

Caractérisation de la qualité de l'air intérieur dans trois bâtiments construits ou réhabilités avec des matériaux biosourcés



06 novembre 2018, SPPPI

Raphaèle Deprost



REF: PROJ-EN-167

→ **Utilisation de « matériaux biosourcés » dans la construction et la rénovation des bâtiments de plus en plus fréquente afin d'améliorer leur qualité environnementale et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre.**

Exemple de matériaux : chanvre, paille, duvet de canard ou laine de mouton, en plus du bois couramment utilisé.

Points d'attention :

- **Emissions possibles de composés organiques volatils (COV) :** Le bois par exemple, en particulier les résineux, est une source de terpènes.
- **Amélioration de l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment :** limitation du renouvellement de l'air intérieur. Les systèmes de ventilation doivent être suffisants et les aérations régulières (confinement, moisissures).

Cette étude s'insère dans le cadre de l'action « **Agir pour une meilleure qualité de l'air intérieur auprès des publics sensibles** » du **Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE 3) de la région Grand Est**, et possède 2 phases : **phase 1** présentée ici et **phase 2** à venir.

- **donner des premières informations sur la qualité de l'air intérieur (QAI) dans des bâtiments biosourcés**
- Les bâtiments étudiés accueillent en outre de **jeunes enfants ou des personnes sensibles**.
 - Les résultats sont **comparés à valeurs de référence et/ou à de précédentes campagnes d'envergure** : Campagne OQAI – Logements (2004-2005), Campagne OQAI – BPE (à partir 2012), Campagne pilote écoles et crèches (MEDDE, 2009).

Il ne s'agit pas d'une évaluation exhaustive des matériaux biosourcés existants dans la construction, ni des différents types de bâtiments possibles, mais d'un premier triptyque.

Prise en compte pour les exploitations de :

- **l'influence du bâtiment à travers sa conception** (matériaux, isolation, système de ventilation, ameublement...) : mise en œuvre des **campagnes de mesures**
- **et de son occupation** (activités, mode de vie) : **questionnaires** sur les activités dans le bâtiment (**CEREMA**)

✓ **Maison d'habitation à Port sur Seille (54)**

- rénovation en 2015, avec isolation en ouate de cellulose pour le plancher et la toiture, et en laine de chanvre pour les murs extérieurs,
- ventilation mécanique simple flux,
- chaudière à fioul dans la cave, poêle à bois dans le séjour.



✓ **Centre périscolaire de Tendon (88) (25 enfants) :**

- ossature bois (hêtre local) avec isolation en paille et laine de bois,
- ventilation mécanique double flux,
- chauffage par un poêle à bûchettes de bois (radiateurs électriques en appoint).



✓ **Ecole élémentaire d'Ammertzwiler-Bernwiller (68)**

- construction achevée en 2016, bâtiment à ossature bois avec isolation en ouate de cellulose et laine de bois pour la toiture, et en paille pour les murs,
- ventilation mécanique double flux,
- sous station située dans un bâtiment annexe et reliée à une chaufferie communale biomasse au bois



Paramètres de confort	Autres polluants indicateurs des systèmes de chauffage et de ventilation	Polluants venant des matériaux de construction
Température Humidité relative CO ₂ Débits d'extraction d'air (CEREMA)	Particules en suspension NO ₂ Moisissures Radon	Limonène, Alpha-pinène, Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes, Styrène, Tétrachloroéthylène, 1 méthoxy-2-propanol, n-décane, Aldéhydes (formaldéhyde, hexaldéhyde, acétaldéhydes, etc.)

Tube passif dans une salle de classe pour la mesure des COV dont le benzène et des aldéhydes dont le formaldéhyde (Radiello) ou du NO₂ (Gradko)



Analyseurs (Q-Trak – CO₂ et Pdr – poussières) et questionnaire sur les activités pendant les campagnes

- Mesures sur 2 périodes d'une semaine dans l'année à 2 saisons distinctes (période de chauffe des bâtiments et période hors chauffe) : représentativité des conditions moyennes sur l'année permettant une comparaison par rapport à des valeurs de référence long terme
- Mesures réalisées en période d'activité (du lundi matin au vendredi après-midi) soit 4,5 jours pour les 2 ERP, et une semaine complète pour l'habitation.

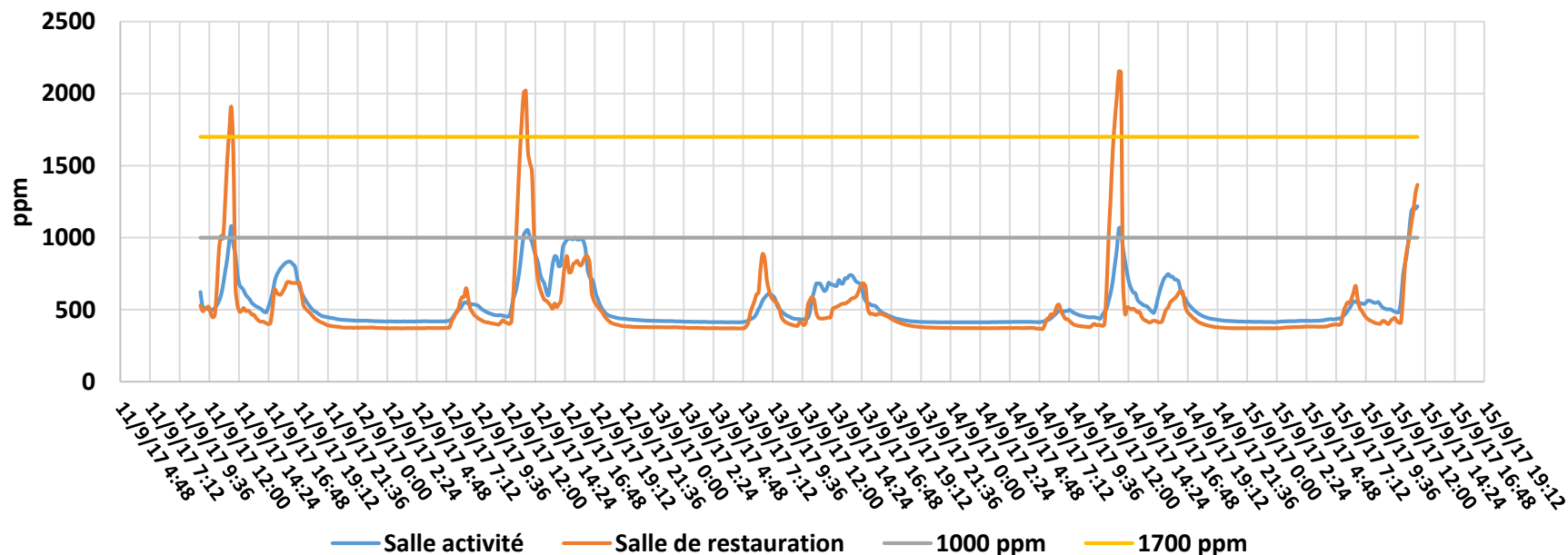
Bâtiment	Salles instrumentées	Dates campagne estivale	Dates campagne hivernale
Maison Port sur Seille	Pièce principale du rez-de-chaussée et la chambre des enfants	Du 9 au 16 août 2017	Du 6 au 13 février 2018
Périscolaire de Tendon	Salle de restauration et salle de périscolaire	Du 11 au 15 septembre 2017	Du 12 au 16 mars 2018
Ecole d'Ammertzwiller	Une salle de classe et une salle d'activités	Du 18 au 22 septembre 2017	Du 15 au 19 janvier 2018

- Règlement sanitaire départemental : dans un espace clos, limite de CO₂ à 1 000 ppm, avec une tolérance jusqu'à 1 300 ppm.
- On considère que le confinement est élevé à partir de 1700 ppm.

Maison individuelle de Port sur Seille : valeurs faibles (moyennes de 512 à 796 ppm). Lors de la campagne nationale logement la moyenne s'élevait à 756 ppm dans les chambres.

Périscolaire de Tendon :

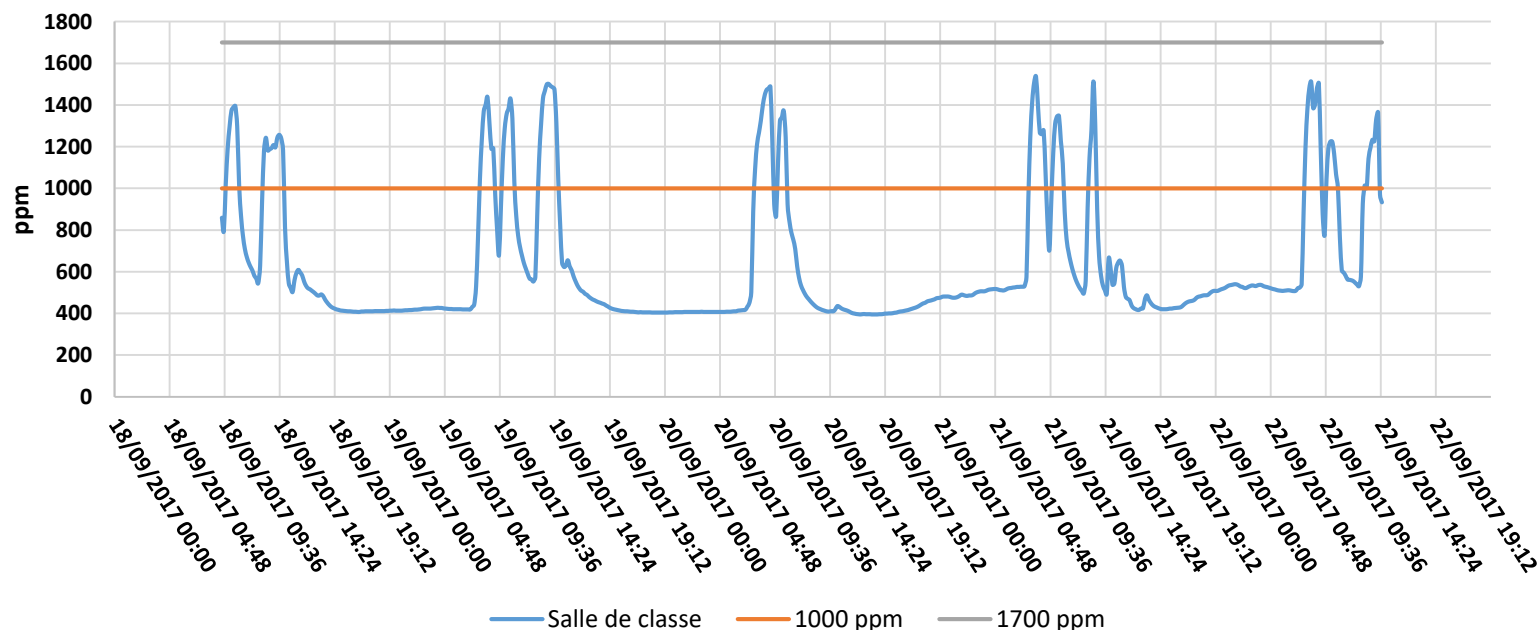
Evolution du CO₂ dans le périscolaire de Tendon durant la phase estivale



→ L'indice de confinement, appelé ICONE (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles), a été développé en 2008 par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).

Ecole à Ammertzwiller (68) :

Evolution du CO₂ dans la salle de classe à Ammertzwiller durant la phase estivale



Satisfaisant mais des valeurs de CO₂ qui dépassent parfois 1000 ppm. Indice de confinement de 2 sur 5 : confinement moyen.

Autres résultats pour les paramètres de confort

Renouvellement d'air :

Port Sur Seille : Les pressions mesurées ne se trouvent pas dans les plages annoncées par le fabricant pour le système de ventilation. Les débits sont insuffisants (entrées d'air insuffisantes, portes peu ou pas détalonnées).

Tendon : Aération insuffisante : arrêt du système de ventilation à la pause déjeuner pour des raisons acoustiques, asservissement au taux de CO₂ qui ne semble pas fonctionner, et système globalement sous-dimensionné. Nécessité de l'intervention de personnel compétent.

Ammertzwiller : Débits de ventilation parfois inférieurs à ce qui est prévu.



Anémomètre à hélice et cône de mesure (TESTO)

Taux d'humidité :

Port Sur Seille : dans les plages de préconisation, parfois élevés en période estivale, ce qui peut favoriser le développement des bactéries et de microchampignons.

Tendon : dans les plages de préconisation, parfois faibles lors de la campagne hivernale ce qui peut ponctuellement favoriser un inconfort des usagers.

Ammertzwiller : dans les plages de préconisation, parfois un peu faibles lors de la campagne estivale (VMC ?).

Températures :

Port Sur Seille : dans les plages de préconisations, parfois élevées dans le salon en lien avec la présence du poêle à bois.

Tendon : dans les plages de préconisations.

Ammertzwiller : dans les plages de préconisations, parfois élevées en été (exposition sud).

- Classé cancérogène avéré par le CIRC (groupe 1)
- Valeur guide de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ depuis 2015 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir de 2023) et valeur limite de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Campagne nationale écoles et crèches : 71 % des établissements avec une concentration moyenne comprise entre 10 et 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bâtiment	Pièce	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maison Port sur Seille	Salon/Cuisine	12,7
	Chambre	16
Périscolaire Tendon	Salle à manger	8,4
	Salle d'activité	8,2
Ecole d'Ammertzwiller	Salle de classe	15,9
	Motricité	9,3

→ Concentrations inférieures à la valeur guide.

- Pas de valeurs réglementaires, des valeurs dites de référence
 - Acétaldéhyde : L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail (ANSES) a établi une valeur guide long terme : $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Médiane de la campagne logements pour l'acétaldéhyde : $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
-
- **Port sur Seille** : aldéhydes été mis en évidence (présence de bois traité) : concentrations de 16 à $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'acétaldéhyde et de 21 à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'hexaldéhyde.
 - **Tendon** : Certains composés présents plus fortement que ce qui est habituellement mesuré dans les espaces clos (hexaldéhyde 62 et $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans chaque salle en hiver et acétaldéhyde 32 et $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en lien avec la présence de nombreux matériaux bois dans le bâtiment.
 - **Ammertzwiller** : Concentrations de l'ordre de 6 à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en hexaldéhyde, et de 5 à $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en m+p-xylène (activités manuelles).



- Classé cancérogène avéré par le CIRC (groupe 1)
- Valeur guide de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Lors de la campagne nationale écoles et crèches, 46,2 % des établissements ont présenté une concentration moyenne inférieure à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La campagne logement présentait une médiane de 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bâtiment	Pièce	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maison Port sur Seille	Salon/Cuisine	1,1
	Chambre	1,3
	Extérieur	1,2
Périscolaire Tendon	Salle à manger	0,8
	Salle d'activité	1,1
	Extérieur	0,9
Ecole d'Ammertzwiler	Salle de classe	1,3
	Motricité	1
	Extérieur	0,9

Concentrations inférieures à la valeur guide

Terpènes :

Port sur Seille :

- niveaux de polluants faibles pour la majorité des polluants chimiques hormis le limonène (12 à 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – utilisation d'huiles essentielles) et d'alpha-pinène (5 à 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – présence de bois).

Tendon :

- Certains composés de la famille des terpènes présents plus fortement que ce qui est habituellement mesurés dans les espaces clos.
- Hormis le limonène, la présence de ces composés est due à la présence de nombreux matériaux bois dans le bâtiment (alpha-pinène 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 580 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans chaque salle en hiver).
- Pour le limonène (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans chaque salle en hiver), il s'agit d'un produit d'entretien qui a été utilisé durant la campagne.

Ammertzwiler :

- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en alpha-pinène

→ Présence d'alpha-pinène dans les logements à ossature bois et/ou présentant du mobilier bois mise en évidence Lors de la campagne BPE (Bâtiments Performants en Energie) initiée par l'OQAI dans 72 logements.

Autres COV :

Valeurs faibles dans les trois bâtiments.

→ Objectif cible en air intérieur recommandé par le HCSP (Haut conseil de la santé publique) de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (repère pour 2018).

Bâtiment	Pièce	Concentration moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maison Port sur Seille	Salon/Cuisine	18,9 (hiver)
	Chambre	14,1 (hiver)
Périscolaire Tendon	Salle à manger	3,8 (hiver)
	Salle d'activité	5 (hiver)
Ecole d'Ammertzwiller	Salle de classe	4,7 (hiver)
	Motricité	< limite de détection

- Concentrations inférieures à l'objectif cible en air intérieur pour Ammertzwiller et Tendon.
- Concentrations légèrement supérieures à la valeur repère pour Port-sur-Seille, corrélées avec les activités de cuisson et de ménage.

Valeur guide long terme de l'ANSES de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bâtiment	Pièce	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maison Port sur Seille	Salon/Cuisine	4,8
	Chambre	3,2
	Extérieur	13,2
Périscolaire Tendon	Salle à manger	16,5
	Salle d'activité	15,6 (hiver)
	Extérieur	19,7 (route RD11 à proximité)
Ecole d'Ammertzwiller	Salle de classe	15,5
	Motricité	20,4
	Extérieur	18,5

Concentrations inférieures à la valeur guide long terme de l'ANSES (moyenne des 2 pièces instrumentées).

Moisissures (faculté de médecine de Nancy) :

Port sur Seille : Contamination forte (560 à 620 Unités Formant Colonies (UFC) par m³) observées dans le salon et la chambre, espèces rencontrées habituellement dans l'habitat.

Tendon : Contamination faible (70 à 130 UFC par m³).

Ammertzwiller : Contamination moyenne dans les 2 pièces (300 à 350 UFC par m³), à forte dans les sanitaires (manque d'aération et/ou mauvaise mise en œuvre du mur exposé au nord).

Radon

Port sur Seille : valeur de 147 Bq/m³ inférieure à la valeur limite de référence de 300 Bq/m³

Tendon : valeur faible de 30 Bq/m³

Ammertzwiller : valeur faible de 25 Bq/m³

→ **Des concentrations globalement faibles et qui ne montrent pas de pollution spécifique en lien avec l'utilisation de matériaux biosourcés**

Quelques points d'attention :

- Problèmes de renouvellement d'air : recommandations faites,
- Impact de la cuisson et des activités ménagères (et dans une moindre mesure du poêle à bois) sur les concentrations en PM_{2,5} dans l'habitation,
- Utilisation d'huiles essentielles à diminuer dans l'habitation,
- Présence d'alpha-pinène, d'héxaldéhyde en lien avec l'utilisation de bois,
- Concentrations faibles pour le radon dans les 3 bâtiments et pour les moisissures à Tendon.

Pistes de bâtiments pour la phase 2 :

- Fegersheim, Troyes, Plombières (gîte/chambre d'hôtes) ?
- Maison d'un particulier rénovée avec béton de chanvre entre la Haute-Marne et les Vosges ?

A votre disposition pour répondre à vos questions

Raphaèle DEPROST – Responsable Unité Projets ATMO Grand Est
Tel : 03 88 19 27 74 - Mail : raphaele.deprost@atmo-grandest.eu

Bérénice JENNESON – Référente Bâtiment ATMO Grand Est
Tel : 03 87 74 59 38 - Mail : berenice.jenneson@atmo-grandest.eu

