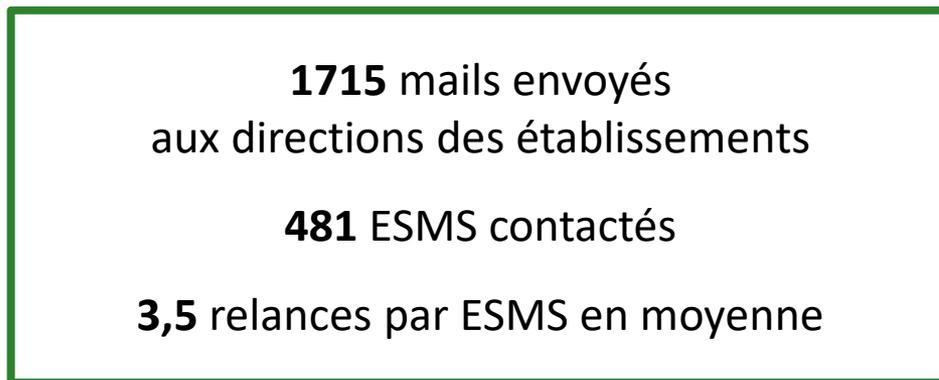
➤ **Urbain/rural au prorata de la répartition nationale**





➤ 97 établissements :

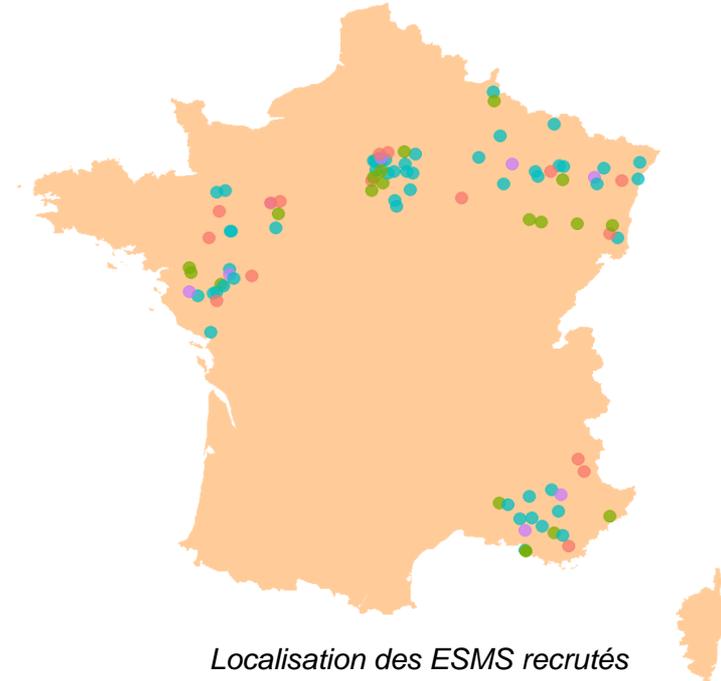
- 8 USLD
- 21 établissements pour enfants handicapés
- 17 établissements pour adultes handicapés
- 51 EHPAD



97 accords
(20%)

324 « sans réponse »
(67%)

60 refus
(13%)



*Localisation des ESMS recrutés
pour la campagne*

➤ Caractéristiques des 97 établissements enquêtés

	Echantillon Effectif (%)	Base FINESS Effectif (%)
Type d'établissements enquêtés		
Unités de soins longue durée	8 (8 %)	598 (3%)
Etablissements pour enfants handicapés	21 (22 %)	2 435 (13%)
Etablissements pour adultes handicapés	17 (17%)	4 993 (27%)
EHPAD	51 (53%)	10 406 (56%)
Statut de l'établissement		
Établissements privés à but lucratif	6 (6 %)	1 982 (11%)
Établissements privés à but non-lucratif	60 (62 %)	10 117 (55%)
Établissements publics	31 (32%)	6 333 (34%)
Environnement de l'établissement sanitaire et médico-sociaux		
Urbain	72 (74 %)	14 656 (80%)
Rural	25 (26 %)	3 771 (20%)



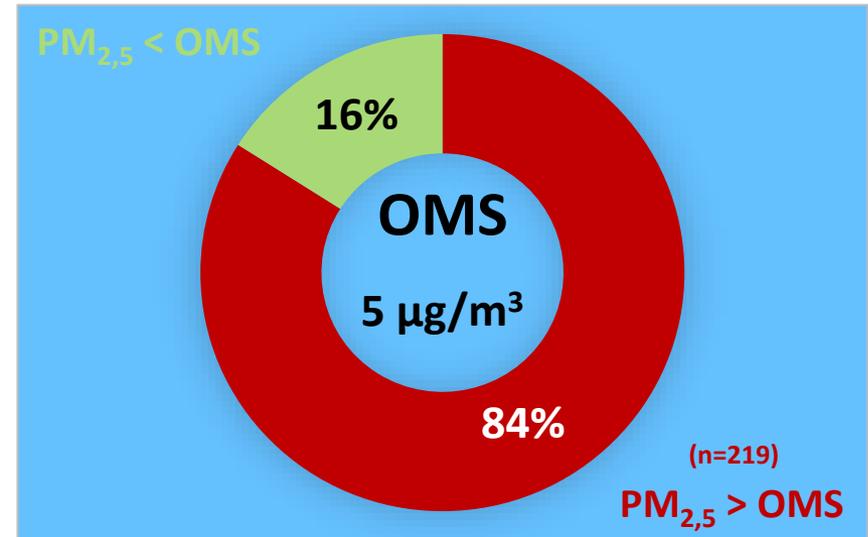
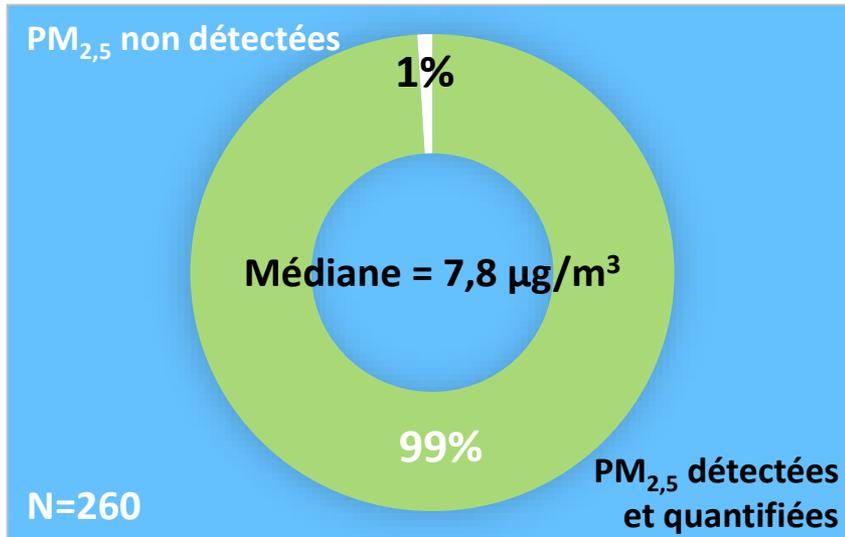
Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CSTB
le futur en construction

Etat descriptif de la qualité de l'air intérieur dans les ESMS



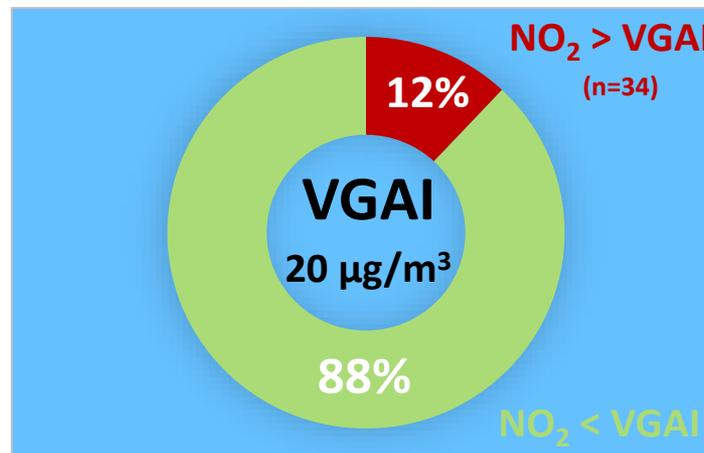
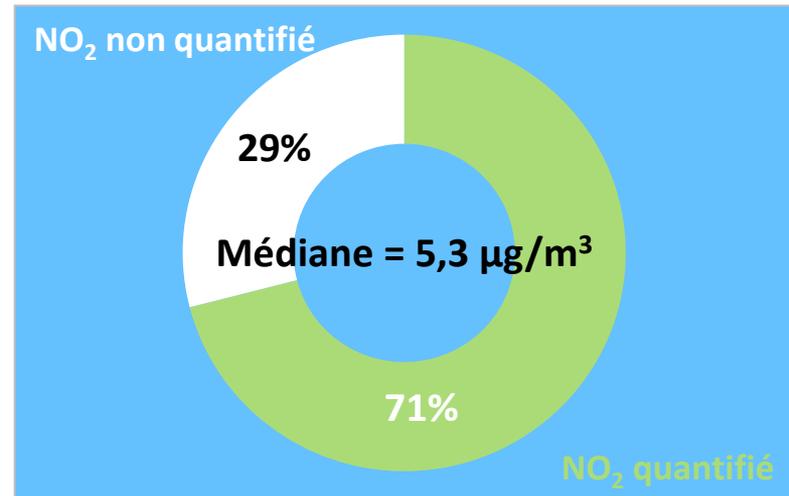
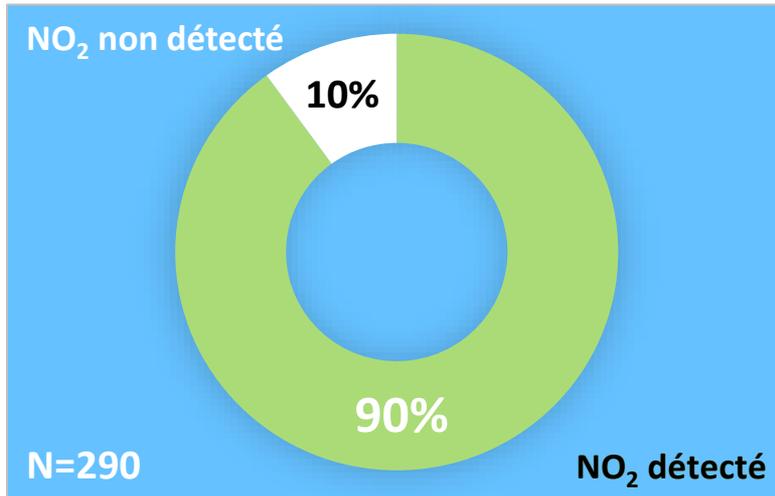
➤ Distribution des concentrations en PM_{2,5} dans les ESMS



- ⇒ Concentrations en PM_{2,5} quantifiées dans 99 % des pièces investiguées
- ⇒ Médiane = 7,8 µg/m³
- ⇒ 84 % > 5 µg/m³, valeur guide de l'OMS pour une exposition à long terme (22 septembre 2021), soit 96 % des établissements

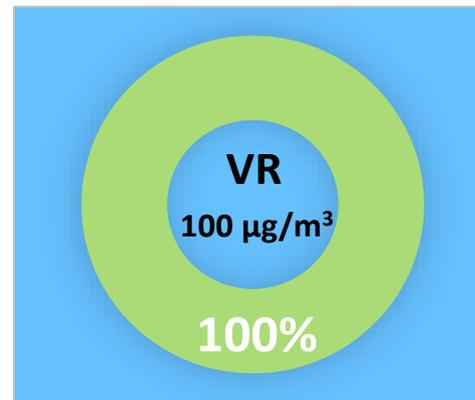
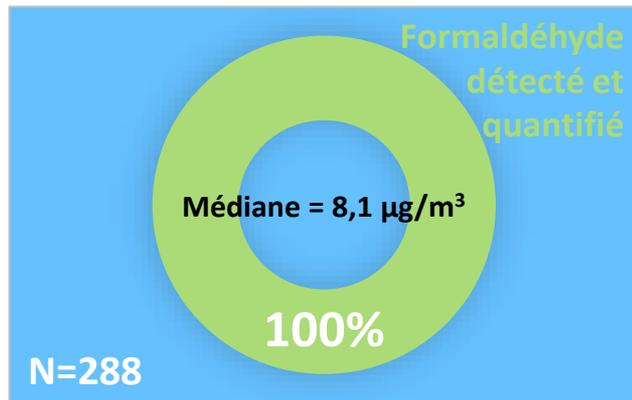


➤ Distribution des concentrations en NO₂ dans les ESMS

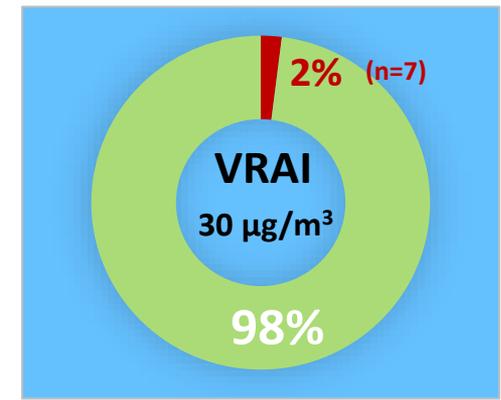




➤ Distribution des concentrations en formaldéhyde dans les ESMS

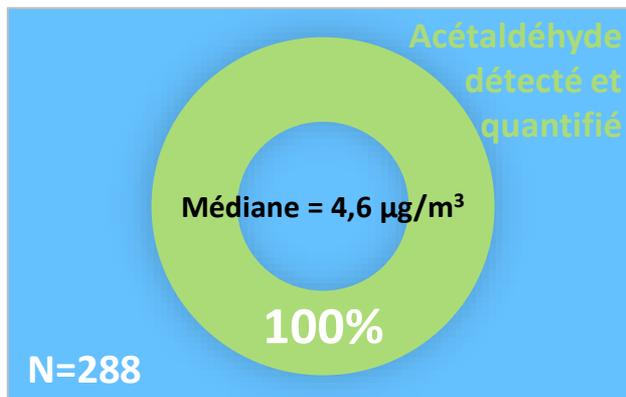


Comparaison à la valeur réglementaire
de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



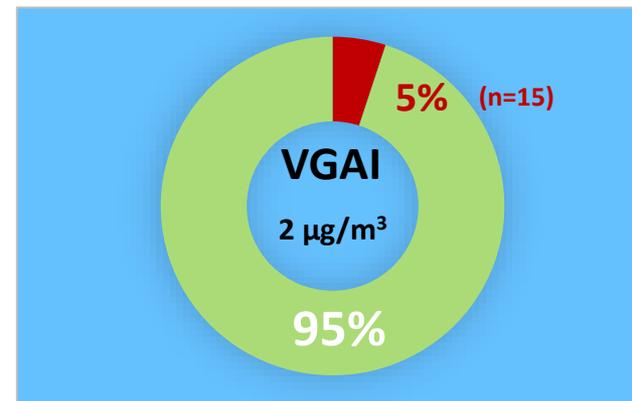
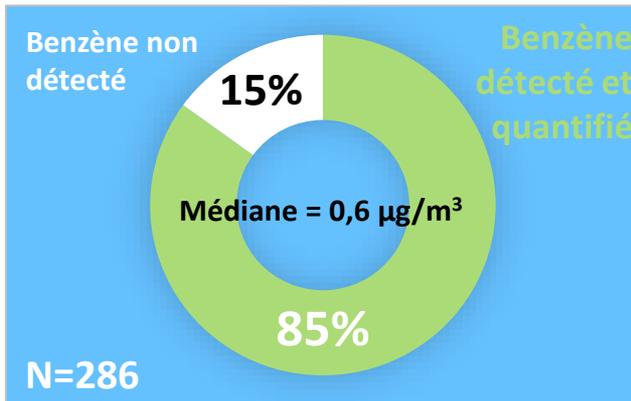
Comparaison à la valeur repère d'aide à
la gestion de la QAI de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

➤ Distribution des concentrations en acétaldéhyde dans les ESMS

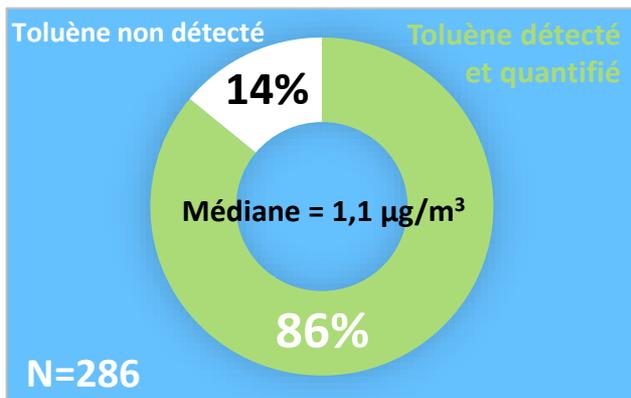




➤ Distribution des concentrations en benzène dans les ESMS

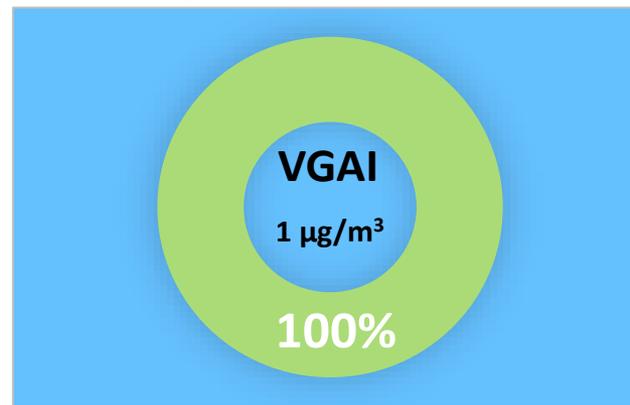
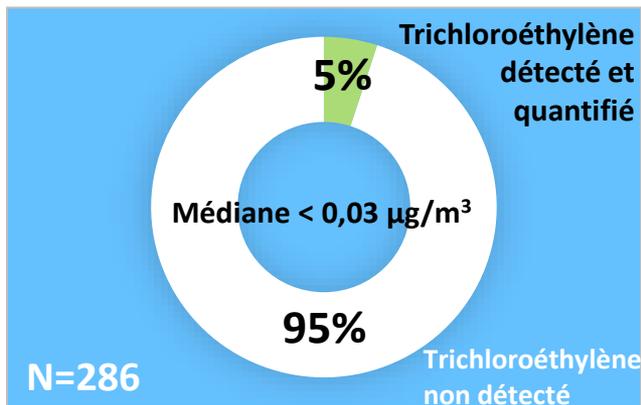


➤ Distribution des concentrations en toluène dans les ESMS

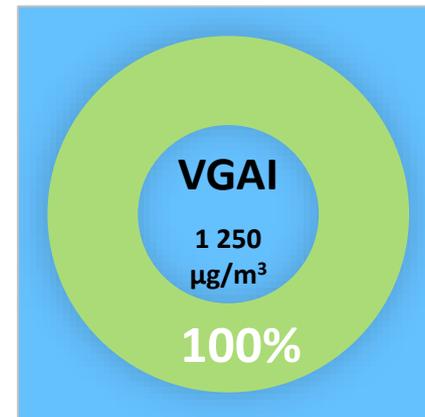
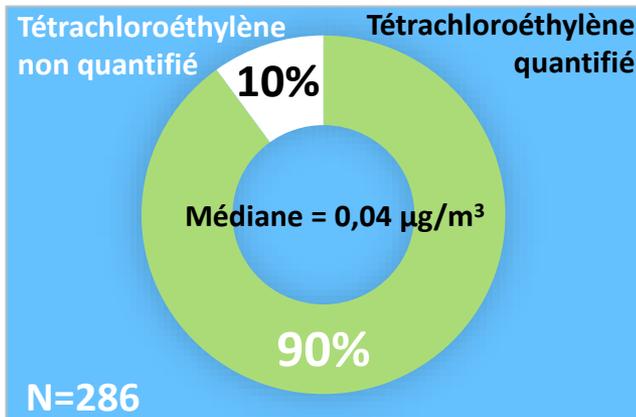
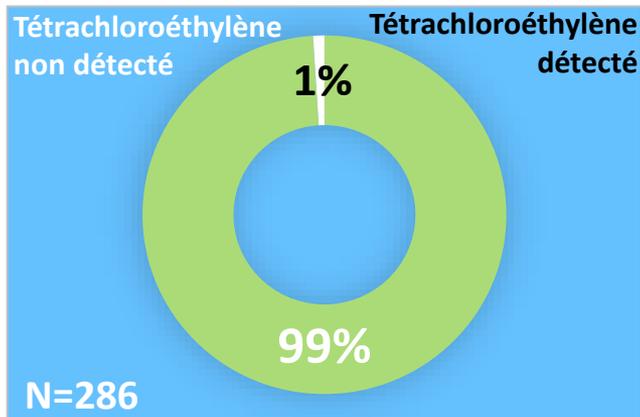




➤ Distribution des concentrations en trichloroéthylène dans les ESMS



➤ Distribution des concentrations en tétrachloroéthylène dans les ESMS



COV « actifs » les plus fréquemment détectés

COV – Prélèvements actifs	% > LD
Limonène	82%
6-methyl-5-hepten-2-one	82%
Nonanal	80%
alpha-pinène	78%
Toluène	77%
Decamethylcyclopentasiloxane (D5)	77%
Decanal	76%
Eucalyptol	65%
Dodecamethylcyclohexasiloxane (D6)	65%
Ethylbenzène	64%

LD : limite de
détection

- Présence de **terpènes** (désodorisants, parfums dans les produits d'entretien)
- Présence de **siloxanes** (cosmétiques et produits d'hygiène)



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CSTB
le futur en construction

Focus Ventilation/aération



➤ Système de ventilation

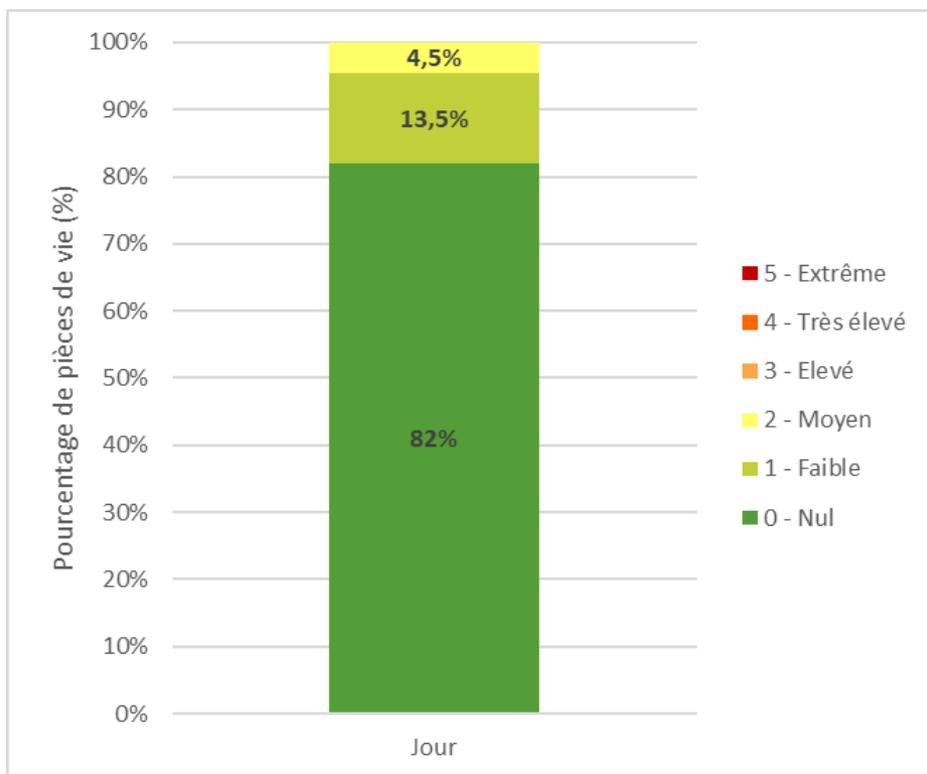
Système de ventilation	Effectif	%
Aucun système de ventilation	30	10,3 %
Ventilation naturelle	3	1,0 %
VMC simple flux	193	66,3 %
VMC double flux	50	17,2 %
Non renseigné	15	5,2 %
Total	291	100%

➤ Système d'épuration de l'air intérieur

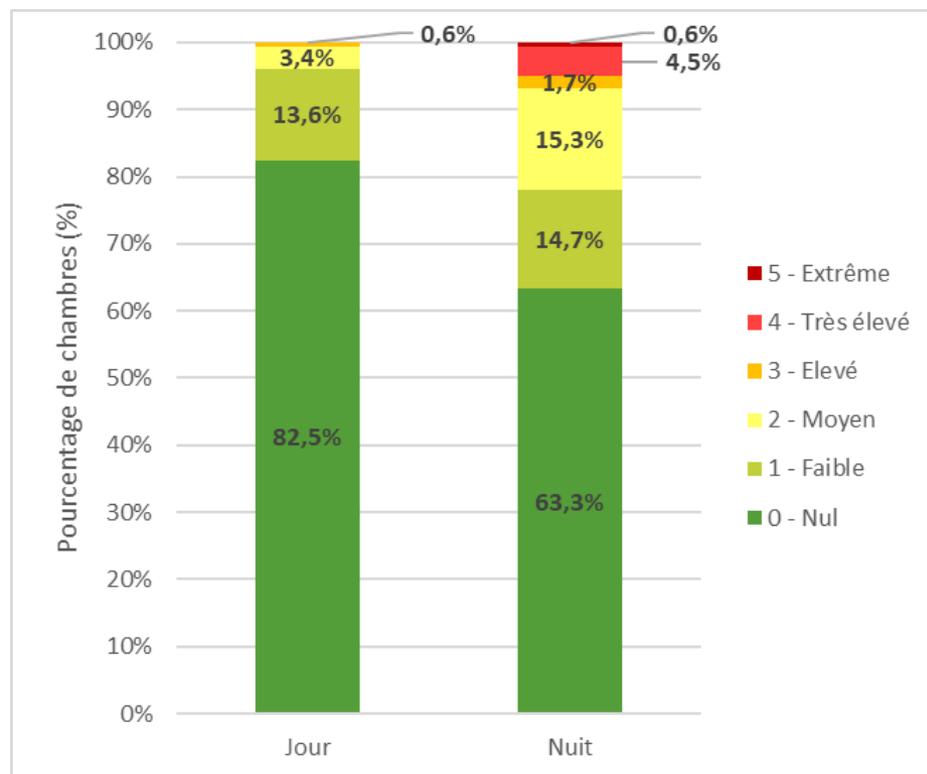
Présence d'un système d'épuration de l'air intérieur ?	Effectif	%
Oui	0	0%
Non	291	100%



➤ Indice de confinement de l'air intérieur ICONE et renouvellement de l'air intérieur



Répartition des **pièces de vie** en fonction de leur indice ICONE en journée (n=89)



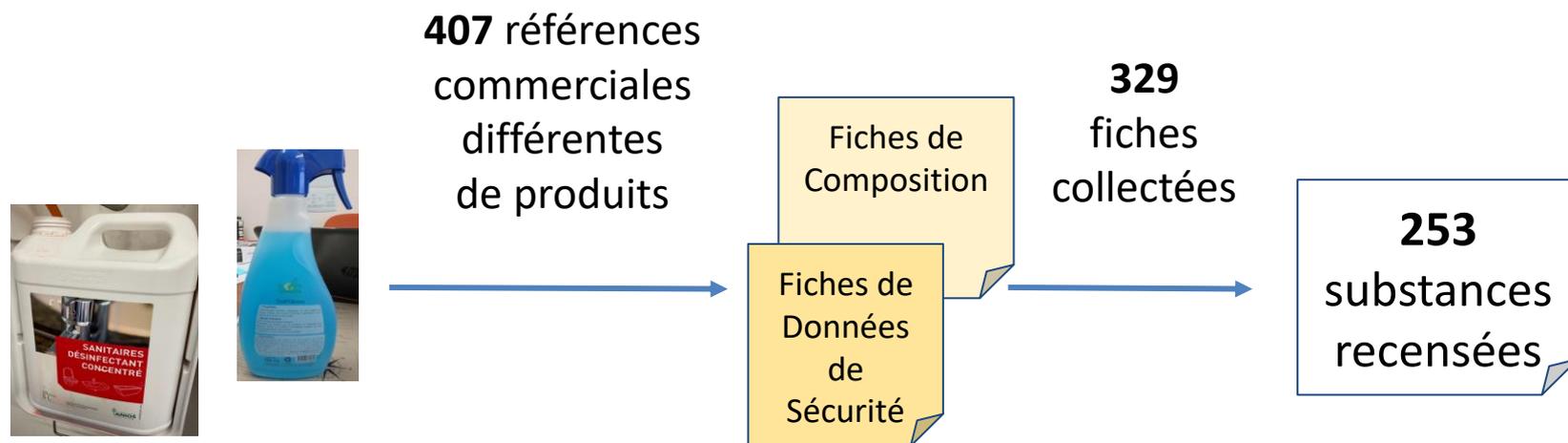
Répartition des **chambres** en fonction de leur indice ICONE et de la période de mesure (n=177)



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CSTB
le futur en construction

Focus Produits de nettoyage



- **9 substances sont classées cancérigènes ou mutagènes** (certaines, probables ou possibles)
- **32 substances sont reprotoxiques ou classées perturbateur endocrinien** (avéré ou suspecté)
- **5 substances présentent une toxicité chronique**
- **15 substances sont des sensibilisants cutanés ou respiratoires**



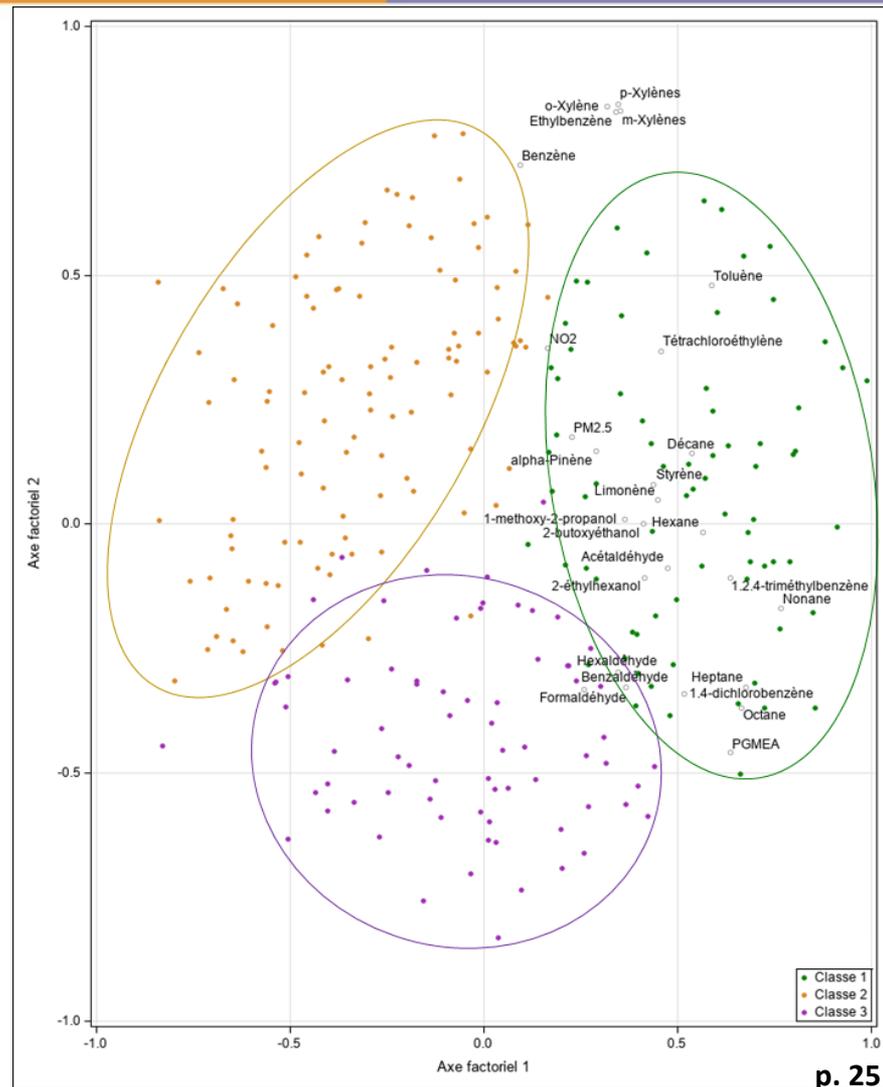
Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CSTB
le futur en construction

Profils de pollution de l'air intérieur dans les ESMS

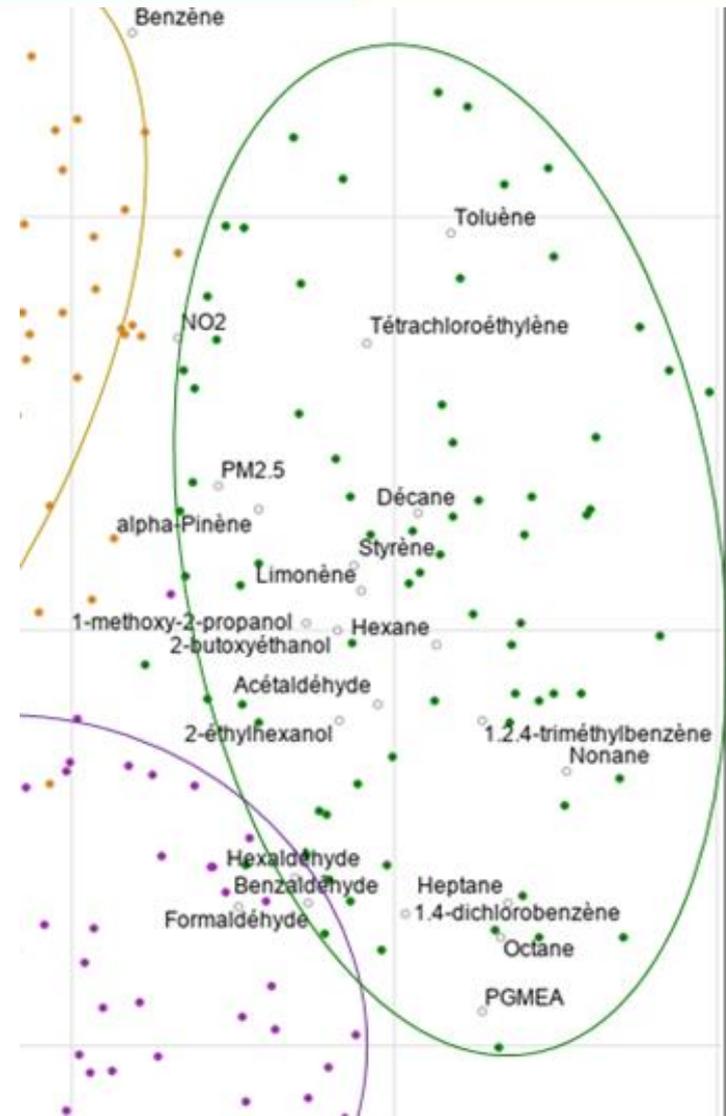
Recherche des groupes de pièces présentant des profils identiques de QAI

- Analyse en composantes principales (ACP)
- Classification mixte
 - Classification ascendante hiérarchique (CAH)
 - Déterminer le nombre optimal de classes
 - Méthode des K-means
 - Classification en **3 classes**
 - Taille des classes entre 72 et 107 pièces



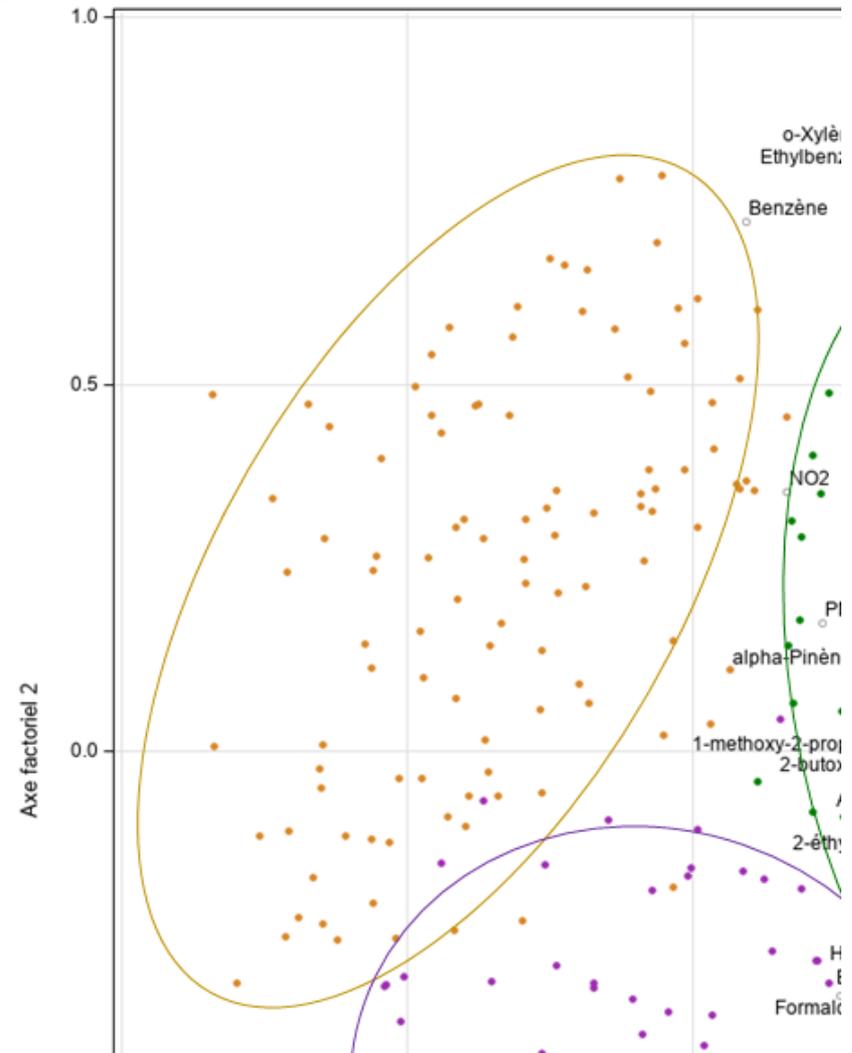


- **74 pièces (29 %)**
- Pièces **multipolluées**
- Concentrations plus élevées pour 25 polluants sur les 27 étudiés par rapport à l'échantillon total
- Pas de typologie de bâtiment particulière associée à cette classe



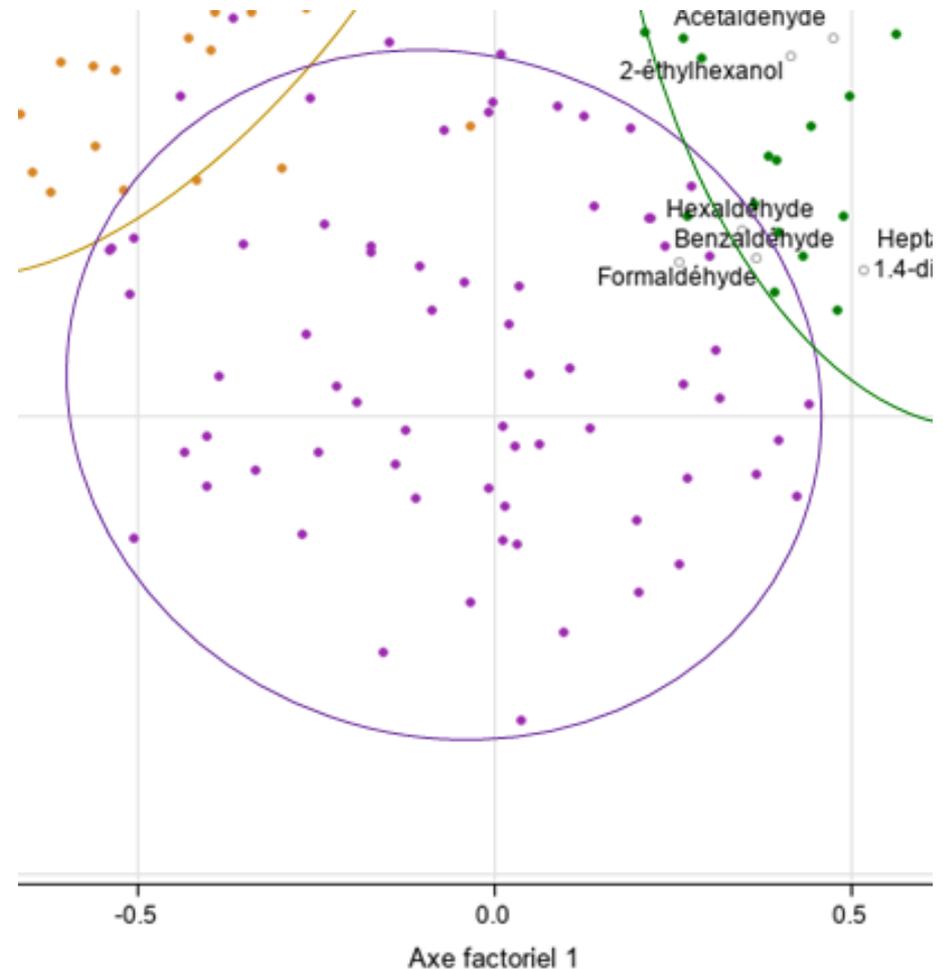


- **107 pièces (42 %)**
- Concentrations plus élevées en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (**BTEX**)
- Concentrations plus faibles :
 - ✓ En aldéhydes
 - ✓ Pour 11 COV dont notamment l'heptane, l'octane, le PGMEA, le nonane et le 1.2.4-triméthylbenzène
- EHPAD sous-représentés
- Etablissements pour l'enfance et la jeunesse handicapée sur-représentés
- Pièces principalement instrumentées en période de chauffe





- **72 pièces (28 %)**
- Concentrations plus élevées en PGMEA, heptane, octane, nonane et 1,2,4-triméthylbenzène
- Concentrations plus faibles :
 - ✓ En NO_2
 - ✓ Pour 12 COV dont (les BTEX)
- Etablissements pour l'enfance et la jeunesse handicapée sous-représentés
- Pièces principalement instrumentées hors période de chauffe



- La qualité de l'air intérieur en structures sanitaires et médico-sociales est un sujet de santé publique encore peu étudié
- Apport de connaissances sur la qualité des environnements intérieurs des ESMS
- Bâtiments présentant globalement une faible pollution de l'air intérieur et des valeurs guides peu souvent dépassées
- Vigilance sur l'utilisation des produits de nettoyage car certains contiennent des substances toxiques pour la santé humaine



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CSTB
le futur en construction

Merci de votre attention !

Remerciements aux financeurs de cette campagne nationale :
les ministères en charge de l'Environnement, de la Santé et du
Logement, et l'Agence de la transition énergétique (ADEME)