



Contexte

L'air intérieur peut contenir des centaines de substances différentes, provenant de l'extérieur ou émises par les matériaux, le mobilier, les occupants, les équipements électriques, les produits d'entretien et tout autre type de produits de consommation.

Dans ce domaine, la définition des polluants d'intérêt prioritaire est une problématique centrale.

Dans le cadre de la thèse de doctorat de Guillaume Sérafin, une hiérarchisation des polluants dans l'air intérieur des immeubles de bureaux a été réalisée en croisant les données de concentrations récemment publiées dans la littérature scientifique avec les données toxicologiques des substances chimiques.

Ainsi, pour aller plus loin dans l'analyse, le LaSIE de La Rochelle Université, Atmo Nouvelle-Aquitaine, l'observatoire régional de l'air en Nouvelle-Aquitaine, et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), se sont associés pour réaliser des mesures détaillées de qualité de l'air dans 30 immeubles de bureaux répartis sur le territoire de Nouvelle-Aquitaine.

Cette étude innovante a été réalisée dans 30 immeubles de bureaux en Nouvelle-Aquitaine, entre septembre 2018 et juin 2019. L'objectif de ces mesures était de compléter les connaissances sur la qualité de l'air intérieur dans les espaces de bureaux, encore peu documentées pour certaines substances.

Sites étudiés

30 immeubles de bureaux ont été recrutés en Région Nouvelle-Aquitaine sur la base d'une démarche volontaire de leur propriétaire et/ou locataire. Et dans chacun de ces immeubles, plusieurs bureaux de différentes configurations ont été investigués, portant l'échantillon total à une centaine de pièces.

Moyens & méthodologie

Plusieurs paramètres et substances appartenant à différentes familles de polluants de l'air ont été recherchés dans le cadre de POEME :

- Aldéhydes,
- Composés Organiques Volatils (COV),
- Composés Organiques Semi-Volatils (COSV),
- Particules fines (PM_{2,5}),
- Métaux dans les particules en suspension,
- Potentiel oxydant (PO) des particules en suspension,
- Dioxyde de carbone (CO₂) et renouvellement d'air.

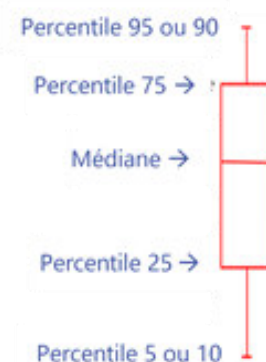
Les COV, aldéhydes, COSV et PM_{2.5} ont été prélevés par pompage sur un support (filtre, mousse ou autre adsorbant en fonction de la substance). Les métaux ont été analysés sur les filtres PM_{2.5}.

Le CO₂ a été mesuré par des analyseurs en continu.

Le potentiel oxydant (PO) définit la capacité des particules à générer des espèces réactives, qui induisent un stress oxydant dans les cellules pulmonaires. Le PO est ainsi un indicateur de la toxicité des particules. Ce paramètre a été mesuré selon trois méthodes : « DTT » (à base de dithiothréitol), « AA » (à base d'acide ascorbique) et « DCFH » (à l'aide d'une sonde fluorescente 2,7-dichlorofluoresceine).

Les concentrations mesurées sont présentées sous forme de « boxplot », aussi appelé « boîte à moustaches ». La médiane est la valeur qui partage l'échantillon en deux : 50 % des concentrations sont inférieures à cette valeur et 50 % sont supérieures. Un percentile P5, P10, P25, etc., indique que 5%, 10%, 25%, etc., des concentrations mesurées sont inférieures à cette valeur.

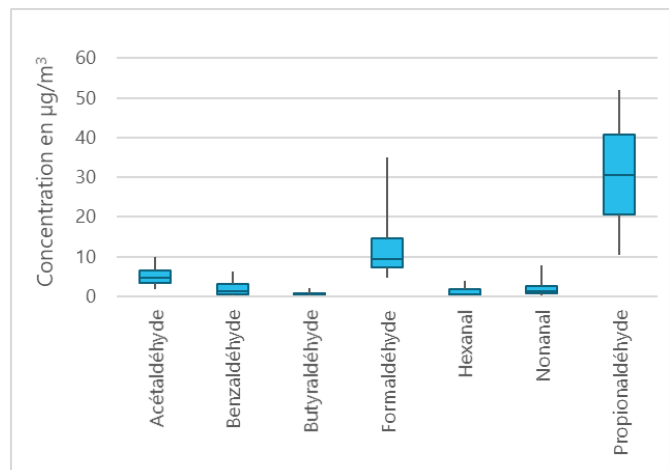
Lecture d'un boxplot



Principaux résultats

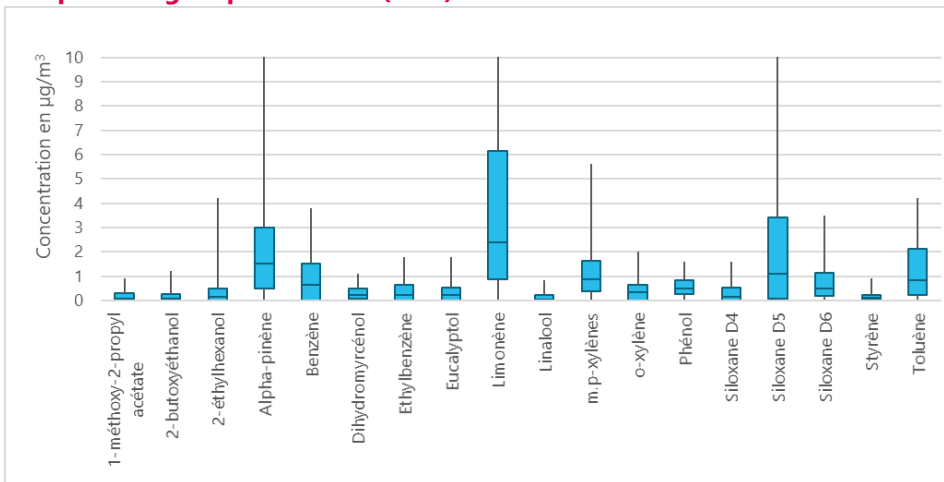
Aldéhydes

Le propionaldéhyde et le formaldéhyde sont présents en concentrations plus élevées. Parmi les aldéhydes qui possèdent des valeurs de référence (acétaldéhyde, benzaldéhyde, formaldéhyde, hexanal et nonanal), seule la valeur pour le formaldéhyde est dépassée dans 10% des espaces de bureaux. Le propionaldéhyde peut être émis par les désinfectants et les produits d'entretien. Les principales sources de formaldéhyde en air intérieur sont les matériaux de construction et de décoration ainsi que le mobilier.



Distribution des concentrations en aldéhydes (n=101)
 (extrémités du boxplot : P5 et P95)

Composés Organiques Volatils (COV)



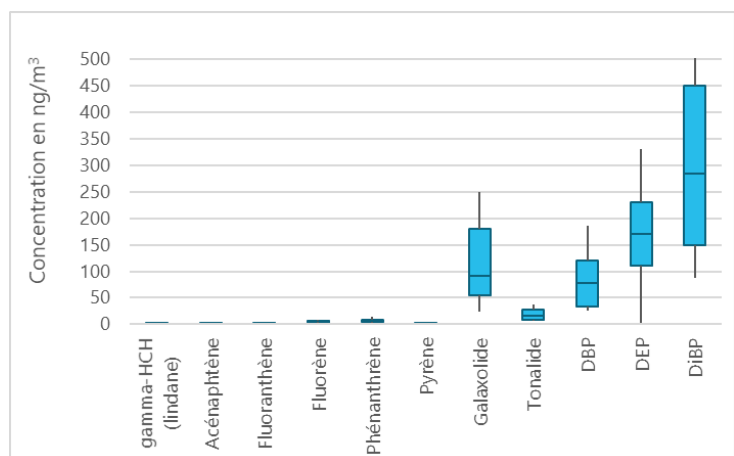
Distribution des concentrations en COV (n=102) (extrémités du boxplot : P5 et P95)

Les concentrations en COV sont globalement faibles. Les concentrations les plus élevées sont observées pour les siloxanes et les terpènes (limonène, α -pinène). La valeur limite de qualité de l'air intérieur disponible pour le benzène est dépassée dans 15% des espaces de bureaux et celle pour le limonène dans 1 % des espaces de bureaux. Les siloxanes sont présents dans les produits d'hygiène et les cosmétiques. Les produits d'entretien parfumés, les parfums d'ambiance et le bois

sont des sources de terpènes en air intérieur. De plus, deux composés chlorés sont détectés dans l'air des bureaux alors qu'ils sont classés cancérigènes probables chez l'Homme. Il s'agit du 1,2,3-trichloropropane (détecté dans 8 % des espaces de bureaux) et du dichlorométhane (détecté dans 86 % des espaces de bureaux). Ces deux composés chlorés font partie de la liste des 21 substances que l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) a retenu comme composés d'intérêt prioritaire dans le cadre d'un étiquetage des meubles.

Composés Organiques Semi-Volatils (COSV)

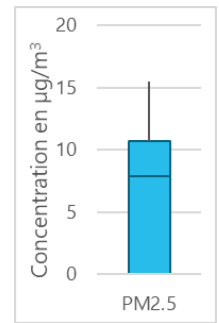
Les concentrations les plus élevées sont observées pour les phtalates DBP, DiBP et DEP et les muscs synthétiques galaxolide et tonalide. Il n'existe pas de valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour les COSV. Les principales sources de phtalates sont les matières plastiques souples (notamment les revêtements de sol). Les muscs peuvent être émis par les fragrances contenues dans les savons, parfums et produits de nettoyage. De plus, le lindane, insecticide organochloré interdit d'usage agricole depuis 1998 et de tout usage depuis 2008, est quantifié dans 73 % des bureaux.



Distribution des concentrations en COSV (n=30) (extrémités du boxplot : P10 et P90)

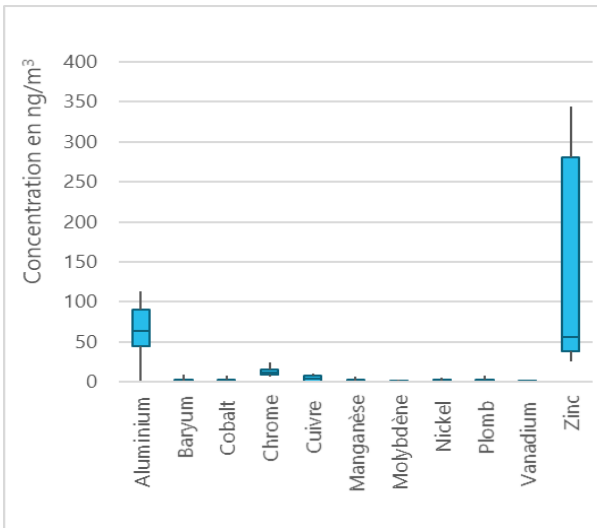
Particules fines (PM_{2,5})

Les concentrations en PM_{2,5} sont faibles, avec une médiane égale à 8 µg/m³. Les concentrations en PM_{2,5} n'ont pas été mesurées dans la campagne nationale "Bureaux" de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. A titre de comparaison, la médiane des concentrations en PM_{2,5} dans les logements en France est égale à 19 µg/m³.



Distribution des concentrations en PM_{2,5} (n=27) (extrémités du boxplot : P10 et P90)

Métaux dans les particules en suspension

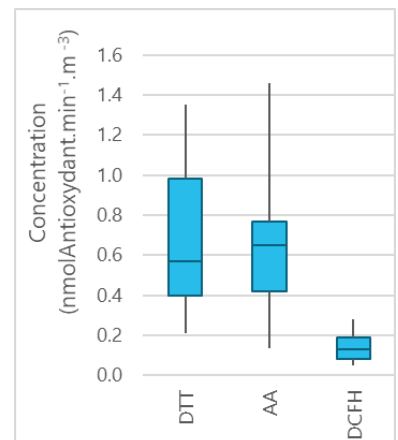


Distribution des concentrations en métaux dans les particules en suspension (n=25) (extrémités du boxplot : P10 et P90)

Les éléments métalliques majeurs (aluminium, baryum et fer) sont d'origine terrigène (arrachés de la terre par l'érosion) et sont donc possiblement associés à du réenvol de poussières extérieures, qui pénètrent ensuite dans les bâtiments. Pour les métaux qui possèdent des valeurs de référence (arsenic, cadmium, nickel, plomb), un dépassement de la valeur est observé pour l'arsenic dans un espace de bureaux et pour le cadmium dans un autre espace de bureaux. Pour les autres métaux, le zinc, le cuivre et le chrome sont ceux qui présentent les concentrations les plus élevées. La source majeure atmosphérique de ces éléments est liée au trafic routier, à savoir les particules diffuses émises par les plaquettes et disques de frein ainsi que l'usure des pneus. La présence de ces métaux dans les espaces de bureaux est donc probablement liée au transfert dans le bâtiment d'air provenant de l'extérieur. Le zinc peut aussi provenir des émissions industrielles, du chauffage résidentiel, de certaines peintures ou des cosmétiques.

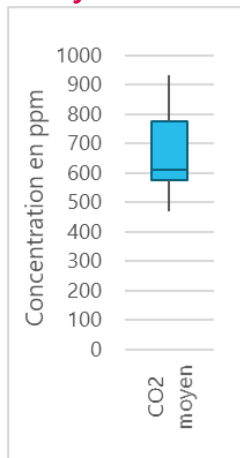
Potentiel oxydant

Le potentiel oxydant n'étant pas une mesure règlementée à ce jour, il n'existe pas de valeur limite ou cible à ne pas dépasser. On sait néanmoins caractériser différents environnements extérieurs (ruraux, industriels, urbains) en fonction de leurs niveaux de potentiels oxydants. Les valeurs obtenues dans les bâtiments du projet POEME sont intermédiaires, entre des valeurs moyennes obtenues sur des sites de typologie rurale et un site de fond urbain de la façade atlantique.



Distribution du potentiel oxydant (n=25) (extrémités du boxplot : P10 et P90)

Dioxyde de carbone (CO₂) et taux de renouvellement de l'air



Distribution des concentrations en CO₂ (n=30) (extrémités du boxplot : P5 et P95)

La majorité des concentrations moyennes en CO₂ dans les espaces de bureaux étudiés est comprise entre 600 et 800 ppm, ce qui correspond à une qualité d'air satisfaisante. Cependant, les concentrations atteignent des valeurs plus élevées ponctuellement sur la journée. Le seuil maximal fixé pour le CO₂ dans les locaux non-fumeurs par les Règlements sanitaires départementaux (RSD) est de 1300 ppm. La concentration en CO₂ est liée à l'occupation humaine et au renouvellement d'air. Elle constitue donc un indicateur du niveau de confinement de l'air.

Les taux de renouvellement d'air n'ont pu être déterminés sur la base des variations des concentrations en CO₂ que pour 16 bâtiments sur 30 (1 espace de bureau par bâtiment). La plupart de ces 16 bâtiments ne fournit pas un débit d'air respectant la réglementation du travail qui impose un débit de ventilation de 25 m³ d'air par heure et par personne pour les bureaux. Cela signifie que les systèmes de ventilation n'ont pas été correctement dimensionnés, qu'ils ne fonctionnent pas correctement ou que le nombre d'occupants est supérieur à ce qui avait été prévu au moment de la construction ou de la réhabilitation des bâtiments.

Ce qu'il faut retenir de cette étude innovante

Les mesures ont été réalisées dans 30 immeubles de bureaux de la région Nouvelle-Aquitaine entre septembre 2018 et juin 2019 pendant 7 jours dans chaque bâtiment.

- Les concentrations en **aldéhydes** sont globalement faibles, avec des concentrations cependant élevées en **propionaldéhyde** dont les sources propres à ces bâtiments n'ont pas été identifiées.
- Les concentrations en **COV** sont globalement faibles. Les concentrations les plus élevées sont observées pour les **terpènes**, notamment le **limonène** et l'**α-pinène**, et les **siloxanes**. Néanmoins, on observe, d'une part, le dépassement de la valeur limite réglementaire pour le **benzène** dans l'air intérieur dans 9 immeubles et, d'autre part, la présence de deux composés chlorés dans l'air des bureaux alors qu'ils sont classés cancérigènes probables chez l'Homme. Il s'agit du **1,2,3-trichloropropane** (détecté dans 8 % des espaces de bureaux) et du **dichlorométhane** (détecté dans 86 % des espaces de bureaux).
- Les concentrations en **COSV** sont les plus élevées pour les **phtalates**, les **muscs** et les **HAP**, ce qui est également observé dans les logements et les écoles. En revanche, elles sont globalement inférieures à celles mesurées dans ces autres lieux. Le **lindane**, insecticide organochloré interdit d'usage agricole depuis 1998 et de tout usage depuis 2008, est quantifié dans 73 % des bureaux.
- Les concentrations en **PM_{2,5}** sont plutôt faibles.
- Les concentrations en **métaux** montrent principalement l'influence de sources extérieures. Des dépassements des valeurs limites disponibles pour la qualité de l'air extérieur sont observés pour l'**arsenic** et le **cadmium** (un espace de bureaux dans chaque cas).
- Le **potentiel oxydant** a été mesuré selon trois méthodes, ce qui fournit des informations tout à fait originales s'agissant d'air intérieur.
- Les concentrations en **CO₂** sont en moyenne faibles. Le calcul des débits d'air neuf apporté dans le bâtiment montre que dans la plupart des cas étudiés (16 bâtiments sur 30), le débit réglementaire attendu n'est pas respecté.

66

Lexique :

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

COSV : Composés organiques semi-volatils

COV : Composés organiques volatils

CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment

HAP : Hydrocarbure aromatique polycyclique

OQAI : Observatoire de la qualité de l'air intérieur

PO : Potentiel oxydant

PM_{2,5} : Particules fines

RSD : Règlement sanitaire départemental



Pour en savoir +

Contact Etudes

Emilie PALKA

Tél : 09 84 200 100

Email : contact@atmo-na.org

Retrouvez la synthèse et l'étude complète sur :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org