



© Gautam Aro'ra



CLÉS POUR AGIR

Améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments tertiaires en Martinique

NOUS PASSONS AUJOURD'HUI ENVIRON 90% DU TEMPS DANS DES ENVIRONNEMENTS CONFINÉS (DOMICILE, BUREAUX, VOITURE, COMMERCES...) SI BIEN QUE NOTRE QUALITÉ DE VIE EST FORTEMENT DÉPENDANTE DES CONDITIONS SANITAIRES DE CES LIEUX ET PAR CONSÉQUENT DES BÂTIMENTS.

De nombreuses études ont mis en lumière l'impact d'une mauvaise qualité de l'air intérieur sur notre santé et le syndrome du bâtiment malsain a notamment été décrit dès les années 1970, reliant ainsi certains symptômes (tels que l'irritation des muqueuses, des yeux, les maux de tête, fatigue...) aux bâtiments que nous occupons.

Dans ce contexte, une étude sur la qualité de l'air des bâtiments en Martinique a été réalisée à la demande de l'ADEME par Madininair. Ainsi, une évaluation de 20 établissements (bureaux et enseignements) a été réalisée entre septembre 2018 et janvier 2019, en mesurant 8 paramètres. Cet échantillonnage a été complété par le diagnostic des moyens d'aération et de ventilation dans chaque établissement et par une enquête portant sur les bâtiments et auprès des occupants. Ces questionnaires ont permis notamment d'interpréter certaines données de mesure.

Les objectifs de cette campagne étaient :

- Recueillir des données encore inexistantes en Martinique
- Alimenter des plans régionaux et locaux santé-environnement
- Capitaliser et diffuser les résultats aux différents acteurs du bâtiment
- Élaborer des solutions dans l'aménagement pour conduire à une qualité de confort et à une meilleure qualité de l'air

Suite à cette campagne de mesures, l'interprétation des résultats a permis de tirer des tendances entre polluants et pratiques au sein du bâtiment puis de conforter des préconisations lors de la conception, réalisation puis exploitation des bâtiments dans le but d'améliorer la qualité d'air intérieur de ceux-ci.

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Agathe Camboly, Camille Gandossi

Rédacteurs : Marine Querné, Toumany Baldé, d'après une étude réalisée par Madininair.

Suivi communication : Lola Turpin (ADEME)

Remerciements : Le comité de rédaction de cet ouvrage tient à remercier Carole Boullanger de Madininair dont la campagne d'instrumentation et l'étude ont servi de base au présent guide.

Création graphique : Marion Guillaume

Impression : Imprimé en France - Rapido Imprimerie Numerique
Immeuble PhonePermanence, Route de Palmiste 97232 Lamentin

Brochure réf. 011229

ISBN : 9791029716041 - Septembre 2020 - 100 exemplaires

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, Septembre 2020

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 à la reproduction par reprographie.

SOMMAIRE



CONTEXTE	3	IMPACTS DE LA CONCEPTION DU BÂTIMENT	26
QUELS ENJEUX?	6	Implantation et conception de l'enveloppe du bâtiment	26
RÉGLEMENTATIONS	8	Conception des systèmes de ventilation et de climatisation	27
LE CONTEXTE MARTINICAIS	10	Choix des modes constructifs et des revêtements intérieurs	29
Qualité de l'air extérieur en Martinique	10	Lien entre la qualité de l'air et la performance énergétique	30
Spécificités des bâtiments en matière de renouvellement d'air	11	IMPACTS DE LA PHASE CHANTIER	31
Comment appréhender la qualité de l'air intérieur en Martinique?	12	IMPACTS DE L'EXPLOITATION & MAINTENANCE DU BÂTIMENT	32
RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE	14	Entretien et exploitation des organes de ventilation et de climatisation	32
Les polluants étudiés	15	Nettoyage des locaux	33
Le confinement	18	Rénovation et renouvellement mobilier	34
Les paramètres de confort	18	IMPACTS DE L'USAGE DU BÂTIMENT	35
Quelles tendances parmi les bâtiments étudiés?	20	Aération	35
Quels sont les éléments des bâtiments impactants?	22	Imprimantes, tabagisme, parfums d'intérieur	36
Conclusions sur la campagne de mesures	25	Affichage de la qualité de l'air et sensibilisation	37
		SYNTHÈSE DES PRÉCONISATIONS	38
		GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS	42

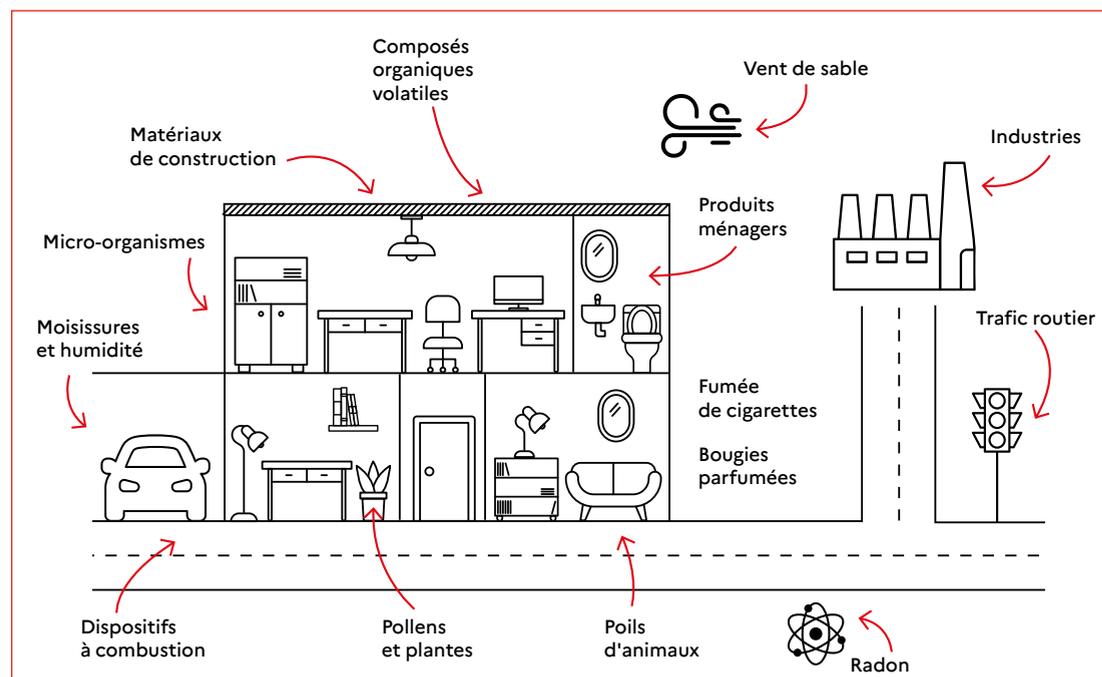
QUELS ENJEUX?

La qualité de l'air intérieur est aujourd'hui une question de santé publique. Celle-ci est responsable de nombreuses maladies non transmissibles et du raccourcissement de l'espérance de vie. Par ailleurs, une étude réalisée par l'ANSES évalue à 19 milliards d'euros le coût annuel de la pollution de l'air intérieur en France.

Si la pollution atmosphérique est un sujet traité et réglementé depuis quelques décennies, la pollution de l'air intérieur n'a été jusqu'alors que peu étudiée et peu réglementée. Or, nous passons la grande majorité de notre temps dans

des lieux clos. Ces espaces sont donc soumis aux pollutions des sources extérieures mais également aux polluants constitutifs de nos espaces et pratiques intérieurs.

Les polluants retrouvés dans l'ambiance intérieure de nos bâtiments sont soit de source interne, soit de source externe. Certains sont d'origine anthropique tels que les activités industrielles, le trafic routier, et d'autres d'origine naturelle tels que les éruptions volcaniques, l'érosion des sols, les vents de sable.



Origines intérieures et extérieures des polluants de l'air d'un bâtiment



Missionné par les Pouvoirs Publics, l'OQAI a pour enjeu de mieux connaître la pollution intérieure et ses origines, notamment grâce à des campagnes de mesure. Un travail indispensable

pour apporter des solutions adaptées à la prévention et à la surveillance de cette pollution, en sensibilisant les professionnels mais aussi le grand public.

DU CÔTÉ DE LA RÉGLEMENTATION

Peu de réglementations existent à ce jour en matière de qualité d'air intérieur mais les points suivants sont à noter :



Étiquetage obligatoire des produits de construction

avec l'affichage de leurs émissions de COV (Composés Organiques Volatiles) depuis 2013.



Surveillance de la qualité de l'air

dans les lieux accueillant un jeune public en 2011 avec un renforcement en 2018 et l'étendue de ce dispositif à d'autres typologies prévues en 2023.

Les acteurs du bâtiment (concepteurs, propriétaires, exploitants, occupants) ont un rôle déterminant à jouer dans l'amélioration de la qualité de l'air de nos espaces intérieurs. Il est primordial de concevoir des bâtiments permettant de se prémunir des polluants

extérieurs (via leur localisation, leur organisation interne mais également par leur perméabilité aux polluants extérieurs), d'éviter les sources de pollutions intérieures et enfin de pouvoir diluer et évacuer les polluants intérieurs.

RÈGLEMENTATIONS

LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR, BIEN QU'IDENTIFIÉE COMME FACTEUR DÉTERMINANT DE LA SANTÉ DES OCCUPANTS, NE BÉNÉFICIE QUE DE PEU DE RÉGLEMENTATIONS À CE JOUR.

Les ministères de l'Environnement et de la Santé ont lancé en 2013 le Plan d'actions sur la Qualité de l'Air Intérieur. Ce plan prévoit des actions à court, moyen et long terme afin d'améliorer la qualité de l'air dans les espaces clos dont:



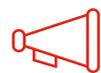
Surveiller

la qualité de l'air dans certains établissements recevant du public, dont les écoles et crèches; et dans des lieux ayant des pollutions spécifiques, tels que les enceintes ferroviaires souterraines.



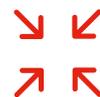
Interdire

progressivement l'utilisation du perchloréthylène dans les pressings.



Soutenir

le développement du métier de conseiller en environnement intérieur.



Réduire

l'exposition aux principales sources de pollution de l'air intérieur (produits désodorisants: encens, bougies, diffuseurs, produits d'entretien et meubles...), en travaillant en particulier sur l'information et l'étiquetage de ces produits.



Publier

des valeurs-guides pour l'air intérieur.

La loi portant cet engagement national pour l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible (articles L. 221-8 et R. 221-30 et suivants du code de l'environnement). Les établissements concernés sont notamment ceux accueillant des enfants (crèches, haltes garderie, centres de loisirs, écoles maternelles, écoles élémentaires, collèges, lycées...). Ainsi le décret n° 2015-1000 du 17 août 2015 a fixé les échéances suivantes:

- 1^{er} janvier 2018 pour les écoles maternelles, élémentaires et crèches;
- 1^{er} janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré
- 1^{er} janvier 2023 pour les autres établissements.

Une valeur-guide pour l'air intérieur définit un niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine. Elle doit être atteinte, dans la mesure du possible, dans un délai donné. Le décret 2011-1727 du 2 décembre 2011 y pourvoit pour le formaldéhyde et le benzène:

- La valeur-guide pour le formaldéhyde est fixée pour une exposition de longue durée à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au 1^{er} janvier 2015 et à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au 1^{er} janvier 2023.
- La valeur-guide pour le benzène est fixée pour une exposition de longue durée à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au 1^{er} janvier 2013 et à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au 1^{er} janvier 2016.



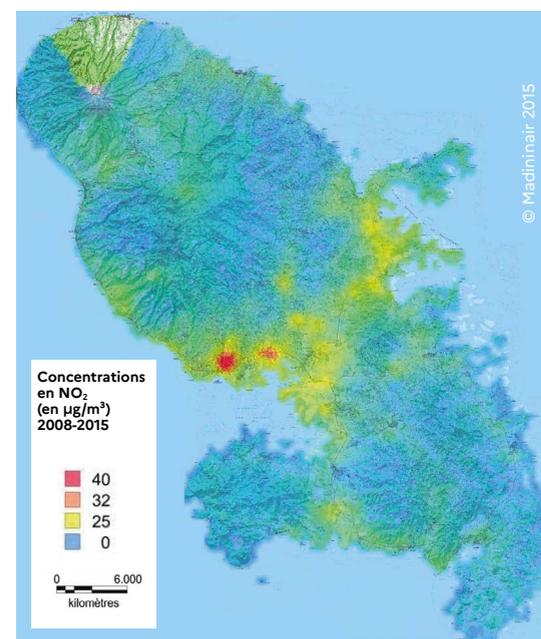
LE CONTEXTE

MARTINIQUAIS

Deux particularités sont à observer pour appréhender spécifiquement le contexte martiniquais vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur :

- les caractéristiques de l'air extérieur (polluants et climat);
- les spécificités des bâtiments en termes de renouvellement d'air.

Le climat en Martinique est de type tropical. Il comporte une saison sèche appelée le Carême s'étalant de janvier à mai puis une saison d'Hivernage caractérisée par de fortes précipitations avec un risque d'activité cyclonique.



Cartographie des concentrations en dioxyde d'azote NO₂ (gaz traceur de la pollution automobile) en Martinique

Qualité de l'air extérieur en Martinique

L'indice ATMO qualifie la qualité de l'air en intégrant les données de concentration en NO₂, SO₂, O₃, et PM10. Madininair suit cet indicateur à la Martinique, sur la base de sites représentatifs des zones peuplées. Ainsi, en 2019, l'indice ATMO indiquait une qualité de l'air bonne à très bonne environ 74 % du temps (68% en 2018), et médiocre à mauvaise environ 8% du temps (9% en 2018).

Présence de dioxyde d'azote relative au trafic routier

Les émissions de NO_x (oxydes d'azote) annuelles à la Martinique sont de l'ordre de 7600 t/an (valeur en 2016). En 2016, 55% de ces émissions sont inhérentes à l'énergie, 29% au transport routier, 12% aux autres modes de transport, 2% au secteur agricole/sylvicole, et 1% aux industries manufacturières. La carte ci-contre témoigne de l'impact du trafic routier sur les concentrations en dioxyde d'azote NO₂.

En 2018, les moyennes annuelles de concentrations de NO₂ dans l'air extérieur variaient entre 1,5 et 18 µg/m³, en atteignant toutefois 17 µg/m³ à Fort de France Renéville et 32 µg/m³ à Fort de France Concorde.

Charge en particules fines PM10: activités anthropiques et phénomène naturel

Les particules fines dans l'air extérieur peuvent avoir plusieurs origines: le trafic routier, l'industrie, l'agriculture, mais aussi les brumes de sable désertique, les embruns marins...

En 2018, les moyennes annuelles de concentrations en PM10 dans l'air extérieur variaient entre 24 et 30 µg/m³ dans la plupart des stations de mesures de Madininair et 39 µg/m³ à Fort de France Renéville.

Le phénomène des brumes de sable avec les alizés qui propagent le sable du Sahara a lieu plus spécifiquement en milieu d'année. La part de son impact sur les taux de particules dans l'air n'est pas encore clairement identifié. Toutefois ce phénomène pourrait avoir tendance à augmenter la teneur en particules fines dans l'air extérieur de mars à octobre.

Dégagements de H₂S et NH₃ par les sargasses en zone littorale

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) et l'ammoniac (NH₃) pouvant être à l'origine de nuisances olfactives et de troubles sanitaires sont émis de façon locale par les sargasses (« algues brunes ») une fois échouées sur les côtes. Le phénomène, nuisant pour les riverains et usagers des littoraux, et nécessitant la mise en place d'opérations de collecte et ramassage, est étudié par un réseau de surveillance mis en place par l'ARS et Madininair. Les deux principaux polluants sont ainsi suivis sur les sites les plus impactés, situés dans le sud de la Martinique et la côte Atlantique. En 2018 des échouages massifs d'algues Sargasses ont eu lieu entre mars et octobre, entraînant des dépassements des seuils sanitaires en H₂S : seuil journalier de 1 ppm dépassé 536 fois sur 10 sites et celui de 5 ppm dépassé 6 fois sur les sites Frégate EST 2 (Le François) et Château Paille (Le Vauclin). En revanche, aucun dépassement de seuil sanitaire concernant le NH₃ n'a été mesuré.



Spécificités des bâtiments en matière de renouvellement d'air

Le renouvellement d'air en Martinique répond à deux besoins: l'apport d'air hygiénique d'une part, et le rafraîchissement d'autre part. Pour répondre à ces besoins, des solutions par ventilation naturelle ou par ventilation mécanique sont possibles.

À l'instar de la métropole, le renouvellement hygiénique (apports neufs pour les occupants et évacuation des pollutions spécifiques des locaux) est encadré par :

- le Règlement Sanitaire Départemental type (circulaire du 09/80/1978) aux articles 64 pour la ventilation mécanique et 66 pour la ventilation naturelle par ouvrants;
- le code du travail au chapitre 2 Aération, et notamment les articles R4222-5 pour la ventilation naturelle et R4222-6 pour la ventilation mécanique.

Concernant la réponse au besoin de rafraîchissement, elle est cadrée pour le logement par la Réglementation Thermique, Acoustique et Aération des logements neufs outre-mer 2016 (arrêté du 17/04/2009 modifié le 11/01/2016 sur la RTAA): porosité minimale des façades, balayage des pièces par les flux d'air, brasseurs d'air dans les pièces principales.

Les bâtiments performants au niveau énergétique, selon le référentiel ECODOM, suivent ce principe, avec un recours restrictif à la climatisation dans le cas spécifique de nuisances acoustiques, de contraintes urbanistiques ou topographiques rendant l'aération par les ouvrants délicate ou peu efficace.

Pour les bâtiments neufs, tous usages confondus, la conception doit permettre de respecter la Réglementation Thermique de la Martinique (RTM), du 28 Juin 2013 et ses indicateurs Bbio (besoin bioclimatique) et ICT (indice de confort thermique) sans exigence de moyen.

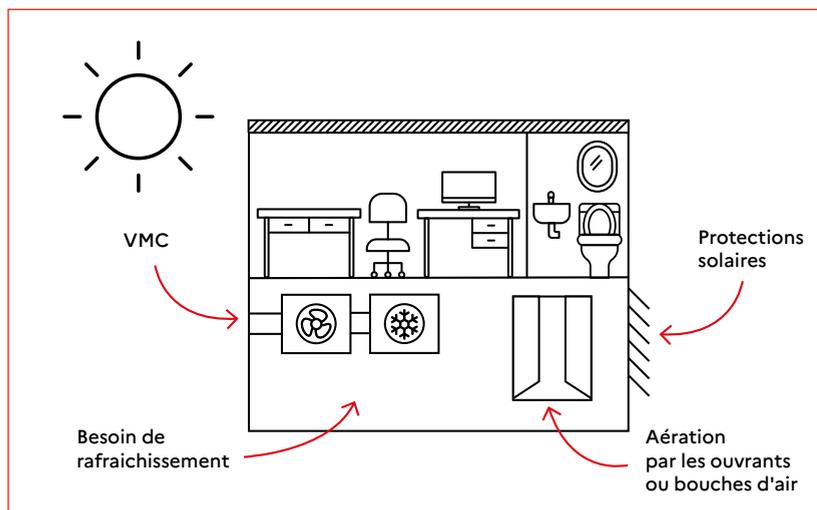
Le recours à la ventilation naturelle pour le renouvellement hygiénique et/ou le rafraîchissement des bâtiments, y compris tertiaires, est donc fréquent et bienvenu lorsque cela est possible d'un point de vue de performance énergétique.

Cela se traduit dans l'architecture, traditionnelle et moderne, par des éléments qui permettent de répondre au besoin de porosité et de protection solaire.

Comment appréhender la qualité de l'air intérieur en Martinique ?

La qualité de l'air intérieur en Martinique doit donc s'appréhender :

- au regard d'un contexte de pollutions en PM10 et NO₂ variable, mais non négligeable dans l'air extérieur ;
- avec un mix de solutions techniques existantes mises en œuvre dans la ventilation et l'aération des bâtiments ;
- en cohérence avec les nécessités de rafraîchissement, d'évacuation de l'humidité et de performance énergétique.



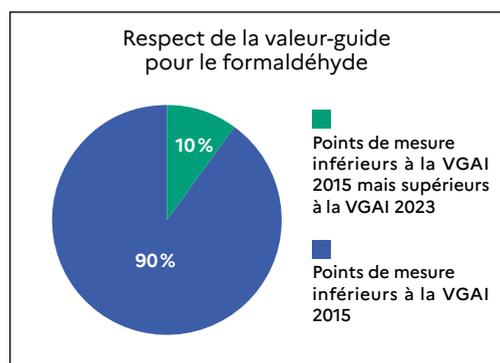
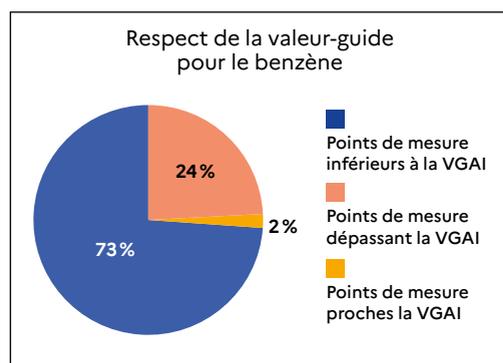
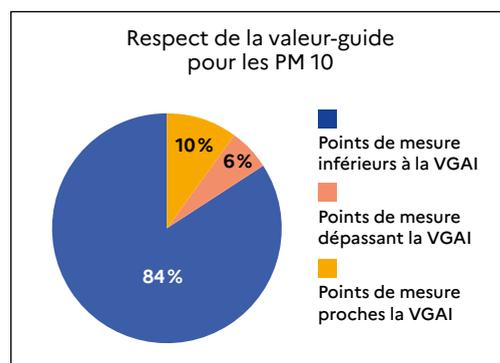
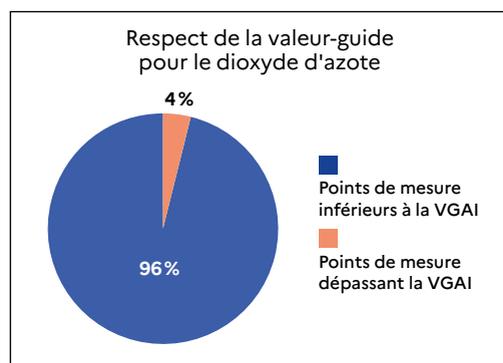
Spécificités d'un bâtiment martiniquais



RESULTATS

DE LA CAMPAGNE DE MESURE

LA CAMPAGNE DE MESURES MENÉE SUR 20 ÉTABLISSEMENTS A CONCLU QUE LA MAJORITÉ DES POINTS DE MESURE RESPECTENT LES VALEURS-GUIDES DANS L'AIR INTÉRIEUR (VGAI).



Résultats de la campagne de mesures et respect des valeurs-guides

Les polluants étudiés

Formaldéhyde

La valeur-guide pour l'air intérieur a été fixée à 30 µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2015 et à 10 µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2023 pour les lieux accueillant des enfants.

Le formaldéhyde étant un polluant émis par des sources intérieures, il est nécessaire d'éviter les sources émettrices (revêtements et parfums d'intérieur) et de permettre leur dilution et évacuation (aération naturelle, extraction mécanique).

La campagne de mesures a montré que plus que le choix du système de ventilation, c'est l'aération qui impacte les concentrations de formaldéhyde en ambiance intérieure: les locaux non aérés présentent des concentrations plus élevées que celles des locaux fréquemment aérés (on entend par aération l'ouverture régulière des fenêtres sur l'extérieur). En effet, son évacuation peut être réalisée par l'aération ou l'extraction mécanique, sans risque d'aggravation du fait de l'absence de source extérieure.

IMPACTS SUR LA SANTÉ ET ORIGINE



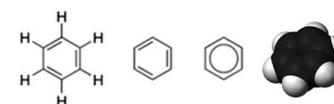
Le formaldéhyde appartient à la famille des composés organiques volatils. Il provoque des irritations et des difficultés respiratoires. Il a été classé dans le groupe 1 par le CIRC: cancérogène avéré pour l'homme. Le formaldéhyde provient essentiellement de l'air intérieur et est émis par le bois, les cosmétiques, les matériaux de construction et d'ameublement.



IMPACTS SUR LA SANTÉ ET ORIGINE

Le benzène peut entraîner des effets néfastes sur la santé humaine, quelle que soit la durée d'exposition. Il présente en effet une toxicité pour les lymphocytes (effets hématologiques non cancérogènes). À plus long terme, il peut entraîner des leucémies (effets hématologiques cancérogènes).

Le benzène provient de la combustion. On le retrouve dans les émissions du trafic automobile, de l'industrie... En air intérieur, on le retrouve dans les détergents, la fumée de tabac, les parfums ou la peinture.



Benzène

La valeur-guide pour l'air intérieur a été fixée à 2 µg/m³ en 2016.

Le benzène est principalement issu de sources extérieures au bâtiment. Il est donc nécessaire de minimiser sa pénétration dans l'enceinte du bâtiment et de permettre son évacuation.

La campagne de mesures a permis de constater une corrélation entre le taux extérieur de benzène et le taux intérieur. En effet, la plupart des points de mesure intérieurs sont inférieurs aux taux relevés à l'extérieur et les taux les plus élevés correspondent généralement aux ambiances extérieures les plus polluées.

Cette analyse a également permis d'identifier un lien entre le taux de benzène et la circulation de l'air en intérieur, rendue possible grâce aux portes laissées ouvertes mais également un lien avec les sources internes tels que les revêtements plastifiés.

Cependant, les résultats de l'étude n'ont pas permis de conclure aux bienfaits d'un type de ventilation par rapport à l'autre.

PM10

La démarche d'élaboration des VGAI n'est pas applicable stricto sensu au cas des particules, dans la mesure où celles-ci ne font pas l'objet de valeurs-guides basées exclusivement sur des critères sanitaires proposés par des organismes supranationaux ou nationaux, ni de valeurs toxicologiques de référence (VTR) dans les bases de données usuellement consultées.

Pour une exposition de 24 heures en air intérieur, la valeur de gestion définie par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) en 2005, est de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et pour une exposition à long terme la valeur est de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les particules fines sont majoritairement d'origine extérieure au bâtiment, provenant des émissions directes extérieures ou de la remise en suspension de ces particules déposées en intérieur. Comme lors de l'analyse des concentrations de benzène, un lien apparaît entre le taux de particules intérieures et la circulation de l'air, rendue possible grâce aux portes laissées ouvertes mais également à l'aération des locaux.

IMPACTS SUR LA SANTÉ ET ORIGINE



Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et altèrent la fonction respiratoire dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Ce sont les poussières dont le diamètre est inférieur à $10 \mu\text{m}$ et qui restent en suspension dans l'air. Les particules fines sont un polluant dont les principales sources d'émission sont le trafic routier, l'industrie et de façon saisonnière les brumes de sable.



IMPACTS SUR LA SANTÉ ET ORIGINE

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une hyper réactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant. Il provient de la combustion de matières fossiles. On le retrouve essentiellement dans les émissions du trafic automobile ou les installations de combustion (centrale thermique...).

Dioxyde d'azote

L'ANSES fixe une valeur-guide en air intérieur pour le dioxyde d'azote, pour une exposition long terme (supérieure à un an) de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selon la carte ci-avant page 10, Fort de France affiche des concentrations très élevées en dioxyde d'azote. Il est donc nécessaire de minimiser sa pénétration dans le bâtiment et de permettre son évacuation.

Cette analyse permet de constater un lien entre le taux extérieur de NO_2 et le taux intérieur. En effet, la plupart des points de mesure intérieurs sont inférieurs aux taux relevés à l'extérieur. Le NO_2 étant un polluant issu de sources extérieures (trafic routier, installations de combustion), soit les points affichant des pics de concentration sont fortement impactés par la pollution extérieure, soit le système de ventilation ne permet pas d'évacuer cette pollution. Par ailleurs, un des points de mesure affichant un pic de concentration est un hall d'accueil, situé au même niveau que celui de l'émission des pollutions dues au trafic routier et ouvert sur l'extérieur pendant les heures de pointe. Cependant, l'étude ne permet pas de discerner un système de ventilation plus efficace qu'un autre par rapport aux concentrations en NO_2 .



IMPACTS SUR LA SANTÉ ET ORIGINE

Parmi les plaintes les plus courantes d'une exposition aux moisissures figurent des allergies, de l'asthme, une irritation du nez, des yeux et/ ou de la peau, un écoulement du nez, etc. Il est difficile d'établir un lien direct entre la présence de moisissures et des problèmes de santé. D'autres facteurs de pollution intérieure peuvent également jouer un rôle. Les moisissures sont amenées dans les bâtiments par les courants d'air ou les êtres vivants, humains ou animaux domestiques. Elles se forment dans les zones humides dues parfois à la condensation ou à une infiltration d'eau.

Moisissures

Il n'existe pas de normes ou réglementations concernant les moisissures. Compte tenu de l'impossibilité de définir un seuil sanitaire en dessous duquel aucun effet sur la santé n'est attendu pour la population générale, le CES Air suggère les modalités de gestion suivantes pour l'interprétation des résultats : les concentrations en flore fongique supérieures à $1000 \text{UFC}/\text{m}^3$, mesurées dans les environnements intérieurs, sont considérées comme anormalement élevées et une recherche des causes ainsi qu'une intervention par un professionnel labélisé pour la remédiation est alors recommandée. Ce niveau de concentration est issu de la compilation des données de la littérature et correspond à la valeur du 95^{ème} percentile des niveaux moyens mesurés dans des logements et établissements recevant du public. Cette valeur n'est pas un seuil sanitaire, et des concentrations inférieures peuvent être à l'origine de pathologies ou de symptômes.

Les moisissures sont un sujet directement lié au climat martiniquais chaud et humide. Lorsque les apports d'air neuf sont réalisés par les ouvrants ou les grilles d'aération depuis l'extérieur, l'humidité ambiante et les pollutions présentes dans l'ambiance extérieure sont amenées à l'intérieur tandis que les systèmes d'entrée d'air via les caissons de CTA comportent des filtres permettant de piéger les spores de moisissures.

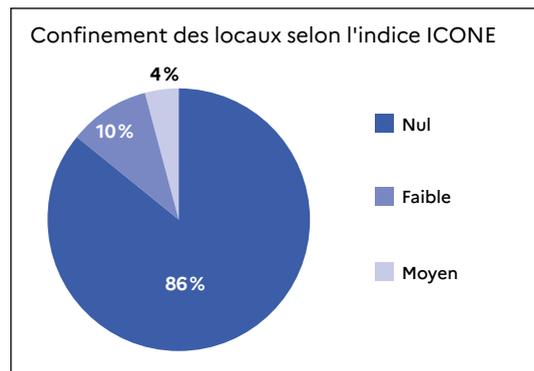
Les moisissures dans les pièces étudiées semblent directement liées à l'humidité : que celle-ci vienne de l'extérieur ou de l'intérieur (climatisation) il est nécessaire de l'évacuer.

L'analyse des résultats a montré que les répartitions des systèmes de ventilation ne sont pas discriminantes, cependant les bâtiments disposant d'un système de ventilation double flux semblent afficher les meilleurs taux par rapport à la valeur cible. Cela peut être dû au fait que ce système dispose de filtres particuliers permettant de piéger les spores des moisissures.

Les analyses comparatives des points de mesures des bâtiments les plus impactés laissent penser que la faible aération (ne permettant pas une évacuation optimale), les symptômes des occupants ainsi que la climatisation (considérée comme source interne d'humidité) sont des paramètres liés à la réelle présence de moisissures dans l'air intérieur.

Le confinement

Il n'y a pas de réglementation à proprement parler pour le confinement. Néanmoins, le guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs du CSTB estime que des actions doivent être menées à partir du niveau de confinement très élevé.



Répartition des indices de confinement

Le saviez-vous ?

Le paramètre de confinement correspond à la mesure du taux de dioxyde de carbone dans l'air. La mesure de ce gaz, rejeté par la respiration, informe sur le taux de renouvellement de l'air d'une pièce en fonction de son occupation, et ainsi le confinement de la pièce. L'indice ICÔNE (indice de confinement) a été utilisé sur la base des relevés de taux de CO₂ pendant l'occupation des locaux étudiés. Il est à noter que cet indice prend en compte les concentrations de CO₂ à partir de 1000 ppm. L'indice ICÔNE comporte 6 niveaux (de nul à extrême).

Les paramètres de confort

Selon l'OQAI, le taux optimal d'humidité relative dans l'air d'un logement se situe entre 40 et 70% pour une température s'élevant entre 18 et 22°C.

Néanmoins, ces chiffres correspondent bien au climat hexagonal. Des études menées sur le confort en climat tropical ont pu montrer que la température de confort intérieur était influencée par le climat extérieur, ainsi que par la présence ou non de systèmes de contrôle climatique du bâtiment¹.

En outre, avec l'augmentation de l'humidité, les plages de confort auraient tendance à être plus étroites.

Notons enfin l'importance des paramètres comme le brassage d'air qui peut permettre d'obtenir une sensation de confort équivalente à une température inférieure de 2 degrés en favorisant la convection de l'air au niveau de la peau et donc l'évacuation de la chaleur par l'utilisateur. Enfin, l'inertie du bâtiment et en particulier des parois, qui influe sur la température ressentie par rayonnement ne joue un rôle dans le confort thermique que dans la mesure où les températures extérieures chutent fortement la nuit, phénomène assez variable à la Martinique. Ces considérations sont, bien sûr, à prendre en compte hors rayonnement solaire direct ou filtré : en présence de rayonnement direct, les températures admissibles pour le confort sont réduites.

¹Adaptative Thermal Comfort and sustainable Thermal Standard Buildings.

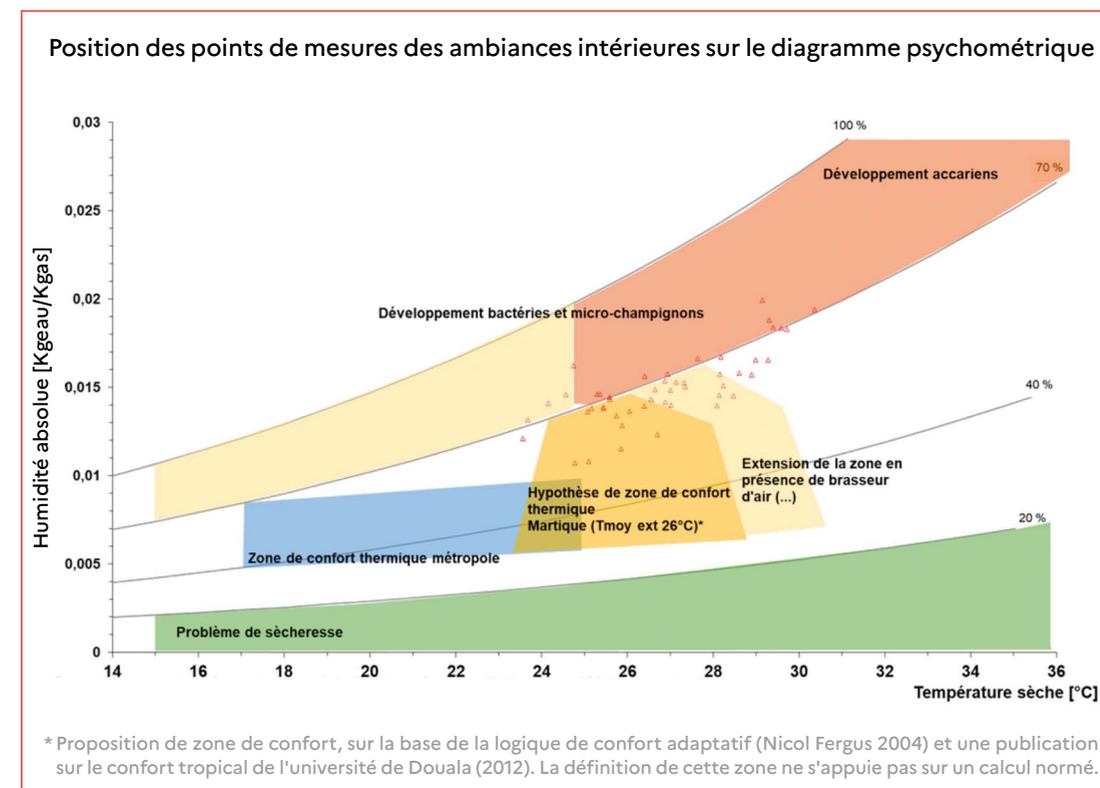
Le diagramme suivant représente différentes conditions d'ambiance hygrothermique (température/humidité) intérieure, ainsi que les points d'ambiance des locaux sondés dans le cadre de la campagne de mesures (ambiance au moment de la mesure).

Le diagramme classique ne représente généralement qu'une zone de confort correspondant aux climats tempérés. Une zone adaptée est proposée ci-dessous, dont les contours seraient toutefois à conforter (actuellement il n'y a pas de cadre normatif pour définir cette zone).

IMPACTS SUR LA SANTÉ



En air intérieur, l'humidité relative de l'air est un facteur très important qui module la perception de la température ambiante et qui affecte le confort des occupants à l'intérieur d'une pièce. Elle induit le risque de développement d'une gêne respiratoire liée notamment au développement de moisissures. En effet, une humidité relative élevée en fonction de la température peut favoriser les développements fongiques et des milieux irritants et allergènes. Le confinement est également lié au taux de CO₂ présent dans l'air, émis par la respiration des occupants.



Répartition des points de mesure sur le diagramme psychrométrique

Sur la figure ci-dessus, la plupart des points sont situés à proximité des zones propices au développement de bactéries, de microchampignons et d'acariens. Ces résultats sont cohérents avec le climat chaud et humide martiniquais.

Quelles tendances parmi les bâtiments étudiés ?

Afin de pouvoir classer les bâtiments en fonction de leur qualité d'air intérieur, les concentrations de polluants des points de mesure par bâtiment ont été moyennées puis classées en estimant que chacun des polluants avait un impact égal aux autres.

Ainsi, la colonne intitulée « Rang QSAI » est une agrégation de tous les classements des bâtiments par polluant, permettant d'obtenir un rang global. Un rang élevé traduit un bâtiment affichant de bons résultats en matière de qualité de l'air intérieur par rapport aux autres bâtiments ; cependant ce n'est qu'une appréciation relative aux autres bâtiments du panel étudié.

RÉSULTATS ANALYSE						
Bâtiment	Concentration NO ₂ µg/m ³	Concentration PM10 µg/m ³	Concentration benzène µg/m ³	Concentration Formaldéhyde µg/m ³	Concentration en moisissures en nbr UFC/m ³	Rang QSAI
Q	1	46,3	2,9	6,6	719	25
O	2,9	34,8	4,1	4,6	1336	29
T	4,4	32,8	1,7	5,9	3697,3	30
F	1	20,9	2	15,2	1692	31
C	1	24,3	1,5	6,8	990	40
M	1	29	1,3	12,2	954	41
J	1	35,7	1,3	4,1	1034	45
H	7,5	18,5	1,9	6,2	586	46
D	1	37,4	1	4,9	970	48
N	1	31,9	1,5	6,5	510	48
R	1	98,5	1,3	5,4	362	48
G	1	18,5	1,6	6	894	51
I	1	34,8	1,2	7,3	342	51
A	1	22,7	2,7	5,2	433	53
B	1	28,6	2,5	2,3	560	54
E	15,6	18,5	1,5	4,8	632	56
P	6,2	42,4	1,1	1,7	530,4	57
L	1	32,8	1,5	3,1	210	62
S	1	32,2	1	1,3	949,3	63
K	1	28	1,2	1,3	658	67
Pondération	1	1	1	1	1	

Classement des bâtiments en fonction des moyennes des polluants

Les bâtiments affichant les moins bons résultats

En considérant un impact égal pour tous les polluants (NO₂, PM10, benzène, formaldéhyde), les bâtiments affichant la moins bonne qualité de l'air intérieure, sans considération du contexte extérieur, sont les suivants : Q, O, T et F.

Parmi ces quatre bâtiments, deux sont en ventilation simple flux avec extraction sanitaire (O et F), un en ventilation naturelle (T) et un en ventilation double flux (Q). Au regard des occurrences présentes sur l'échantillon de bâtiments, il n'y a donc pas de système de ventilation à privilégier ou à éviter, tout dépend du contexte et du fonctionnement du bâtiment.

Parmi ces quatre bâtiments, trois ont moins de cinq ans (Q, F et O) ; tous ont un parking extérieur donnant sur les façades du bâtiment ; tous utilisent du détergent classique ; deux ont subi des travaux durant la dernière année ; deux comportent des pièces sans ouvrant sur l'extérieur ; trois ont reçu des plaintes des occupants ; trois comportent des revêtements plastifiés et 80% des locaux étudiés présentent un système de climatisation ; aucun des locaux n'aère pendant le ménage et seuls 50% aèrent pendant la journée.

Les valeurs élevées de benzène et de PM10 peuvent être dues à la proximité des bâtiments avec des parkings ainsi qu'à l'emplacement des prises d'air (non connues), permettant leur pénétration dans l'enceinte des bâtiments. Les bouches d'extraction étant encrassées pour deux des trois bâtiments comportant un système de ventilation mécanique, celles-ci ne permettent pas forcément l'évacuation complète des polluants. Les points de mesure du bâtiment O comportent une pièce avec des ouvrants et une sans ouvrant sur l'extérieur. L'analyse montre bien que le taux de benzène est plus élevé pour le point avec ouvrant qui donne sur un environnement pollué à cause du trafic important. Le point sans ouvrant affiche un taux également élevé bien qu'inférieur au taux extérieur.

Les valeurs en particules fines du bâtiment O dans la pièce avec ouvrant sont plus élevées que dans celle sans, car elle ne peut pas être aérée.

Les valeurs élevées en formaldéhyde des bâtiments F et Q peuvent être liées à leur construction récente (2015 et 2017) donc aux matériaux neufs mis en place et notamment le revêtement mural plastifié dont la pose collée peut fortement impacter la qualité d'air intérieur. De plus, les locaux ne sont pas aérés pendant l'entretien qui est lui réalisé fréquemment (5 fois par semaine) avec du détergent classique. Par ailleurs, un des locaux du bâtiment Q ne dispose d'aucun ouvrant sur l'extérieur. Enfin, de nouvelles peintures ont été réalisées moins d'un an avant la campagne de mesures dans le bâtiment F.

Les valeurs élevées en moisissures des bâtiments F, O et T peuvent être causées par le système de climatisation et le manque de renouvellement d'air. Concernant le bâtiment T, des traces de moisissures ont été constatées sur les plafonds des locaux, et celui-ci fonctionnant en ventilation naturelle, il est directement soumis aux aléas climatiques extérieurs (et notamment l'humidité). Pour le bâtiment O, le taux de moisissures du point avec ouvrant est beaucoup plus élevé que celui du local n'en disposant pas, ce qui met en évidence l'impact de l'humidité extérieure, à moins que l'état et l'usage du système de climatisation ne diffèrent d'une pièce à l'autre.

Les bâtiments affichant les meilleurs résultats

Les bâtiments K, L et S affichent les meilleurs résultats pour la qualité de l'air et ne présentent aucun dépassement des valeurs-guides. Ces bâtiments ont tous été construits il y a plus de 20 ans et fonctionnent tous en ventilation naturelle avec des grilles de transfert et des grilles ou bouches d'extraction. Peu de pièces (2/7) disposent d'un système de climatisation et toutes semblent aérées tout au long de la journée.

Quels sont les éléments impactants des bâtiments ?

L'approche des résultats des mesures par des moyennes ne peut permettre à elle seule de tirer des conclusions fiables, au regard de la taille de l'échantillon de mesures et des facteurs d'influences croisés. Néanmoins, cela permet d'en approcher les tendances. Les conclusions présentées ci-après ont été confortées par une analyse détaillée des échantillons et une approche multicritère, non détaillées ici.

ÉTUDE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE VENTILATION

Taux moyens	Formaldéhyde en µg/m ³	Benzène en µg/m ³	NO ₂ en µg/m ³	PM10 en µg/m ³	Moisissures en nb UFC/m ³
Ventilation naturelle	3,7	1,58	2,76	36,37	902,17
VMC Simple Flux	8,57	2,04	1,38	28,92	1201,2
VMC Double Flux	6,24	2	3,92	32,89	661,20

La ventilation naturelle permet un renouvellement plus important de l'air intérieur et ainsi une meilleure dilution des polluants intérieurs tels que le formaldéhyde et le benzène. Cependant, ce type de ventilation permet par la même occasion une plus forte pénétration des polluants exclusivement extérieurs tel que le dioxyde d'azote.

La ventilation double flux comporte généralement des filtres particulaires, limitant le passage des particules et des spores des moisissures mais ne permet pas de générer des débits de renouvellement importants, d'où son efficacité plus limitée sur le formaldéhyde. Par ailleurs, les filtres particulaires ne permettent pas de piéger les polluants tels que le formaldéhyde, le benzène ou le dioxyde d'azote.

ÉTUDE DES REVÊTEMENTS (SOLS OU MURS) PLASTIFIÉS

Taux moyen en µg/m ³	Formaldéhyde	Benzène
Locaux avec revêtements plastifiés (murs ou sol)	6,70	1,99
Locaux sans revêtements plastifiés (murs ou sol)	4,62	1,67

Il apparaît que les revêtements plastifiés sont à l'origine de taux en formaldéhyde et benzène plus importants.

ÉTUDE DES PRODUITS D'ENTRETIEN

Taux moyen en µg/m ³	Formaldéhyde	Benzène
Entretien avec produit détergent classique	5,24	1,88
Entretien avec produit détergent écologique	5,10	1,24

Il apparaît que les détergents classiques impactent à la hausse les concentrations de formaldéhyde et de benzène dans l'ambiance intérieure.

ÉTUDE DU NIVEAU D'AÉRATION DES LOCAUX

Taux moyens	Formaldéhyde en µg/m ³	NO ₂ en µg/m ³	Benzène en µg/m ³	Moisissures en nb UFC/m ³
Aération forte	3,67	3,98	1,63	674
Aération moyenne	5,28	1	1,80	694
Aération faible	6,86	2,92	1,92	1320

Il apparaît que l'aération fréquente permet de diminuer les taux des polluants de sources intérieures soit le formaldéhyde, le benzène et les moisissures.

Le NO₂ et les particules fines étant majoritairement de sources externes au bâtiment, la fréquence et l'importance de l'aération peuvent, en ambiance polluée, engendrer la pénétration des polluants à l'intérieur.

ÉTUDE SUR LES TRAVAUX INTÉRIEURS DURANT L'ANNÉE PASSÉE

Taux moyens	Formaldéhyde en µg/m ³	Benzène en µg/m ³	Moisissures en nb UFC/m ³
Travaux intérieurs < 1 an	5,24	2,12	1052
Autres	5,10	1,72	901

Il apparaît que les travaux intérieurs récents impactent les niveaux de concentration des polluants formaldéhyde, benzène et moisissures. Ceux-ci sont issus de sources internes et corrélés aux matériaux.

Le NO₂ et les particules fines étant majoritairement de sources externes au bâtiment, la réalisation de travaux récents n'est pas un critère impactant.

ÉTUDE SUR LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME DE CLIMATISATION

Taux moyens	Formaldéhyde en µg/m ³	Benzène en µg/m ³	NO ₂ en µg/m ³	PM10 en µg/m ³	Moisissures en nb UFC/m ³
Locaux climatisés	6,43	1,81	2,44	34,73	1033
Locaux non climatisés	2,72	1,66	3,30	32,93	669

Il apparaît que la présence d'un système de climatisation impacte fortement les taux de formaldéhyde et de moisissures. Les climatiseurs impactant l'humidité relative des locaux (en asséchant l'air en fonctionnement mais induisant des condensats et parfois des fuites), cela influe sur le développement des moisissures. Par ailleurs, un taux d'humidité élevé facilite la libération du formaldéhyde dans l'ambiance intérieure. Enfin, les locaux climatisés sont généralement moins aérés ce qui limite l'évacuation du formaldéhyde.

ÉTUDE SUR LES USAGES

Taux moyen en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Formaldéhyde en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moisissures en nb UFC/ m^3
Usage de feutres et présence d'imprimantes	5,86	979
Sans	3,60	750

Il apparaît que l'usage d'éléments reconnus comme sources d'émissions de polluants dans l'air intérieur tels que les imprimantes et les feutres impacte les taux de formaldéhyde et de moisissures. Les feutres en effet, contiennent des conservateurs et des solvants, tous deux sources de formaldéhyde. Les imprimantes laser quant à elles émettent des COV, des particules ainsi que de l'ozone.

ÉTUDE SUR LA CIRCULATION INTERNE DE L'AIR (PORTES OUVERTES)

Taux moyens	Formaldéhyde en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzène en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moisissures en nb UFC/ m^3
Portes du local laissées ouvertes	4,52	1,64	792
Portes fermées	6,92	2,10	1183

Il apparaît que la circulation interne de l'air permet la dilution des polluants issus de sources internes tels que le formaldéhyde, le benzène et les moisissures.

Conclusions sur la campagne de mesures

Les concentrations des différents polluants dépendent de multiples facteurs, qu'ils soient contextuels, constructifs, liés à l'exploitation ou à l'usage du bâtiment. La qualité de l'air intérieur est donc une thématique à appréhender de manière globale.

Il est important de noter que la majorité des points de mesure respectent les seuils définis par les valeurs-guides. Cependant, il convient de noter que les concentrations mesurées sont considérées en l'état. En effet, aucun facteur d'incertitude n'a été pris en considération pour déterminer le respect des valeurs de référence.

Par ailleurs, certaines données manquantes (débits d'air, filtres, concentrations extérieures de PM...) auraient permis d'affiner l'interprétation des mesures. Enfin, il s'avère que le panel de bâtiments étudiés n'est pas toujours représentatif des paramètres étudiés (types de ventilation par exemple).

Critères favorisant les taux élevés de polluants	FA	Benzène	NO ₂	PM10	Moisissures
Faible aération	✓	✓	✓	✓	✓
Portes fermées	✓	✓		✓	✓
Matériaux récents	✓	✓			✓
Affichages muraux	✓	✓			
Imprimantes, matériel informatique	✓	✓			
Ouvertures sur des zones polluées		✓	✓	✓	
Système de climatisation	✓				✓
Air neuf non filtré				✓	✓

Synthèse des tendances observées lors de l'étude par polluant

IMPACTS

DE LA CONCEPTION DU BÂTIMENT

Implantation et conception de l'enveloppe du bâtiment

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Les mesures réalisées ont confirmé l'influence de l'environnement extérieur sur la qualité d'air intérieur, en particulier des polluants extérieurs suivants: benzène, NO₂, PM.

Les données recueillies ne précisent pas l'emplacement des entrées d'air par rapport aux sources extérieures de pollutions et aux vents dominants; excepté pour l'étude du taux de NO₂ du point E2 en comparaison avec le point E1 qui confirme l'impact de l'environnement extérieur.

Les résultats ont par ailleurs montré que les ouvrants sur l'extérieur permettent la pénétration des polluants et moisissures mais également l'évacuation des polluants issus de sources intérieures et d'éviter dans une certaine mesure de les accumuler.

PRÉCONISATIONS

Le site d'implantation doit être éloigné de toutes sources extérieures de pollution de l'air (routes, parking, industries...) et être choisi en prenant en considération les vents dominants, vecteurs du transport des polluants. Une analyse de site étudiant la qualité de l'air et les éventuelles sources d'émission peut être réalisée en amont.

Le parking du bâtiment, s'il y en a un, est à localiser de préférence en sous-sol ou bien de façon éloignée des ouvrants et prises d'air du bâtiment.

La conception du bâtiment doit maximiser les ouvrants, quel que soit le type de ventilation choisi. À défaut de données particulières sur le bâtiment, les prescriptions de la RTAA et du

guide ECODOM sont à suivre : 20 % de porosité minimale de la façade. Dans la mesure du possible, il est recommandé d'éviter les ouvrants orientés vers des zones polluées ou sous le vent de facteurs de pollutions externes.

Par ailleurs, en ventilation mécanique double flux, il est nécessaire de bien positionner les prises d'air : à distance des sources de pollution extérieures, des bouches d'extraction des bâtiments, et par rapport aux vents dominants (vecteurs de pollutions plus éloignées).

La conception doit également éviter une implantation des locaux à occupation prolongée aux niveaux les plus

**AUCUN LOCAL
À OCCUPATION
PROLONGÉE NE PEUT
S'AFFRANCHIR
D'OUVRANTS SUR
L'EXTÉRIEUR, MÊME
EN VENTILATION
DOUBLE FLUX.**

(suite page 27)

(suite de la page 26)

bas du bâtiment, une vigilance particulière devant être portée sur l'exposition du hall d'accueil dont les portes sont régulièrement ouvertes sur l'extérieur aux périodes de pointe du trafic routier. À défaut, le système de ventilation doit être conçu pour éviter l'accumulation de polluant dans le hall ou la dispersion dans les locaux voisins.

La conception des espaces extérieurs doit prendre en compte le potentiel allergène des espèces dans les aménagements paysagers. Sans proscrire les espèces à fort potentiel allergène, la conception doit permettre un ensemble diversifié, en quantité et localisation adapté selon le potentiel allergène de l'espèce.

Conception des systèmes de ventilation et de climatisation

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Suite aux analyses ci-avant, aucune solution de ventilation (naturelle, mécanique simple flux ou double flux) n'est réellement discriminante pour la qualité sanitaire de l'air intérieur en Martinique. Cependant, l'étude montre les bénéfices de la ventilation naturelle concernant les taux de formaldéhyde. De plus, les trois bâtiments considérés comme ayant la meilleure qualité d'air intérieur fonctionnent en ventilation naturelle.

En ventilation naturelle, le seul recours aux ouvrants pour assurer le renouvellement d'air reste dépendant des occupants.

Lorsque l'air extérieur ne présente pas ou peu de sources de polluants, il peut être bienvenu d'intégrer au bâti des éléments assurant la porosité nécessaire à la ventilation naturelle (claus-tras...).

La ventilation sanitaire simple flux par extraction ne permet pas non plus la maîtrise de l'air neuf mais, à minima, force un renouvellement d'air via l'extraction dans les pièces humides par exemple.

La ventilation double flux, peu représentée sur le panel de bâtiments étudiés, a l'avantage de filtrer l'air neuf, de permettre un positionnement judicieux des prises d'air, de maîtriser le

parcours de l'air dans le bâtiment ainsi que le choix de positionnement des bouches, et de pouvoir adapter les horaires de fonctionnement de la ventilation. Par conséquent ce système est avantageux en milieu extérieur très pollué. Cependant, les filtres habituellement mis en place dans les caissons des centrales de traitement d'air sont des filtres particuliers et non moléculaires. Ils sont donc inefficaces pour la filtration des polluants tels que le NO₂ ou le benzène. Le bâtiment G est un bon exemple de bâtiment récent fonctionnant en ventilation double flux et présentant de bons résultats.

**LES BÂTIMENTS
PRÉSENTANT
LE PLUS
DE MOISSURES
DISPOSENT DE
SYSTÈME DE
CLIMATISATION.**

Les résultats de l'étude ont par ailleurs révélé que la majorité des locaux affichant la moins bonne qualité d'air disposent d'un système de climatisation.

C'est le cas des bâtiments présentant le plus de moisissures. En effet les systèmes de climatisation ne favorisent pas l'ouverture des fenêtres et ne permettent pas de renouveler l'air. Ils induisent par ailleurs de fortes variations hygrothermiques, de l'humidité ainsi que des courants d'air froids. Cependant, ils peuvent également permettre de rafraîchir l'air des locaux.

PRÉCONISATIONS

En cas d'ambiance extérieure ne présentant pas de pollution spécifique, la ventilation naturelle ou la ventilation simple flux par extraction mécanique dans les sanitaires sont adaptées. Ils sont moins énergivores car ils utilisent peu ou pas de systèmes mécaniques assurant la circulation de l'air. Il faut néanmoins noter que ces modes de ventilation ne permettent pas de rafraîchir l'air insufflé.

En cas de pollution extérieure (un taux avoisinant la valeur-guide par exemple), en particulier des pollutions de type particulières, ou pour un bâtiment situé sous le vent de sources de pollutions, le choix d'un système de ventilation type VMC double flux permettant de filtrer l'air neuf sera à privilégier. Les prises d'air devront être localisées à distance de toute source de pollution ou de rejet d'air vicié.

Le type de filtration doit faire l'objet d'un dimensionnement. Il faut savoir que le meilleur type de filtration consiste en un système combiné de filtres particuliers et moléculaires (type filtres à charbon actifs).

Il est souhaitable d'inclure dans la conception du bâtiment une notion de gestion temporelle de la ventilation (voir partie 8 | Impact de l'exploitation & maintenance du bâtiment).

Il est à noter qu'une ventilation double flux s'accompagne d'une gestion minimale nécessaire (telle que la ventilation des locaux avant et après occupation, voire la nuit et pendant les week-ends). Pour ce faire, cette régulation est à anticiper pendant la conception.

Dans tous les cas, la possibilité d'aération des locaux à occupation prolongée par ouverture des ouvrants donnant sur l'extérieur est nécessaire.

Les débits visés et les moyens pour y parvenir doivent être étudiés en fonction de l'usage et du bâtiment (y compris en ventilation naturelle).

La conception des systèmes doit veiller à privilégier les systèmes de rafraîchissement passifs, bénéfiques pour la performance énergétique et la qualité sanitaire. Les systèmes de climatisation peuvent dans certains cas être nécessaires pour permettre de rafraîchir l'air sans ouvrir les fenêtres afin de se prémunir des pollutions extérieures, des nuisances sonores mais également de contrôler l'humidité ambiante.

Cependant, ces systèmes doivent être choisis, entretenus et réglés avec soin afin de ne pas provoquer d'inconfort ni d'apport d'humidité supplémentaire, ou garantir son évacuation.



Choix des modes constructifs et des revêtements intérieurs

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

L'étude montre que trois des quatre bâtiments affichant la moins bonne qualité d'air intérieur ont été construits depuis moins de cinq ans. L'âge du bâtiment impacte donc la qualité d'air intérieur car les matériaux récemment mis en œuvre continuent d'émettre des polluants une fois posés. L'étude n'a pas permis de tirer de conclusion claire entre la qualité d'air

AFIN DE LIMITER LES CONCENTRATIONS EN FORMALDÉHYDE, IL EST NÉCESSAIRE DE SÉLECTIONNER DES MATÉRIEAUX À FAIBLES ÉMISSIONS DE COV ET FORMALDÉHYDE.

intérieur et le mode constructif. L'étude des concentrations de formaldéhyde ainsi que les connaissances scientifiques permettent de lier clairement les matériaux en contact avec l'air intérieur et la qualité des espaces intérieurs. De plus, certains revêtements s'avèrent

favorables à la croissance fongique tandis que d'autres non.

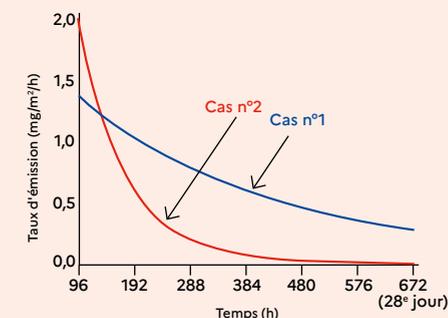
PRÉCONISATIONS

Plusieurs labels permettant de sélectionner des matériaux intérieurs à faibles émissions en COV et formaldéhyde sont disponibles. Il est préconisé de sélectionner les revêtements (peinture, parquets, enduits, vernis, colles, faux-plafonds, revêtements de sols, mobilier...) disposant des labels suivants :



Les labels cités ci-contre évaluent les émissions dites à long terme au bout de 28 jours

Différentes simulations avec un même résultat : une diminution des taux d'émission au bout de 28 jours



Patrice Blondeau. Caractérisation et modélisation des transports de polluants dans les environnements intérieurs. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de La Rochelle, 2008.

Par ailleurs, une attention spécifique devra être accordée à la conception de l'enveloppe en ce qui concerne l'adaptation des matériaux et le système constructif à l'humidité du climat tropical, via notamment le choix de matériaux hydrofuges dans les pièces humides. Les revêtements plastifiés sont à limiter en usage interne, et les bois naturels à privilégier au bois aggloméré. Enfin, dans un souci d'entretien et de maintenance facilitée, les revêtements devront être facilement nettoyables et remplaçables.

Lien entre la qualité de l'air et la performance énergétique

L'étude réalisée indique une tendance des bâtiments dits performants à atteindre des taux en formaldéhyde plus élevés que les autres. Cela peut s'expliquer par le fait que ces bâtiments sont récents, et donc que les émissions de composés organiques volatils sont plus fortes.

Par ailleurs, les résultats semblent indiquer un indice de confinement plus élevé. Cela peut s'expliquer par le fait qu'avec les différentes réglementations thermiques, la conception des bâtiments tend vers une plus grande étanchéité à l'air, celle-ci réduisant les apports d'air neuf non désirés.

La conception des bâtiments veillera donc à permettre l'aération par ouverture des ouvrants sur l'extérieur, quel que soit le type de ventilation choisi.

Il semble important de rappeler que la performance énergétique et la qualité sanitaire des bâtiments ne sont pas contradictoires. Il est donc nécessaire d'adapter la conception de l'enveloppe et des systèmes aux caractéristiques contextuelles ainsi qu'à l'usage du bâtiment.

Il existe des solutions techniques permettant de s'adapter aux situations spécifiques et des dispositifs de régulation efficaces alliant renouvellement d'air et performance énergétique. Cependant, certains de ces systèmes induisent des consommations énergétiques et un impact carbone non négligeables ainsi qu'une gestion spécifique; par conséquent leur mise en place doit être réfléchie au regard du service rendu.

Quelques exemples (liste non exhaustive à adapter au contexte et aux enjeux):

- des sondes de CO₂ permettant d'asservir les débits des espaces à occupation intermittente;
- une mécanisation des ouvrants permettant le free cooling nocturne;
- la récupération de frigories sur l'air extrait (en ventilation simple flux et double flux);
- un contrôle fin des températures de consigne via un système de GTB;
- des contacts de feuillure aux ouvrants permettant de couper ventilation mécanique et climatisation/chauffage lorsque les fenêtres sont ouvertes.

IMPACTS

DE LA PHASE CHANTIER

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Sur les cinq locaux ayant subi des travaux intérieurs durant la dernière année, quatre présentent des taux de PM10 supérieurs à ceux des locaux similaires, sans travaux, et issus du même bâtiment.

La phase chantier entraîne une émission importante de poussières due aux découpes, emballages et autres, ainsi que des émissions de formaldéhyde dues aux nouveaux matériaux mis en œuvre.

PRÉCONISATIONS

Afin de minimiser l'impact de la construction sur le bâtiment livré, il est conseillé de mettre en place un protocole de chantier intégrant notamment :

- des préconisations sur le stockage des matériaux sur chantier;
- la mise en place d'une zone fumeurs éloignée du bâtiment et à l'air libre;
- la limitation des engins de chantier diesel sans filtres à particules;
- l'aération fréquente des locaux pendant les travaux;
- la protection des réseaux de ventilation (bouchonnage);
- la mise en place de filtres provisoires;
- le nettoyage de ces réseaux à réception;
- une période de surventilation d'environ 1 mois;
- le remplacement des filtres avant l'arrivée des occupants;
- des tests de qualité d'air à réception afin de s'assurer des niveaux atteints.



IMPACTS

DE L'EXPLOITATION & MAINTENANCE DU BÂTIMENT

Entretien et exploitation des organes de ventilation et de climatisation

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

60% des bouches d'extractions sanitaires, 20% des bouches de soufflage ainsi que les deux caissons de ventilation observés sont encrassés. L'encrassement des organes de ventilation diminue l'efficacité de la ventilation mais peut également être à l'origine du transport de polluants dans le bâtiment.

Les filtres n'ont pas pu être observés pendant l'étude mais leur état de propreté est également fondamental pour le bon fonctionnement du système de ventilation.

Les résultats de l'étude montrent la corrélation entre la présence d'un système de climatisation et les moisissures.

Les débits d'air n'ont pas pu être relevés ni mesurés pendant l'étude, cependant il apparaît que dans 3 des 4 bâtiments fonctionnant en ventilation mécanique double flux, les occupants présentent des symptômes liés à la mauvaise qualité d'air (tels que sécheresse, yeux larmoyants...) laissant présager que les débits ne sont pas adaptés.

PRÉCONISATIONS

Il est vivement conseillé de planifier les opérations de maintenance en respectant les gammes de maintenance des équipements techniques.

Ainsi, les filtres doivent être vérifiés, nettoyés et remplacés dès que nécessaire. Dans les bâtiments équipés de CTA, des dispositifs d'alerte d'encrassement des filtres sont possibles.

Les bouches et grilles de soufflage et reprise doivent également être bien entretenues.

Les unités de climatisation doivent être

vérifiées régulièrement ainsi que les bacs à condensats, afin d'éviter d'humidifier l'air intérieur.

Quelle que soit la régulation, il est primordial de renouveler l'air intérieur : soit via une régulation centralisée (via un système de GTB par exemple pour la ventilation double flux) soit en aérant manuellement. Ce renouvellement doit s'effectuer pendant l'occupation mais également avant et après celle-ci.

(suite page 33)

(suite de la page 34)

En cas d'arrêt de la ventilation (arrêt mécanique ou non ouverture des ouvrants), Amoès préconise un renouvellement d'air de 2 vol. après un arrêt de nuit, et 4 à 5 vol. après un arrêt de 2 jours ou plus. Ces phases de purges sont à prévoir en dehors des pics de pollutions extérieures. Elles doivent être programmées (horloge, GTC, régulateurs fabricants) en ventilation mécanique. Elles doivent être assurées par l'exploitant ou les usagers dans le cas de ventilation naturelle par ouvrant.

L'ouverture doit être de 40 minutes à 1h30 après fermeture prolongée 2 fois par

jour a minima pour une hypothèse de renouvellement d'air classique par les ouvrants à 3 vol/h. Cette préconisation est à ajuster par le concepteur selon les choix en termes de surface, implantation...

Dans le cas d'un bâtiment comportant une VMC double flux, l'équilibrage de l'installation et la mesure des débits permettent de s'assurer du renouvellement d'air.

Enfin, en présence de systèmes de climatisation, il est conseillé de ne pas fixer une température de consigne plus basse de 7°C par rapport à la température extérieure.

Nettoyage des locaux

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Les locaux étudiés sont dans la grande majorité des cas nettoyés quotidiennement, les résultats de cette étude manquent de représentativité pour être exploités. Les taux moyens de PM10 ont cependant été analysés au regard de la fréquence de nettoyage, car celui-ci peut être la cause de la remise en suspension de poussière :

Fréquence de nettoyage	Concentration moyenne de PM10
Hebdomadaire	18,53 µg/m ³
2 fois par semaine	33,7 µg/m ³
Quotidienne	35,8 µg/m ³

Cette analyse confirme l'hypothèse d'une remise en suspension des poussières. Cependant, les informations portant sur le type d'équipements utilisés (filtres des aspirateurs, microfibrés...) n'étaient pas disponibles.

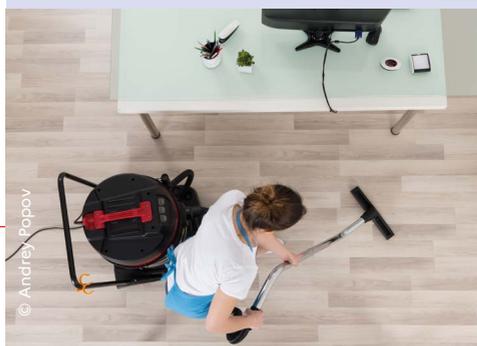
PRÉCONISATIONS

Le nettoyage fréquent des locaux est à privilégier à condition d'aérer pendant et après le nettoyage, d'utiliser des équipements d'aspiration efficaces et munis de filtres à particules (HEPA ou EPA) ainsi que des produits d'entretien n'émettant pas de COV ou formaldéhyde (Ecolabel par exemple).

IL EST RECOMMANDÉ DE LIMITER LE NOMBRE DE PRODUITS D'ENTRETIEN AU STRICT NÉCESSAIRE ET DE NE PAS UTILISER DE PRODUITS PARFUMÉS.

Le saviez-vous?

Les aspirateurs avec un filtre HEPA et un sac sont à privilégier car ils ne rejettent pas de particules allergènes. La serpillière humide sur sol lisse permet d'éviter de disperser les allergènes aériens qui pourraient se trouver dans vos poussières (acariens, pollens...).



Rénovation et renouvellement mobilier

Comme vu ci-avant, les matériaux doivent être choisis en tenant compte de leurs émissions dans l'air intérieur et les procédures de chantiers présentées précédemment doivent être suivies.

Les travaux de rénovation hors site occupé sont à privilégier. Il est préférable par ailleurs de prévoir une période tampon après les travaux

et avant la reprise de l'occupation permettant de surventiler les locaux et d'évacuer les éventuels polluants.

En cas de renouvellement du mobilier, il est préférable, à sa livraison, de le stocker dans un endroit aéré non occupé le temps qu'il se décharge en polluant.

IMPACTS

DE L'USAGE DU BÂTIMENT

Aération

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Comme vu précédemment lors de l'analyse des concentrations de polluants, l'aération des locaux est favorable à une meilleure qualité d'air excepté lorsque les ouvrants donnent sur une source d'émission ou pendant une tranche horaire polluée (heures de pointe du trafic routier, pics de pollution...).

Par ailleurs, il a été observé dans plusieurs cas que le transfert d'air via les portes intérieures laissées ouvertes améliore la qualité de l'air intérieur car cela empêche le confinement des polluants.

L'aération permet également d'agir rapidement sur le taux de confinement, bien que la présente étude n'ait pas permis d'observer des taux de confinement problématiques.

PRÉCONISATIONS

Le saviez-vous?

L'air intérieur étant de 5 à 10 fois plus pollué que l'air extérieur, il est primordial d'aérer chaque pièce au moins 20 minutes. Afin de se prémunir des polluants extérieurs, privilégiez l'aération avant 7h le matin ou le soir après 18h car les concentrations en polluants extérieurs sont moins élevées.

Il est important d'aérer les locaux de façon régulière mais hors des pics de pollution, qu'ils soient quotidiens (dus au trafic routier) ou exceptionnels (brume de sable, épisode caniculaire...).

Par ailleurs, laisser les portes ouvertes et ne pas obstruer les bouches et grilles de ventilation permet la circulation de l'air et ainsi l'évacuation des polluants.

Imprimantes, tabagisme, parfums d'intérieur

ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Les résultats de l'étude, et notamment ceux en formaldéhyde, ont permis de montrer que les imprimantes et les affichages muraux nuisent à la qualité d'air intérieur sans toutefois induire des dépassements des seuils.

Les résultats n'ont pas permis de conclure sur l'usage des feutres ni sur celui du parfum d'intérieur bien que ces deux paramètres soient des sources connues d'émissions intérieures (notamment de COV, non mesurés ici).

Concernant le tabac, excepté pour les points O1 et O2 qui ne sont pas comparables, les quatre locaux accueillant un fumeur atteignent un taux de formaldéhyde supérieur au local équivalent dans le même bâtiment. La différence étant très importante dans le cas de l'occupant fumant dans le bureau.

PRÉCONISATIONS

Il est conseillé de limiter toutes les sources internes d'émission de polluants. Les imprimantes doivent si possible être positionnées dans un local spécifique ou hors des zones d'occupation et de préférence dans un endroit ventilé ou bénéficiant d'une extraction. Par ailleurs, il peut être préconisé d'avoir recours à des imprimantes labélisées Ange Bleu attestant d'émissions en COV plus faibles.

Le tabac doit être interdit dans tous les locaux intérieurs ainsi qu'à proximité des ouvertures du bâtiment et des prises d'air.

Les parfums d'intérieur ne sont pas conseillés car ils masquent des odeurs présentes mais sont un facteur de pollution intérieure.



Affichage de la qualité de l'air et sensibilisation

Une sensibilisation des usagers à la qualité de l'air et aux bonnes pratiques peut être envisagée via une formation ou un guide pratique.

Cette sensibilisation permet de rappeler les enjeux de la qualité de l'air, les impacts sanitaires, les moyens d'action de chaque partie prenante d'un bâtiment et les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

Il est également envisageable d'afficher quotidiennement la qualité de l'air dans les espaces communs du bâtiment afin de sensibiliser les occupants (écran d'affichage dans le hall...).

Cela peut être réalisé via le lien vers un site d'information sur la qualité de l'air en temps réel mais également par la mise en place de sondes de qualité de l'air dans les espaces.

Le saviez-vous?

Le site Madinair communique l'indice ATMO quotidiennement, ce qui permet d'accéder au niveau de pollution du jour.

Il peut donc être conseillé de s'abonner aux alertes de pollutions de l'air de Madinair, qui dispose également sur son site de nombreux outils de sensibilisation de la QAI : <https://madinair.fr/>

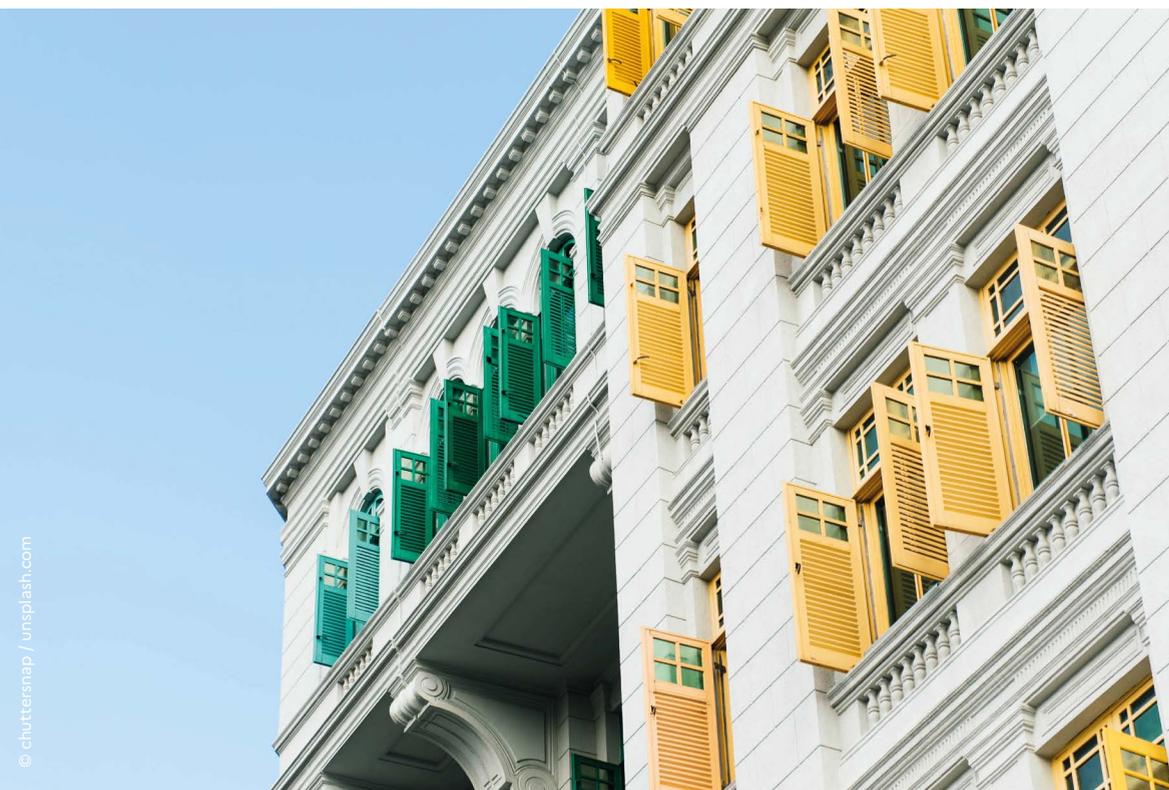
SYNTHÈSE

DES PRÉCONISATIONS

La qualité de l'air intérieur est un enjeu sanitaire, environnemental et financier. Ses effets sur la santé sont avérés par de multiples études et décrits par de nombreux organismes publics ou privés. Les bâtiments et lieux clos sont, du fait de nos modes de vie, les leviers les plus importants à activer. La qualité de l'air intérieur s'avère être une résultante de multiples facteurs tels que la pollution extérieure, les phénomènes naturels, les systèmes techniques et l'aménagement intérieur, l'exploitation et l'entretien des locaux, les usages des occupants...

Peu de réglementations existent à ce jour bien que les alertes de plus en plus fréquentes indiquent une meilleure prise de conscience.

Fort de ce constat, il est primordial que l'ensemble des pouvoirs publics et des acteurs de l'immobilier se mobilisent autour de cet enjeu, que ce soit par la mise en place de réglementations mais également de bonnes pratiques et ce lors de chacune des étapes du cycle de vie des bâtiments (conception, réalisation, exploitation, maintenance, usage).



PHASE	THÉMATIQUE	PRÉCONISATION	ACTEUR
CONCEPTION	Implantation du bâtiment	Étudier les sources de pollutions autour du site et en corrélation avec les vents dominants	MOA
	Conception de l'enveloppe	Concevoir tous les locaux à occupation prolongée avec des ouvrants sur l'extérieur (quel que soit le type de ventilation) facilement accessibles et manœuvrables	Architecte
		Minimiser les défauts de l'enveloppe (ponts thermiques, étanchéité...)	Architecte
	Organisation des locaux	Étudier la localisation des locaux sensibles selon l'orientation des façades et les sources de pollution extérieure Positionner le parking judicieusement	Architecte
		Étudier la mise en place d'un sas d'entrée (permettant de limiter la pénétration des poussières depuis l'extérieur) avec un système de tapis ou grilles au sol Implanter des locaux d'entretien fonctionnels avec arrivée d'eau, extraction sanitaire, revêtements adaptés et ferme porte Implanter des locaux dédiés aux équipements de reprographie avec extraction sanitaire et ferme-porte	Architecte
		Mettre en place une zone fumeur éloignée d'au moins 7 m des ouvrants et prises d'air du bâtiment	MOA & Architecte
	Systèmes de ventilation	Si les niveaux de pollution extérieure ou niveaux acoustiques extérieurs sont très importants, privilégier une ventilation mécanique double flux avec filtration adaptée (particulière plus moléculaire si nécessaire) Respecter des débits minimums de 25 m³/(h.occupant) pour les locaux de bureaux (exigence code du travail) et 15 m³/(h.occupant) pour les écoles (1 ^{er} cycle) et étudier la possibilité d'augmenter ces débits Choisir le système de gestion le plus adapté et prévoir des périodes de ventilation en inoccupation (nuit, week-end, avant l'arrivée des occupants...) Si l'air est préchauffé ou refroidi intégrer une récupération de calories/frigoriques sur la CTA Étudier la pertinence d'un système de contrôle de l'humidité intégré à la CTA	MOA & équipe MOE
		Si les niveaux de pollution extérieure sont bas, privilégier une ventilation naturelle ou ventilation simple flux avec extraction Choisir et positionner judicieusement les grilles de transfert (bouches réglables, grilles hygro-réglables...) en veillant au détalonnage des portes Dans le cas d'une ventilation simple flux avec extraction étudier la pertinence d'une pompe à chaleur sur l'air extrait afin d'optimiser la performance énergétique du bâtiment	MOA & équipe MOE
		En ventilation double flux et simple flux veiller à l'extraction spécifique de l'air vicié des locaux à pollution ou à odeurs (sanitaires, cuisines, locaux de reprographie, locaux déchets...)	BET CVC
		Concevoir tous les systèmes et organes techniques facilement accessibles et manœuvrables	Équipe de MOE
Systèmes CVC	Avant de choisir un système de climatisation actif, étudier la pertinence d'une solution de rafraîchissement passif, moins énergivore et moins impactante sur la santé des occupants	MOA & équipe MOE	
	Privilégier les produits de construction peu émissifs et adaptés au climat tropical (chaud et humide) Prendre en compte le critère sanitaire des revêtements (matériaux hydrofuge pour les pièces humides...) ainsi que la facilité d'entretien (privilégier des matériaux non poreux) et de remplacement	Architecte	

PHASE	THÉMATIQUE	PRÉCONISATION	ACTEUR
CHANTIER	Procédures de chantier / charte de chantier	Pendant les travaux, protéger (bouchons, protections..) les gaines de ventilation afin que celles-ci ne soient pas empoussiérées pendant le chantier	Entreprises et MOE Ex
		Privilégier des engins de chantier électriques et à défaut des engins European Stage IV (filtres à particules)	Entreprises
		À réception du mobilier et des matériaux neufs, les entreposer dans un lieu ventilé, à l'abri de l'humidité et non occupé pendant 28 jours si possible	Entreprises et MOE Ex
		Surventiler le bâtiment après les travaux et avant l'occupation	Entreprises et mainteneur
		Remplacer les filtres avant l'occupation	Entreprises
		Organiser des mesures de qualité d'air à réception du chantier	MOA ou Entreprises
		EXPLOITATION	Procédures d'entretien et d'exploitation du bâtiment
Nettoyer et remplacer les filtres selon les gammes de maintenance et l'observation visuelle	Exploitant		
Entretien des bouches de soufflage et d'extraction	Exploitant		
Aérer (naturellement ou mécaniquement) les locaux avant et après l'occupation	Exploitant		
Chercher les sources d'humidité du bâtiment (fuites, infiltrations...) et maintenir une humidité relative inférieure à 60% dans le bâtiment	Exploitant		
Nettoyage des parties contaminées par les moisissures avec une solution de javel diluée au quart	Équipe d'entretien		
Adapter et surveiller la régulation des systèmes de ventilation (ventilation en inoccupation...)	Exploitant		
Entretien régulièrement les systèmes de climatisation (bacs à condensats inclus)	Exploitant		
Ne pas imposer une température de consigne à moins de 7°C par rapport à l'extérieur	Exploitant		
Observer les revêtements intérieurs régulièrement (état général, traces d'humidité ou de moisissures...) et prévoir leur remplacement au besoin	Exploitant		
Soumettre un questionnaire de satisfaction auprès des occupants et s'il y a beaucoup de plaintes ou de syndromes constatés, réaliser des mesures de qualité d'air et mettre en place un plan d'actions correctives	Propriétaire et mainteneur		
Établir un protocole d'entretien des locaux adapté (fréquence, produits écologiques Ecolabel, procédure d'aération, aspirateurs à filtres HEPA...)	Exploitant et équipe d'entretien		

PHASE	THÉMATIQUE	PRÉCONISATION	ACTEUR
USAGE	Sensibilisation / formation	Ne pas obstruer les bouches de soufflage et d'extraction	Entreprises et MOE Ex
		Aérer quotidiennement chaque pièce du bâtiment (même avec une ventilation mécanique) au moins 15 minutes	Entreprises
		Sensibiliser les occupants sur les périodes optimales d'aération (hors heures de pointes du trafic et pics de pollution)	Entreprises et MOE Ex
		Étudier la mise à disposition de capteurs CO ₂ pour encourager l'ouverture des fenêtres	Entreprises et mainteneur
	Aménagements intérieurs	Ne pas mettre en place de photocopieurs ni plantes dans les locaux à occupation prolongée et privilégier les photocopieurs/imprimantes labélisés Ecologo, Ange Bleu ou Green Star	Exploitant
	Règlement intérieur	Limiter les parfums d'intérieurs	Exploitant
	Politique d'achat	Privilégier les équipements de reprographie labélisés BlueAngel	Exploitant

GLOSSAIRE

ET DÉFINITIONS

Aération: L'action d'aérer permet le renouvellement de l'air d'une pièce (ouverture des fenêtres, portes...).

Airparif: Créée en 1979, Airparif est agréée par le ministère de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble de l'Île-de-France.

ANSES: Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, Alimentation, Environnement, Travail

ARS: Agence Régionale de Santé

CES: Comité d'Experts Spécialisé constitué par l'ANSES

CO₂: Dioxyde de carbone

COV: Composé organique volatil

CTA: Centrale de traitement d'air

FA: Formaldéhyde

GTB: Système de gestion technique du bâtiment

NO₂: Dioxyde d'azote

O₃: Ozone

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

OQAI: Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

PM₁₀: Particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm

PPM: Partie par million

SO₂: Dioxyde de soufre

UFC: Unité Formant Colonie

Ventilation naturelle: Ventilation lors de laquelle aucun ventilateur ou système mécanique n'intervient, l'air se déplace grâce aux différences de pression dues au vent qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température, c'est le tirage thermique ou l'effet cheminée. La circulation de l'air est donc totalement naturelle.

VGAI: Valeur-Guide dans l'Air intérieur: niveau de concentration en polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.

VMC DF: Ventilation Mécanique Centralisée Double Flux. La ventilation «double flux» consiste à organiser la pulsion mécanique d'air neuf, filtré, dans les locaux, et l'extraction mécanique d'air vicié des locaux.

VMC SF: Ventilation Mécanique Centralisée Simple Flux. On parle de ventilation simple flux lorsque soit l'amenée d'air (pulsion), soit l'évacuation d'air (extraction) est réalisée grâce à un ventilateur.

vol: Volume

µg/m³: microgramme par mètre cube d'air



Amoès est une société d'ingénierie spécialisée dans la performance environnementale et énergétique du bâtiment. Elle a été créée en avril 2007 et transformée en SCOP en 2012.

Amoès accompagne les acteurs publics et privés dans des missions de maîtrise d'œuvre, expertise, assistance aux maîtres d'ouvrage, ou de recherche appliquée, à l'échelle urbaine et du bâtiment, et aussi bien en construction neuve qu'en rénovation.

Fortement impliquée dans une démarche permanente de recherche et développement pour améliorer ses pratiques, Amoès travaille sur les dernières innovations pour la performance environnementale et énergétique des quartiers et des bâtiments.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique – nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Ce guide a été réalisé grâce à la campagne d'instrumentation et l'étude opérées par :



<https://www.madininair.fr>

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur:

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert:

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent:

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur: Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir:

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR DES BÂTIMENTS TERTIAIRES EN MARTINIQUE

La qualité de l'air intérieur est aujourd'hui une question de santé publique. Celle-ci est responsable de nombreuses maladies non transmissibles et du raccourcissement de l'espérance de vie.

Si la pollution atmosphérique est un sujet traité et réglementé depuis quelques décennies, la pollution de l'air intérieur n'a été jusqu'alors que peu étudiée et peu réglementée. Or, nous passons la grande majorité de notre temps dans des espaces clos. Ces espaces sont donc soumis aux polluants extérieurs mais également aux polluants constitutifs de nos espaces et pratiques intérieurs. Ce document vise ainsi à présenter les éléments permettant d'améliorer la qualité de l'air tout au long de la vie d'un bâtiment tertiaire (pendant les phases de conception, de réaliser, d'exploitation mais également d'utilisation) afin de permettre aux acteurs clés de s'emparer de cette problématique.

