RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

EXPERTISES

QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DES SALLES DE SPORT

Mai 2025

DOCUMENT cofinancé par l'ADEME

QAI SPORT (APR AQACIA) : Caractérisation de l'exposition aux COV et COSV émergents et aux microorganismes

1. Contexte

Avec le nombre croissant de sportifs, le nombre d'infrastructures permettant la pratique de sports « indoor » est également en forte augmentation. En plus de niveaux de pollution qui peuvent être plus importants à l'intérieur des locaux qu'à l'extérieur, l'activité physique intense menée dans les salles de sport peut contribuer à augmenter le risque d'exposition, tout comme de mauvaises conditions de ventilation et un taux d'occupation élevé. Une problématique encore peu étudiée dans ces environnements est l'impact de matériaux spécifiques et techniques comme des revêtements de sols ou des éléments de mobiliers sportifs. Les salles de sport, lieux souvent humides et très fréquentés, peuvent aussi être sujets à une contamination microbiologique impliquée dans la survenue de pathologies respiratoires observées dans la population.

Malgré ce contexte, la qualité de l'air intérieur des salles de sport est peu étudiée et ne fait pour l'instant l'objet d'aucune réglementation française contrairement à d'autres Etablissements Recevant du Public (ERP).

L'objectif principal du projet est de caractériser l'exposition humaine aux contaminants chimiques et microbiologiques dans les salles de sport en fonction du type d'activité pratiquée.

Dans un premier temps, la qualité de l'air intérieur (QAI) d'une sélection de 10 salles de sport de typologies différentes a été évaluée. Cette évaluation a été réalisée en condition de non-occupation des salles mais aussi en occupation. Des analyses ciblées et non ciblées ont été effectuées pour identifier et quantifier les polluants connus et réglementés (principalement des Composés Organiques Volatils (COV)) mais aussi les polluants émergents (les Composés Organiques Semi-Volatils (COSV), des COV non réglementés et des microorganismes) dans les environnements intérieurs de ces salles par des analyses d'air incluant la recherche du Sars-CoV-2 et des COSV dans les poussières.

Dans un deuxième temps, le projet visait à identifier les sources d'une dizaine de contaminants (COV, COSV et microorganismes) sélectionnés à partir des analyses de screening précédentes et à mieux comprendre leur répartition en environnement intérieur. Pour trois salles identifiées comme les plus polluées, la répartition des agents microbiologiques (dont le SARS COV-2) a été étudiée entre l'air, les poussières et les surfaces. La répartition des COSV a été étudiée entre phase gazeuse, particules en suspension, poussières sédimentées et surfaces et celle des COV entre l'air et les surfaces. Les émissions de COV et de COSV des matériaux ont été évaluées par des mesures *in situ*.

Les voies d'exposition par contact dermique ont aussi été étudiées en complément de l'inhalation et de l'ingestion de poussières.

2.Méthodologie

Une **première phase** du projet a consisté à sélectionner 10 salles de sport de trois typologies différentes : salles de musculation/fitness (MUS), dojos (DOJ) et salles de motricité pour jeunes enfants (MOT) dans des écoles maternelles. Deux salles multisports (un studio de danse et un gymnase) (APS) ont aussi été étudiées. Les caractéristiques de ces salles, toutes gérées par des collectivités, sont présentées sur la Figure 1.

La **deuxième phase** a consisté à réaliser des campagnes de mesures dans les 10 salles sélectionnées. Des analyses ciblées et non ciblées de l'air et des poussières ont été mises en œuvre pour identifier et quantifier les polluants connus/réglementés mais aussi les polluants émergents (COSV, COV non réglementés et des microorganismes) dans l'air et les poussières des salles. Les campagnes de mesures ont été réalisées sur 4,5 jours en conditions d'occupation et de non-occupation. Les méthodes de prélèvement et d'analyse et les limites de quantification associées sont présentées sur la Figure 2.

Dans la **troisième phase**, trois salles de typologies d'activité différentes et présentant des caractéristiques de contamination chimique ou microbiologique contrastées ont été sélectionnées pour une étude quantitative d'une dizaine de polluants émergents (COV et COSV) sélectionnés à partir des résultats précédents. L'étude de la répartition des polluants ciblés dans les différents milieux intérieurs (particules en suspension, phase gazeuse de l'air, poussières ou surface) a été réalisée afin de mieux caractériser l'exposition. Les données d'émission des matériaux pour certains COV d'intérêt, ont été utilisées comme terme source dans un modèle prédictif de la QAI.

Pour compléter ces résultats qui concernent principalement le risque d'exposition par inhalation, une étude de la migration des polluants chimiques ciblés dans la sueur et la salive a été menée pour renseigner également les voies d'exposition par contact cutané et ingestion.

	DOJOS		Fitness/musculation			Salles de motricité			Multisports	
	DOJ1	DOJ2	MUS1	MUS2	MUS3	MOT1	MOT2	MOT3	APS1 (danse)	APS2 (gymnase)
Date de Construction	2016	1965-1968	1970 Renovée en 2021	Années 1950	2020	1960-1970	1950-1960	2022	2016	inconnue
Ventilation	VMC double flux	VMC double flux	VMC double flux	VMC simple flux	VMC double flux	Naturelle	Naturelle	VMC double flux	VMC double flux	Naturelle
Renouvellement de l'air (h^{-1})	1,04	0,69	0,22	0,44	0,60	0,82	0,39	0,68	1,01	0,26
Volume (m^3)	nd	731	1350	nd	nd	nd	242	nd	nd	nd



Figure 1 : Caractéristiques des 10 salles de sport étudiées



	LQ dans l'air	LQ dans les poussières
COV	0,05 – 2,76 µg/m³	/
COSV	0,0045 – 18,0 ng/m³	1 -4000 ng/g
Bactéries/moisissures	5 UFC/m³	/
SARS-CoV-2	2,6 10^2 (UG/m³)	/

Figure 2 : Méthodes de prélèvement et d'analyse déployées dans le projet QAI-Sport – Limites de Quantification (LQ) des COV, COSV et microorganismes dans l'air et les poussières sédimentées

3. Principaux résultats

3.1 COV dans l'air

Une cinquantaine de COV ont été quantifiés dans l'air des salles à de faibles concentrations allant de 15 µg/m³ (DOJ1) à 270 µg/m³ (MUS1). Les composés carbonylés sont majoritairement présents dans toutes les salles suivis par les hydrocarbures (Figure 3).

La pollution par les COV est globalement similaire à celle des autres environnements intérieurs. Certains composés spécifiques et émergents ont cependant été mis en évidence comme le benzothiazole, catalyseur de vulcanisation de caoutchouc, et le 1-(2-méthoxy-1-méthyl éthoxy)-2-propanol utilisé dans les peintures base aqueuse ou le 1,3-dichloropropanol, intermédiaire de synthèse de résines. Le décaméthylcyclopentasiloxane (D5), utilisé dans les cosmétiques, l'acétone et le 6-méthyl-5-hepten-one (ou sulcatone), émis par le corps humain, ont été identifiés comme des traceurs d'occupation.

A noter que les concentrations en formaldéhyde et en benzène, polluants réglementés dans l'air intérieur, sont toutes inférieures à la valeur de gestion de 30 µg/m³ pour le formaldéhyde et à la Valeur Guide de qualité de l'Air Intérieur (VGAI) long terme de 2 µg/m³ pour le benzène.

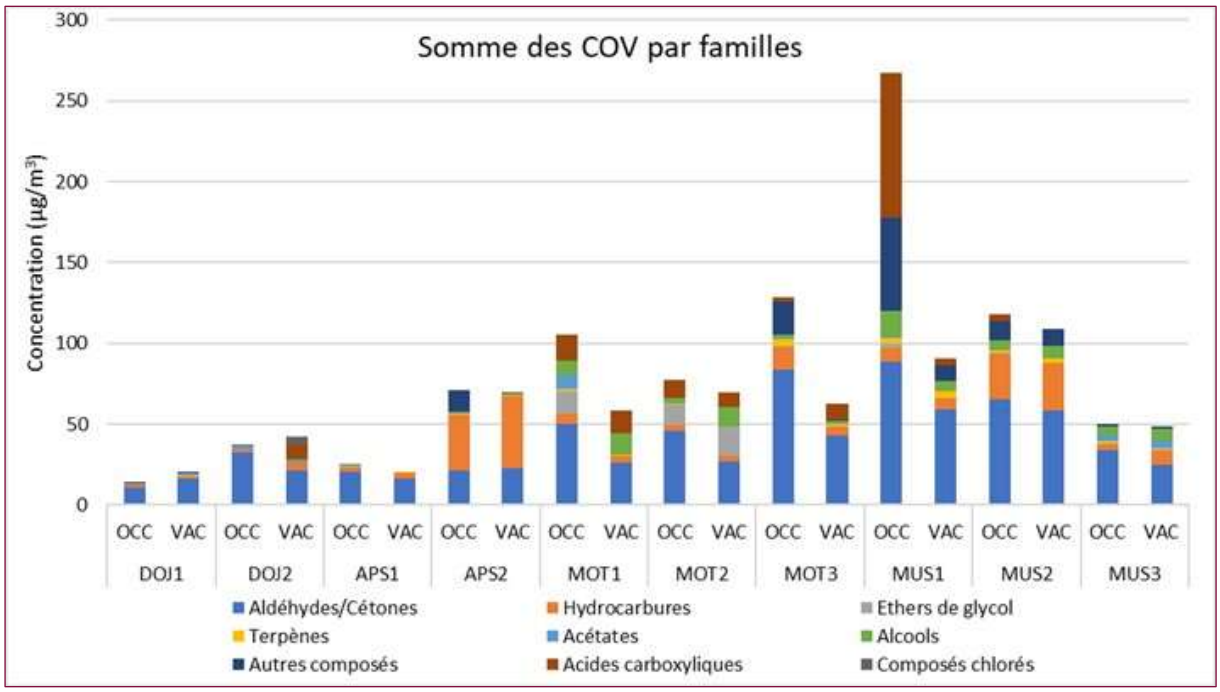

Figure 3 : Somme des COV par famille de composés dans les 10 salles étudiées (occ : salles occupées – vac : salles non occupées)

3.2 COSV dans l'air et les poussières

Les concentrations en COSV dans l'air suivent la même tendance que celles des COV et sont très variables selon les typologies, les années de construction, les choix des matériaux ou produits d'entretien et le renouvellement de l'air (Figure 4).

Les concentrations en COSV les plus élevées sont dues à une contamination par les phtalates, additifs utilisés comme plastifiants dans les matériaux PVC souples. Il s'agit principalement du DEHP (Di(2-éthylhexyl) phtalate) et du DINP (Di-isononyl phtalate) (95 à 99 % de la concentration).

Au niveau des contaminations des poussières par les COSV (Figure 4), les salles de sport les plus contaminées sont DOJ2, MOT1, MOT2 et MUS3, avec des concentrations qui dépassent systématiquement 5 mg/g avec le DEHP et DINP comme contaminants principaux. Les poussières des salles MUS1, MUS2 et MUS3 sont particulièrement contaminées par les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) avec des niveaux de concentration de 5 à 60 µg/g. Le DOJ2 a la poussière la plus concentrée en retardateurs de flamme (349 µg/g), composés organophosphorés ajoutés aux matériaux pour leur conférer une meilleure résistance au feu, puis suivent les salles de musculation avec 89 µg/g pour MUS2 et 38 µg/g pour MUS1.

Les biocides semi-volatils sont le plus concentrés dans les poussières de la salle MUS1 (17 µg/g), et APS1 (4 µg/g) avec la benzophénone comme biocide largement majoritaire. La 3ème salle avec la poussière la plus contaminée est la MOT3 (3 µg/g) avec une isothiazolinone (le BIT) comme biocide largement majoritaire. Les biocides non volatils (ammoniums quaternaires) sont le plus concentrés dans la salle MUS3 (2,9 mg/g) avec le C12-BAC (chlorure de dodécyl diméthyl benzyl ammonium ou chlorure de benzalkonium) comme composé largement majoritaire (2 mg/g).

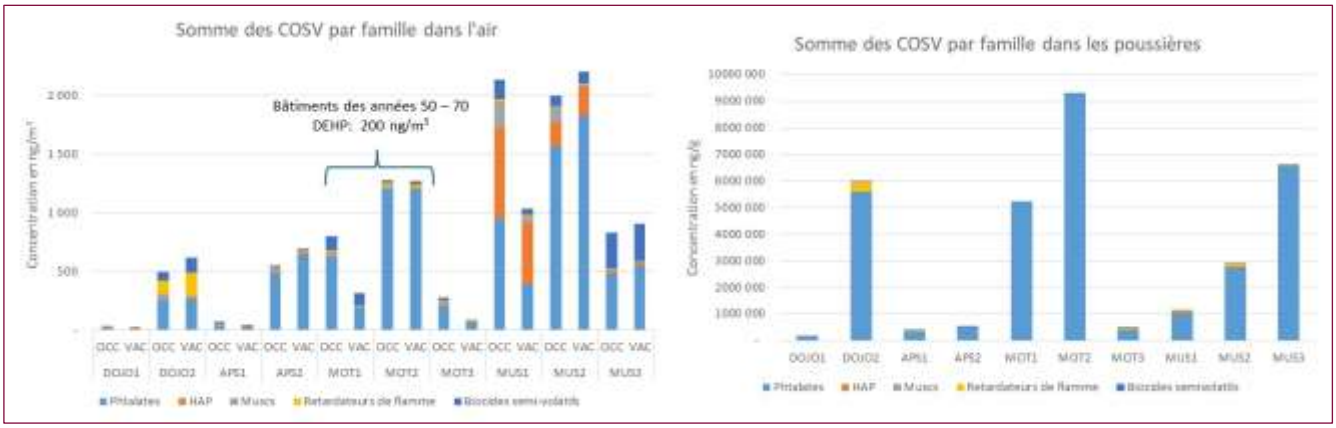

Figure 4 : Somme des COSV par famille de composés dans l'air et les poussières des 10 salles étudiées (occ : salles occupées – vac : salles non occupées)

3.3 Microorganismes

La concentration en microorganismes dans les salles de sport est plutôt faible (Figure 5) et le SARS-CoV-2 n'a pas été identifié. Les moisissures sont peu présentes et les espèces identifiées sont régulièrement observées en environnement intérieur. Les bactéries sont observées en phase occupée dans plusieurs salles, notamment dans les salles de musculation, à des concentrations qui peuvent atteindre 5100 UFC/m^3, valeurs supérieures à la concentration bactérienne fixée par les lignes directrices de l'Europe. Pour les moisissures, une concentration supérieure à la valeur définie par l'ANSES comme seuil à partir duquel les sources de contamination doivent être identifiées et gérées, a été mesurée dans la salle MOT2.



Figure 5 : Microorganismes dans l'air des 10 salles étudiées (occ : salles occupées – vac : salles non occupées) – (salles entourées en rouge : réalisation de prélèvements cycloniques).

3.4 Effet de l'occupation humaine sur la contamination des salles

Pour les COV

D'après la Figure 3, les dojos représentent la seule typologie de salles pour laquelle on observe des concentrations plus élevées (environ 30 %) dans les salles inoccupées que dans les salles occupées. Cela s'explique par le grand volume des dojos par rapport aux autres salles étudiées et par la présence de grandes surfaces de matériaux émetteurs de COV (mousses de protection murales, tatamis). Les plus fortes différences entre salles occupées et inoccupées s'observent pour les salles MOT1, MOT3 et MUS1, avec une augmentation des concentrations globales

en COV respectivement de 81 %, 106 % et 194 %. Cela peut s'expliquer par le fort taux d'occupation des salles par rapport à leur volume mais aussi par le type et l'intensité de l'activité sportive : musculation pour MUS1 et exercices de motricité pour jeunes enfants pour MOT 1 et MOT 3. Pour les autres salles, il n'y a pas de différence significative entre occupation et inoccupation.

Des COV émis par le corps humain ont été identifiés et quantifiés : il s'agit notamment de l'acétone, émis par la peau et exhalé, de la 6-méthyl-5-hepten-one (ou sulcatone), produit de réaction de l'ozone et du squalène présent sur la peau.

D'autres composés issus de produits cosmétiques semblent aussi être liés à la présence humaine dans les salles. Le décaméthylcyclopentasiloxane (D5) présente des concentrations systématiquement plus élevées d'un facteur 3 (MUS1) à 40 (MOT3) en conditions d'occupation. Le limonène, composant de parfums, bien que présent en très faibles concentrations (de l'ordre du µg/m^3), semble se comporter de façon similaire, avec des teneurs plus élevées dans les salles occupées.

Pour les COSV

Les COSV quantifiés ne semblent pas spécifiques à l'occupation des salles (Figure 4). Seules les substances comme le squalène ou cholestérol ou encore l'acide palmitique, identifiés par les analyses non-ciblées, sont des traceurs de la présence humaine.

Les COSV ont plusieurs origines, ils sont émis par les matériaux de la salle (volatilisation) comme les phtalates et les retardateurs de flamme. Ils sont également apportés par des activités spécifiques comme le ménage : cela concerne des détergents, biocides ou parfums (exemple des muscs) ou par l'introduction d'air extérieur dans la salle comme, par exemple la contamination urbaine avec les HAP (rejets automobiles ou activité industrielle).

Les variations en COSV observées entre salles occupées et non occupées sont plus liées à l'aération/ventilation qui diminue les concentrations des COSV dans les salles ou encore le confinement et la chaleur (en lien avec le nombre de personnes) qui peut conduire à une augmentation de la contamination de l'air.

Cas des microorganismes

La concentration en bactéries dans l'environnement intérieur est influencée par la présence humaine comme on peut le voir en Figure 5. En effet, les bactéries sont largement apportées par la présence humaine comme le montre la présence de Micrococcus et Staphylococcus après identification par séquençage des espèces présentes. La contamination aux moisissures est assez faible et peu influencée par l'occupation des salles. En effet, elle est surtout influencée par la présence d'humidité.

3.5 Effet du taux de renouvellement de l'air sur les concentrations en COV et COSV

Le taux de renouvellement de l'air a été déterminé dans chaque pièce à partir de la cinétique de décroissance du CO_2 en période de post occupation conformément à la norme ASTM (E741-00, 2006). Les valeurs moyennes obtenues à partir de trois mesures sont indiquées dans la Figure 1.

Les salles les moins contaminées sont DOJ1 et APS1 qui sont situées dans le même bâtiment récent datant de 2016. Les matériaux et les équipements sportifs (tatami, notamment) ont été choisis pour leurs faibles émissions dans l'air et le bâtiment est équipé d'une ventilation double flux qui conduit à un renouvellement d'air de 1 h-1, le plus élevé de l'ensemble des salles de sports étudiées.

Les concentrations les plus élevées en COV et en COSV dans l'air se trouvent dans les salles de musculation et les salles de motricité qui présentent les taux de renouvellement d'air les plus faibles de 0,22 h-1 pour MUS1, 0,44 h-1 pour MUS2 et 0,39 h-1 pour MOT2.

La Figure 6 présente les concentrations cumulées de COV et de COSV dans l'air dans des conditions d'occupation et d'inoccupation des locaux en fonction du taux de renouvellement d'air.

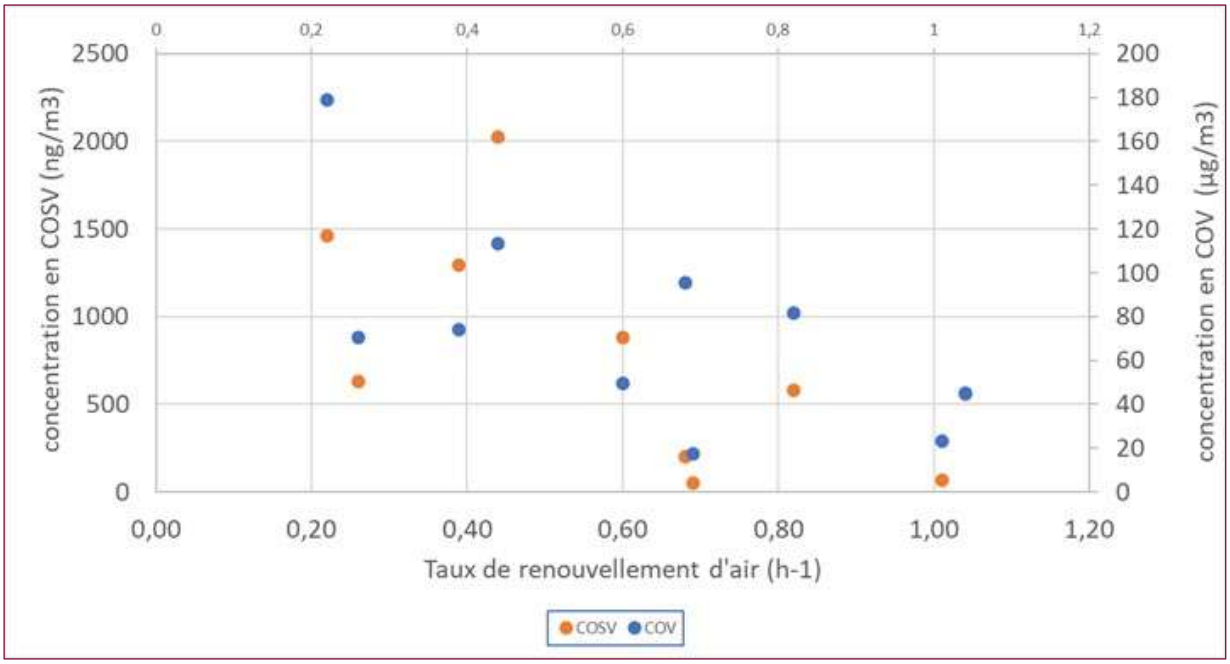

Figure 6 : Somme des concentrations en COV et en COSV dans l'air des salles de sport occupées et inoccupées en fonction du taux de renouvellement d'air des salles.

Une tendance générale assez nette sur la diminution des concentrations avec l'augmentation du taux de renouvellement de l'air se dégage de ces résultats, malgré les différences entre les salles en termes d'activités, d'équipements (ventilation et matériaux), de type et d'âge des bâtiments. Cela confirme l'importance de la ventilation dans la gestion de la qualité de l'air intérieur.

3.6 Sources et transferts des polluants dans les environnements intérieurs

Une étude approfondie a été menée sur une sélection de trois salles (DOJ2, MOT2 et MUS1). Dans cette phase du projet, les concentrations de COSV ont été déterminées dans la phase gazeuse, les particules en suspension et les poussières. Les résultats de concentrations dans l'air et les poussières sont comparables à ceux obtenus dans la phase de screening. Des coefficients de partage air/particules (Kp) en suspension et air/poussières (Kd) ont été déterminés et pourront servir de données d'entrée pour des modèles prédictifs de la QAI et pour l'évaluation de l'exposition.

Les matériaux sources de COV et de COSV ont aussi été identifiés. A partir d'un modèle d'estimation des concentrations dans l'air basé sur un bilan matière, un bilan des contributions des matériaux à la concentration dans l'air intérieur a pu être réalisé. Un processus de sorption/réémission sur d'autres surfaces présentes dans la pièce a pu être mis en évidence. Pour trois COV étudiés dans MUS1, ce processus de sorption/réémission peut contribuer pour plus de 2/3 à leur concentration dans l'air intérieur. Dans cette même salle, un tapis de sol en caoutchouc recyclé a été identifié comme la source des HAP et du benzothiazole retrouvés dans l'air et les poussières.

L'étude de la migration dans la sueur et la salive synthétiques d'une sélection de COV et de COSV a aussi été réalisée. On constate que les matériaux pour lesquels on observe une migration significative dans les simulants sont principalement ceux de la salle de motricité (MOT2). On observe surtout la migration de DEHP, de TPP (Triphényl phosphate) et de BBP (Butyl benzyl phtalate). Dans la salle MUS1, la migration de DEHP à partir du tapis de sol recyclé a été mise en évidence. Le DEHP, actuellement interdit, pourrait provenir de matériaux plus anciens entrant dans la composition de ce tapis de sol.

4. Recommandations

4.1 Choix des matériaux

Cette étude sur la qualité de l'air des salles de sport a permis d'identifier et de quantifier plus d'une centaine de COV et de COSV ainsi que plusieurs contaminants microbiologiques dans l'air intérieur et les poussières, dans des conditions d'occupation et d'inoccupation des salles étudiées. La plupart des composés chimiques sont émis par les matériaux de construction, de décoration ou par les équipements sportifs. Ce sont essentiellement des plastifiants (phtalates) et des retardateurs de flamme organophosphorés qui sont retrouvés dans l'air mais aussi dans les poussières avec des concentrations pouvant atteindre des niveaux de l'ordre du mg/g. Les concentrations de ces polluants sont particulièrement élevées dans les bâtiments les plus anciens (datant des années 1960 – 1970) dans lesquels on retrouve aussi des molécules qui sont aujourd'hui interdites, comme le DEHP. Les concentrations les plus faibles ont été mesurées dans une salle récemment construite (2016) et pour laquelle les matériaux de construction les moins émissifs ont été sélectionnés.

Avec la loi AGEC (Antigaspillage et économie circulaire) de 2020 et l'incitation à augmenter la proportion de matériaux réemployés ou recyclés, de nouveaux produits fabriqués à base de matériaux recyclés sont commercialisés. Dans ce projet, des HAP et du benzothiazole (catalyseur de vulcanisation du caoutchouc), composés toxiques, ont été retrouvés dans l'air et les poussières d'une salle équipée d'un tapis de sol en caoutchouc recyclé. Ce matériau a été identifié comme la source de ces composés.

Une première recommandation est donc, lors de la construction ou rénovation d'une salle de sport, d'établir un cahier des charges strict pour la sélection de matériaux de construction peu émissifs (en se basant notamment sur l'étiquetage sanitaire des matériaux de construction) et ne contenant pas de substances dangereuses, mais aussi de choisir des équipements sportifs fabriqués avec des matériaux présentant les meilleures caractéristiques sanitaires. Les bâtiments anciens, surtout ceux accueillant de jeunes enfants, devraient pouvoir aussi être rénovés en priorité et leurs équipements (objets de jeux en mousse) remplacés pour réduire voire supprimer le risque d'exposition à des substances dangereuses interdites aujourd'hui.

4.2 Renouvellement de l'air, taux d'occupation et entretien des salles

L'impact positif de la ventilation sur les concentrations dans l'air de COV et de COSV a également été mis en évidence dans ce projet, confirmant le rôle clé du taux de renouvellement de l'air dans les bâtiments pour améliorer la qualité de l'air intérieur. Des stratégies appropriées, telles que l'augmentation et le contrôle du taux de ventilation ainsi que le contrôle du taux d'occupation pourraient être envisagées.

Comme cela a été mentionné précédemment, pour les bactéries totales, des concentrations élevées ont été observées dans les salles en condition d'occupation avec des valeurs supérieures à la concentration bactérienne fixée par la directive européenne : la gestion de l'occupation des salles est donc aussi un facteur important pour garantir un air sain.

Des concentrations très élevées (environ 10 mg/g) de certains COSV ont été quantifiées dans les poussières de certaines salles, augmentant le risque d'exposition par contact cutané ou par inhalation en cas de remobilisation des poussières par l'activité sportive. Une bonne gestion du ménage dans les salles est donc recommandée.

4.3 Composés émergents et risque d'exposition

Ce projet a permis, grâce aux analyses non ciblées, d'identifier (voire, dans certains cas, de quantifier) des composés (COV, COSV) émergents. Des ammoniums quaternaires ont aussi été étudiés pour la première fois dans ce type d'environnement. Le manque d'information actuel sur la toxicité de certaines de ces molécules et sur les scénarii d'exposition sont une limitation à l'exploitation de ces données pour évaluer le risque sanitaire dans les salles de sport. Des recherches sont donc encore nécessaires pour évaluer la toxicité des composés émergents, leurs voies d'exposition et le risque induit.

Dans le cadre de ce projet, une étude originale de la migration potentielle de COV et COSV dans la sueur et la salive synthétiques a été menée. Cependant, ces données ne peuvent, à ce jour, être exploitées en raison du manque d'éléments sur les scénarii d'exposition dans les salles de sport.

5. Conclusion et Perspectives

Ce projet QAI-SPORT a permis d'acquérir un grand nombre de données originales sur la nature et les concentrations de contaminants de différentes salles de sport et a notamment mis en évidence des concentrations élevées de COSV et de biocides non volatils dans les poussières de certaines salles (plusieurs mg/g de phtalates dans DOJ2, MOT1, MOT2 et MUS3 et d'ammoniums quaternaires dans MUS3). Les analyses non ciblées ont aussi permis d'identifier de nombreux composés émergents, utilisés comme substituts à des substances sujettes à restriction ou interdiction comme certains plastifiants (DEHP par exemple) et dont on ne connaît pas les effets sur la santé.

Les résultats du projet permettent aussi de mettre en lumière des solutions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur. En effet, des salles de sport récentes comme le DOJ1 ou l'APS1, montrent qu'il est possible de diminuer les niveaux de concentrations par un cahier des charges strict sur l'achat des matériaux, des produits d'usage afin de diminuer les concentrations en phtalates, retardateur de flamme, HAP ou encore biocides. Un point de vigilance est aussi mis en évidence concernant l'utilisation de matériaux recyclés, pouvant contenir des substances qui ne sont plus autorisées aujourd'hui. La nouvelle réglementation découlant de la loi AGEC et de REACH (Registration, Evaluation, and Autorisation of Chemicals) sur la restriction des quantités de substances dangereuses à 0,1 % (m/m) dans les matériaux recyclés ou réemployés devrait permettre de limiter la mise sur le marché de tels produits. L'impact positif du renouvellement de l'air sur les concentrations en COV et en COSV dans l'air a aussi été démontré, confirmant le rôle clé de ce paramètre sur la qualité et de l'air intérieur des bâtiments et sa gestion. Un entretien des salles fréquent et régulier (ménage) permettrait aussi de minimiser le risque d'exposition aux substances retrouvées en fortes concentrations dans les poussières.

La littérature internationale a produit peu de connaissances sur la QAI des salles de sport, et ces ERP nécessitent donc une attention particulière car un impact sur la santé des occupants n'est pas exclu. Il apparaît donc essentiel de poursuivre ces travaux par une évaluation des expositions aux contaminants dans ces environnements particuliers en établissant, lorsqu'elles n'existent pas, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) et en travaillant sur des scenarii d'exposition afin de déterminer l'impact sanitaire de ces salles de sport. Une méthodologie de mesure de l'exposition dermique directement sur des sportifs est peut-être à réfléchir car il est difficile à ce jour de documenter cette exposition par des mesures indirectes.

RÉSUMÉ

Le projet QAI-Sport est une étude originale de la qualité de l'air intérieur de différents types de salles de sport.

Les principaux contaminants, mesurés parfois en fortes concentrations, sont des additifs de matériaux de construction ou d'équipements sportifs (plastifiants, retardateurs de flamme, biocides et leurs alternatives émergentes). Des substances non intentionnelles potentiellement toxiques sont aussi émises par des matériaux recyclés.

L'impact de la ventilation et de l'occupation des salles sur les concentrations de contaminants dans l'air a aussi été étudié.

Des stratégies appropriées, telles que l'augmentation du taux de renouvellement de l'air, le contrôle du taux d'occupation ou l'élimination des sources de contaminants, sont les principales recommandations de cette étude pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur de ces environnements spécifiques encore peu étudiés.

Ce document diffusé par l'ADEME a été réalisé à l'initiative de son/ses auteur(s) ; il a reçu un soutien financier de l'ADEME, mais n'engage pas l'ADEME. Son contenu (ou les données qu'il contient) n'engage que la seule responsabilité de son/ses auteurs et ne représente pas la position de l'ADEME

ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 20162D0018

Étude réalisée par DESAUZIERS Valérie (IMT Mines Alès), LE BOT Barbara (EHESP), LE CANN Pierre (EHESP), PLAISANCE Hervé (IMT Mines Alès), COSTARRAMONE Nathalie (IMT Mines Alès), RAFFY Gaëlle (EHESP), SURGET Emilie (EHESP) **pour ce projet cofinancé par l'ADEME**

Projet de recherche coordonné par : IMT Mines Alès (Pau)

Appel à projets de recherche : APR AQACIA (Amélioration de la Qualité de l'Air Comprendre Innover Agir)

Coordination technique - ADEME : BOUALLALA-SELMI Souad

Direction/Service : Villes et Territoires Durables/Service Qualité de l'Air

CITATION DE CETTE SYNTHESE

DESAUZIERS V., LE BOT B., LE CANN P., PLAISANCE H., COSTARRAMONE N., RAFFY G., SURGET E. 2025. Qualité de l'air intérieur des salles de sport – QAI-SPORT (APR AQACIA) : Caractérisation de l'exposition aux COV et COSV émergents et aux microorganismes. Synthèse, 10 pages

Cet ouvrage est disponible en ligne
https://librairie.ademe.fr/

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives