



Jan
2020

CARACTERISATION DES TRANSFERTS DE POLLUTION DE L'AIR EXTERIEUR VERS L'AIR INTERIEUR DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

TRANSFAIR : une évaluation du transfert des polluants et des propositions de bonnes pratiques dans les écoles de Saint-Nazaire

SYNTHESE



En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Le comité de pilotage de l'étude Transfair était composé des personnes suivantes :

- David du Chelas, Mairie de Saint-Nazaire
- Pascale Hameau, Mairie de Saint-Nazaire
- Perrin Xavier, Mairie de Saint-Nazaire
- Baron-Davenel, Marthe Mairie de Saint-Nazaire
- Bureau Hervé, Mairie de Saint-Nazaire
- Chesnel Alain, Mairie de Saint-Nazaire
- Sonnet Cédric, Mairie de Saint-Nazaire
- Laisne Sandrine, CARENE
- Le Carff Alan, Mairie de Saint-Nazaire
- Fruchard Elodie, Mairie de Saint-Nazaire
- Macé Magali, Mairie de Saint-Nazaire
- Pauline Baron-Renou, Air Pays de la Loire
- Souad Boualalla, ADEME
- Harold Monnier, HAPCO

Les membres du COPIL adresse tous ses remerciements aux partenaires de la collectivités qui ont apporté leur aide et leur soutien dans cette expérimentation.

CITATION DE CE RAPPORT

DU CHELAS D, BARON-RENOU P, MONNIER H. 2020. Caractérisation des transferts de pollution de l'air extérieur vers l'air intérieur dans les établissements scolaires – TRANSFAIR une évaluation du transfert des polluants et des propositions de bonnes pratiques dans les écoles de Saint-Nazaire. Synthèse, 24 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

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.

Ce document est diffusé par l'ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1662C0030

Étude réalisée par la ville de Saint Nazaire et Air Pays de la Loire pour ce projet financé par l'ADEME

Coordination technique - ADEME : Souad Bouallala

Direction/Service : Direction Villes et territoires Durables/Service Qualité de l'air



SOMMAIRE

RÉSUMÉ	4
ABSTRACT	5
1. Contexte du projet	6
1.1. Description de la zone étudiée	6
1.1.1. Etablissements scolaires investigués	6
1.1.2. Ecole primaire Paul Bert.....	6
1.1.3. Ecole primaire Ernest Renan.....	6
2. Méthodologie	7
2.1. Polluants et paramètres mesurés	7
2.2. Dispositif de mesure	7
3. Bilan / Principaux résultats obtenus	7
3.1. Campagne de mesure initiale	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
3.1	7
3.1.1. Concernant la qualité de l'air extérieur :	8
3.1.2. Concernant le transfert de l'air extérieur vers l'intérieur des salles de classe :	8
3.2. Phase 2 : Accompagnement après la mesure pour le maintien d'une qualité de l'air 8	
3.3. Recommandations comportementales	9
3.4. Recommandations techniques (personnels techniques et agents d'entretien) 10	
3.4.1. Recommandations comportementales	12
3.4.2. Recommandations techniques	12
3.5. Phase 3: Mesure de contrôle	12
3.5.1. Concernant la qualité de l'air extérieur:	12
3.5.2. Concernant le transfert de l'air extérieur vers l'intérieur des salles de classe :	12
4. Fiches Réflexes	13
5. Conclusion / Perspectives	19
Index des tableaux et figures	20
Sigles et acronymes	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>



RÉSUMÉ

L'amélioration de la qualité de l'air intérieur et extérieur nécessite une approche transversale et la mobilisation de multiples ressources. Les collectivités détiennent du fait de leurs compétences (dans les domaines notamment de la mobilité, l'urbanisme, le développement économique, l'habitat, etc.) des leviers d'actions efficaces pour agir dans les territoires et constituent des acteurs incontournables dans la mise en œuvre de politiques visant à l'atteinte de cet objectif. Les collectivités peuvent également faire preuve d'exemplarité concernant la qualité de l'air intérieur, en termes de mobilité ou dans la gestion des bâtiments par exemple.

La ville de Saint-Nazaire fait partie de la zone du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de Nantes – Saint-Nazaire où les valeurs réglementaires (seuil d'information pour les poussières) peuvent être dépassées. Par ailleurs, des études réalisées par Air Pays de la Loire en 2002-2003 puis 2011-2012 au niveau de quartiers résidentiels proches (Méan Penhoët, par exemple) de la zone industrialo-portuaire ont montré une influence des opérations de déchargements de céréales sur les concentrations en particules. Par ailleurs, une étude récente, en 2017, a montré la présence de chrome au sein de ce même quartier.

La ville de Saint-Nazaire, lauréat de l'appel à projet AACT'AIR édition 2016, a initié une étude d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires, situés en proximité de la zone industrialo-portuaire et du trafic routier où la qualité de l'air extérieur est potentiellement dégradée. Cette évaluation a permis de proposer puis de mettre en œuvre des bonnes pratiques et des actions de sensibilisation afin de maintenir une qualité de l'air intérieur acceptable dans les écoles étudiées.

Le projet TRANSFAIR a permis de :

- *Qualifier la pollution extérieure représentative d'un milieu urbain avec des influences ponctuelles de l'activité industrialo-portuaire ;*
- *Mettre en évidence un transfert de dioxyde d'azote (NO₂), ponctuel et faible, de l'air extérieur vers l'air intérieur au sein des écoles et d'identifier un enjeu sur le confinement des salles de classe ;*
- *Formuler des recommandations techniques et comportementales pour la gestion de la qualité de l'air intérieur ;*
- *Réaliser des fiches réflexes transposables à d'autres établissements scolaires du territoire concernés par des situations dégradées de la qualité de l'air ;*
- *De capitaliser sur les facteurs clés de réussite pour favoriser ensuite la répliquabilité du projet dans d'autres territoires.*

ABSTRACT

Improving the indoor and ambient air quality requires a transversal approach and the mobilization of multiple resources. Because of their skills (in the areas of mobility, urban planning, economic development, housing, etc.), local authorities hold effective levers of action to act in the territories and are essential players in the implementation of policies aimed at achieving this objective. They can also set an example in terms of indoor air quality, in terms of mobility or in building management, for example.

The city of Saint-Nazaire is part of the Nantes - Saint-Nazaire Atmosphere Protection Plan (PPA) zone where the regulatory values (information threshold for PM10) may be exceeded. In addition, studies carried out by Air Pays de la Loire in 2002-2003 and 2011-2012 at the level of residential districts close (Méan Penhoët, for example) to the industrial-port zone have shown an influence of cereal unloading operations on particle concentrations. In addition, a recent study, in 2017, showed the presence of chromium in this same district.

The city of Saint-Nazaire, winner of the AACT'AIR call for projects 2016 edition, initiated a study to assess the indoor air quality in two schools, located near the industrial-port zone and road traffic where the ambient air quality is potentially degraded. This assessment made it possible to propose and then implement good practices and awareness-raising actions in order to maintain acceptable indoor air quality in the schools studied.

The TRANSFAIR project made it possible to :

- *Qualify the outdoor pollution representative of an urban environment with occasional influences from industrial port activity ;*
- *Highlight a punctual and weak transfer of nitrogen dioxide (NO₂) from outside air to inside air within schools and identify an issue in the confinement of classrooms ;*
- *Formulate technical and behavioral recommendations for the management of indoor air quality ;*
- *Produce reflex sheets that can be transposed to other schools in the area affected by degraded air quality situations ;*
- *To capitalize on the key success factors to then promote the replicability of the project in other territories.*



1. Contexte du projet

La ville de Saint-Nazaire, lauréate de l'AAP ADEME - AACT'AIR 2016, a initié une étude dans une zone où la qualité de l'air ambiant est potentiellement dégradée par la zone industrialo-portuaire et le trafic automobile dense à proximité : le quartier Méan Penhoët. Accompagnée par Air Pays de la Loire et un prestataire en diagnostic aéraluque, l'étude vise à évaluer la qualité de l'air intérieur de deux établissements scolaires de Saint-Nazaire, les écoles Ernest Renan et Paul Bert situées dans la zone concernée afin d'identifier un éventuel transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur des établissements. Des recommandations comportementales et techniques ont été mises en œuvre en fonction des résultats afin d'améliorer la situation. Une campagne de mesure *a posteriori* a permis de mesurer les bénéfices et d'établir des fiches reflexes sur les recommandations à mettre en place dans des situations similaires.

1.1. Description de la zone étudiée

1.1.1. Etablissements scolaires investigués

Deux écoles élémentaires du quartier Méan Penhoët de Saint-Nazaire ont été instrumentées : l'école Ernest Renan et l'école Paul Bert. Ces écoles ont été choisies par la ville de Saint-Nazaire en raison de leur contexte géographique (proximité zone industrialo-portuaire).



Figure 1: Présentation de l'environnement industriel à proximité des points de mesures

1.1.2. Ecole primaire Paul Bert

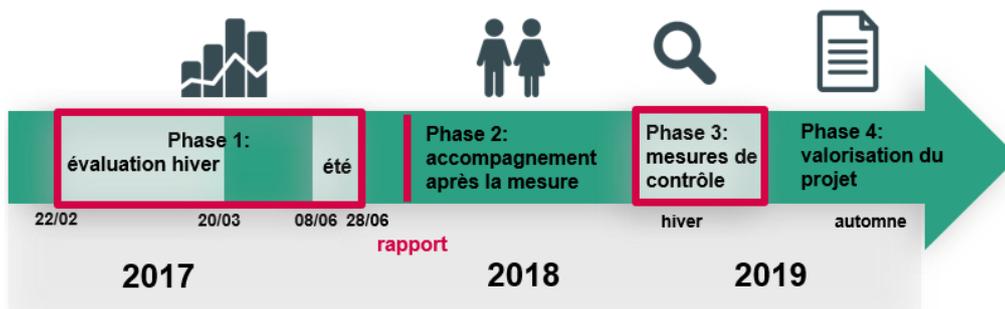
Cette école ne bénéficie pas d'un système de ventilation mécanique contrôlée. La ventilation est naturelle et est réalisée grâce à des entrées d'air sur chaque fenêtre, avec un balayage d'air principalement de type Nord/Sud.

1.1.3. Ecole primaire Ernest Renan

L'école bénéficie d'un système de ventilation mécanisé par un caisson d'extraction pour chaque sanitaire. Dans les salles de classe, la ventilation est naturelle et est réalisée grâce à des entrées d'air ponctuelles sur des fenêtres, avec un balayage d'air de type Est/Ouest.

2. Méthodologie

Le projet compte quatre phases principales :



2.1. Polluants et paramètres mesurés

En raison de la proximité routière et industrialo-portuaire, les polluants et paramètres mesurés sont les suivants :

- Les particules fines PM10 et PM 2.5 ;
- Le dioxyde d'azote ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Les paramètres de confort hygrothermique et de confinement.

2.2. Dispositif de mesure

Pour quantifier et mettre en perspective l'influence de la pollution extérieure sur la qualité de l'air intérieur des deux établissements scolaires, des mesures en air extérieur ont été réalisées à proximité des deux écoles, et à Saint-Nazaire, en milieu urbain non influencé pour comparaison (stations urbaines permanentes Parc Paysager et Léon Blum).

Des mesures d'air extérieur :

Les mesures d'air extérieur ont été réalisées sur plusieurs sites :

- au niveau de la cour de l'école Paul Bert à l'aide d'une remorque laboratoire, où ont été mesurés les polluants suivants : PM₁₀, SO₂ et NO₂.
- au sein des deux stations permanentes d'Air Pays de la Loire à Saint-Nazaire: Léon Blum et Parc Paysager.

Des mesures d'air intérieur

Les polluants et les paramètres de confort hygrothermique et de confinement ont été mesurés dans les salles de classe des écoles Ernest Renan et Paul Bert.

3. Bilan / Principaux résultats obtenus

Il ressort des trois premières phases de l'étude qu'à défaut d'aménagements techniques, la sensibilisation, à la fois des élèves et du personnel éducatif, est un moyen d'améliorer le renouvellement d'air dans les classes, dans la mesure où les enseignants deviennent acteurs du sujet. Des efforts d'informations restent toutefois à fournir, notamment concernant les sources intérieures de polluants, dont les particules fines.

Les aménagements techniques restent néanmoins la solution la plus efficace et la plus pérenne pour préserver la qualité de l'air intérieur des locaux.

3.1 Campagnes de mesures initiales

Les différentes mesures effectuées ont permis de dresser un bilan de la qualité de l'air extérieure au cœur du quartier Méan Penhoët. Les mesures de la cour et dans l'école ont permis de caractériser la qualité de l'air et d'identifier une éventuelle influence des activités économiques et industrielles à proximité.



3.1.1. Concernant la qualité de l'air extérieur :

- les concentrations en polluants (PM, NO₂, SO₂) au niveau de la cour de l'école Paul Bert située à proximité de la zone industrialo-portuaire, sont comparables à celles mesurées à Saint-Nazaire en milieu urbain (Parc Paysager et Léon Blum) ;
- les influences de la zone industrialo-portuaire, de la zone industrielle de la Basse-Loire (notamment de la raffinerie Total) et la proximité automobile sont identifiées ponctuellement au sein de l'école Paul Bert.

3.1.2. Concernant le transfert de l'air extérieur vers l'intérieur des salles de classe :

- les mesures effectuées mettent en évidence un transfert ponctuel de la pollution en SO₂ et NO₂ de l'extérieur vers l'intérieur des écoles. Les sources suspectées seraient liées à la zone industrialo-portuaire et à la proximité du trafic automobile ;
- le système de ventilation (ventilation naturelle) de l'école Paul Bert limite en théorie le transfert des polluants vers l'intérieur des salles de classe, mais ne permet pas l'atteinte d'un confinement satisfaisant au quotidien. A l'inverse, celui de l'école Ernest Renan (VMC simple flux) facilite en théorie le transfert des polluants vers l'intérieur, mais permet la gestion d'un confinement plus faible au quotidien ;
- le transfert de pollution étant ponctuel et sans atteindre des niveaux importants, il est privilégié de traiter le confinement des écoles.

Au regard des résultats, malgré la proximité de la zone industrialo-portuaire, l'air intérieur des salles de classe est plus pollué que l'air extérieur (notamment en PM₁₀) et confiné. Il est donc important de procéder à des aérations régulières en dehors des épisodes de pollution. Lors des épisodes de pollution, des solutions techniques peuvent être envisagées pour maintenir une qualité de l'air satisfaisante dans les locaux.

3.2. Phase 2 : Accompagnement après la mesure pour le maintien d'une qualité de l'air

Des recommandations comportementales et techniques ont été proposées à la Ville de Saint-Nazaire pour, d'une part améliorer la qualité de l'air intérieur des salles de classe au quotidien (confinement) et, en cas de pollution identifiée, limiter le transfert de l'air extérieur vers l'air intérieur.

Pour les prioriser, l'ensemble des recommandations ont fait l'objet d'une analyse sur deux critères : efficacité vis-à-vis du contexte et des résultats et facilité de mise en œuvre.

Peu efficace	1 point
Efficace	2 points
Très efficace	3 points

Difficile à mettre en œuvre	1 point
Moyennement difficile à mettre en œuvre	2 points
Peu difficile à mettre en œuvre	3 points

L'évaluation selon la multiplication de ces deux critères permet de classer les recommandations par priorité. Le classement final repris dans les recommandations est le suivant :

Type de recommandation	Code associé
Recommandation à court terme	
Recommandation à moyen terme	
Recommandation à long terme	

3.3. Recommandations comportementales

Proposition	Code	Ecole concernée	Avantages	Inconvénients - risques
<p>1. Sensibiliser les personnels scolaires (enseignant, personnels techniques, périscolaire) à la qualité de l'air extérieur et intérieur</p> <p>Une sensibilisation des personnels scolaires à la thématique de la qualité de l'air permettra de mieux appréhender le sujet et d'adopter les bonnes pratiques en fonction de la situation. Selon les salles de classe, l'aération sera par exemple à privilégier lorsque les vents ne sont pas favorables au balayage de l'air (école Paul Bert), même en épisode de pollution.</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • meilleure compréhension du contexte et des enjeux • démarche collective et motivante pour l'établissement • actions simples identifiables 	<ul style="list-style-type: none"> • n'entraîne pas la mise en place d'actions concrètes systématiques
<p>2. Aérer pendant les récréations, avant et après l'arrivée des enfants</p> <p>Une aération quotidienne et systématique est recommandée (2 fois 10 min), hormis aux heures de pointe et en cas de pics de pollution. L'aération est notamment importante à mettre en place au sein de l'école Paul Bert lorsque les vents ne sont pas favorables au balayage de l'air. Par expérience, nous recommandons la désignation d'un ambassadeur de l'air (élève) par salle de classe, qui est une solution efficace et valorisante.</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • diminution rapide du confinement et des autres polluants de l'air intérieur (benzène/formaldéhyde) • émulation sur le sujet au sein de la salle de classe • motivation et valorisation de l'ambassadeur 	<ul style="list-style-type: none"> • action basée sur le volontariat • possibilité d'entraîner un rafraîchissement de l'air intérieur – plaintes des élèves
<p>3. Identifier le confinement des salles de classe par un appareil de mesures ludique</p> <p>Pour maintenir une qualité de l'air favorable, la mise à disposition d'un appareil de mesure de CO₂ avec un affichage par led peut être proposée. L'ambassadeur de l'air pourra ainsi proposer l'aération en fonction de la couleur des leds (vert : peu confiné / orange : confinement – aération à prévoir / rouge : très confiné : aérer immédiatement).</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • identification simple et ludique du niveau de confinement • aération aux moments pertinents 	<ul style="list-style-type: none"> • risque d'inquiétude / angoisse des certains élèves à la vue de la led rouge • risque de devoir aérer très souvent en l'absence d'un système de ventilation efficace
<p>4. Inscrire les directeurs d'établissement aux newsletters d'Air Pays de la Loire</p> <p>Air Pays de la Loire diffuse chaque jour les indices de qualité de l'air permettant de connaître la qualité de l'air extérieur à J, J+1 et J+2. En cas de pollution au NO₂, PM, O₃ ou SO₂, une alerte par newsletter est également envoyée aux abonnés.</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • meilleure identification des périodes de pollution extérieure • adaptation des comportements et usages au quotidien 	<ul style="list-style-type: none"> • nécessite une adaptation quotidienne • nécessite un relais auprès des enseignants • actions basées sur l'analyse de la situation

Tableau 1 : Recommandations comportementales



3.4. Recommandations techniques (personnels techniques et agents d'entretien)

Proposition	Code	Ecole concernée	Avantages	Inconvénients - risques
<p>1. Nettoyer et entretenir régulièrement les entrées d'air Pour garantir un renouvellement d'air suffisant et donc une section de passage suffisant de l'air, un nettoyage des entrées d'air annuel est préconisé.</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • améliore le balayage de l'air et donc le renouvellement d'air 	<ul style="list-style-type: none"> • ne permet pas de garantir un renouvellement d'air optimal des salles de classe
<p>2. Installer des grilles d'entrées d'air systématiques dans les salles de classe. Certaines salles de classe ne disposent pas d'entrées d'air. Pour assurer le balayage de l'air, l'installation de grilles d'entrées d'air est nécessaire. Par ailleurs, au sein de l'école Ernest Renan, les entrées d'air sont obstruées dans les portes extérieures : il est recommandé de positionner une entrée d'air en dehors des fixations du groom.</p>		Ecole Paul Bert Ecole Ernest Renan	<ul style="list-style-type: none"> • améliore le balayage de l'air et donc le renouvellement d'air 	<ul style="list-style-type: none"> • créé des déperditions thermiques faibles • possibilité de transfert des polluants de l'air extérieur plus importante
<p>3. Installer une ventilation dans les sanitaires Pour garantir un minimum de renouvellement d'air, l'installation d'une ventilation mécanique dans les sanitaires est recommandée. Elle permettra de rétablir la fonction essentielle, c'est-à-dire le renouvellement hygiénique. La mise en dépression des sanitaires facilitera le balayage de l'air dans les salles de classe de l'établissement.</p>		Ecole Paul Bert	<ul style="list-style-type: none"> • permet la mise en dépression du bâtiment, et donc un balayage de l'air continu et régulier des salles de classe (vérifier le détalonnage des portes des salles de classe) • solution peu coûteuse 	<ul style="list-style-type: none"> • renouvellement d'air non optimal dans les salles de classe • pas de filtration de l'air extérieur
<p>4. Installer un système aéraulique performant au regard du contexte : VMC Double Flux décentralisée La VMC Double Flux décentralisée est un concept de ventilation à très haute efficacité avec récupération d'énergie, très peu encombrante, ne nécessitant ni local technique, ni gaines, ni faux plafond (école Paul Bert). Elle permet de traiter l'apport d'air neuf par filtration et l'extraction de l'air vicié pièce par pièce s'adaptant au besoin de chacune grâce à un asservissement par sonde CO₂. Le système permet de filtrer l'air neuf extérieur par des filtres particuliers (pollution aux particules PM), filtres combinés (pollution aux particules et gazeuse) ou filtres moléculaires (pollution gazeuse uniquement). Par ailleurs, ce système permet de réduire, voire couper la ventilation en cas d'épisode de pollution. Le coût moyen installé d'un système avec des caractéristiques de débits supérieurs</p>		Ecole Paul Bert	<ul style="list-style-type: none"> • solution technique compatible avec les enjeux énergétiques du bâtiment • renouvellement d'air continu, régulier et satisfaisant • filtration de l'air extérieur • possibilité d'arrêt en cas d'épisode de pollution • traitement des pièces stratégiques (les plus fréquentées). • compatible avec des bâtiments ne disposant pas 	<ul style="list-style-type: none"> • solution coûteuse à l'investissement • nécessite une maintenance régulière, dont le changement des filtres • optimisation de la qualité de l'air non généralisée à l'ensemble de l'établissement

<p>à 500 m³/h est de 7 000 € HT. Suivant le type de filtration choisie, le coût du changement des filtres doit être intégré aux coûts d'exploitation du système, soit environ 250 € HT/an.</p>			<p>de locaux techniques, faux plafonds, etc.</p>	
<p>5. Installer un système aéraulique performant au regard du contexte : VMC Double Flux centralisée</p> <p>L'installation d'une ventilation mécanique contrôlée double flux permettra de garantir le renouvellement et le balayage de l'air dans toutes les salles de classe, tout en traitant l'air extérieur avant son entrée dans le bâtiment.</p> <p>La VMC double flux centralisée est un système de traitement d'air à très haute efficacité thermique qui centralise les flux d'air entrants et sortants d'une centrale de traitement d'air (CTA). Elle est installée dans les locaux techniques en position centrale de l'établissement pour desservir l'ensemble des pièces à traiter. Les flux d'air sont canalisés par des conduits, véhiculés dans les faux plafonds.</p> <p>Le système permet une régulation des débits par asservissement - sonde CO₂.</p> <p>Le système permet de filtrer l'air neuf extérieur par des filtres particuliers (pollution aux particules PM), filtres combinés (pollution aux particules et gazeuse) ou filtres moléculaires (pollution gazeuse uniquement). Par ailleurs, ce système permet de réduire, voire couper la ventilation en cas d'épisode de pollution.</p> <p>Le coût d'une installation de VMC double flux centralisée varie en fonction du nombre locaux à traiter. L'économie d'échelle devient intéressante lorsqu'une dizaine de classe est traitée. Le coût installé rapporté à une classe se situe entre 3 000 et 9 000 € HT. Suivant le type de filtration choisie, la taille de la centrale de traitement d'air, le coût du changement des filtres doit être intégré aux coûts d'exploitation du système, soit entre 150 et 1 000 € HT/an.</p>		<p>Ecole Ernest Renan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • solution technique compatible avec les enjeux énergétiques du bâtiment • renouvellement d'air continu, régulier et satisfaisant • filtration de l'air extérieur • possibilité d'arrêt en cas d'épisode de pollution • traitement de l'ensemble du bâtiment 	<ul style="list-style-type: none"> • solution coûteuse à l'investissement • nécessite une maintenance régulière dont le changement des filtres • nécessite des espaces techniques, faux plafonds, etc. • A envisager de la mettre en place que si l'école est rénovée dans un objectif performance énergétique et qualité de l'air.

Tableau 2 : Recommandations techniques



3.4.1. Recommandations comportementales

Des actions de sensibilisation ont été proposées par Air Pays de la Loire à la ville de Saint-Nazaire pour former les professionnels des établissements scolaires à la qualité de l'air. Cette sensibilisation visait à les acculturer sur le sujet de la qualité de l'air et dispenser des messages clés en mains. Les recommandations comportementales portent essentiellement sur le renouvellement d'air manuel par ouvertures des fenêtres.

L'efficacité de cette sensibilisation/participation des enseignants et élèves est confirmée par la fiche d'activité remplie par l'enseignant, qui montre plus d'aérations régulières par ouverture des fenêtres, par rapport aux mesures réalisées en 2017.

3.4.2. Recommandations techniques

Faute de moyens prévus par la ville de Saint-Nazaire, aucun aménagement technique n'a pu être effectué dans les écoles avant la campagne de contrôle de mars 2019.

3.5. Phase 3: Mesure de contrôle

Les actions comportementales ont surtout été mise en œuvre au sein de la classe de l'école Paul Bert. L'appareil de mesure du CO₂ a été manipulé par les élèves, rendant les données relevées invalides et inexploitable. Il est donc impossible de suivre les concentrations de CO₂ et de ce fait de qualifier la réelle efficacité des actions comportementales sur la qualité de l'air intérieur.

La campagne a toutefois pu apporter des informations sur la qualité de l'air des établissements instrumentés :

3.5.1. Concernant la qualité de l'air extérieur:

- des concentrations en polluants (PM₁₀, NO₂, SO₂) au niveau de la cour de l'école Paul Bert comparables à celles mesurées à Saint-Nazaire en milieu urbain (Parc Paysager et Blum) ;
- des influences de la zone industrialo-portuaire, et de la proximité du trafic automobile sont toutefois identifiées ponctuellement au sein de la classe instrumentée dans l'école Paul Bert.

3.5.2. Concernant le transfert de l'air extérieur vers l'intérieur des salles de classe :

- les mesures effectuées mettent en évidence un transfert ponctuel de la pollution NO₂ de l'extérieur vers l'intérieur des écoles, à des niveaux néanmoins faibles. Les sources suspectées seraient liées à la zone industrialo-portuaire et au trafic automobile à proximité ;
- le transfert de pollution étant ponctuel et sans atteindre des niveaux importants, il est privilégié de traiter le confinement des écoles et les sources internes de polluants.

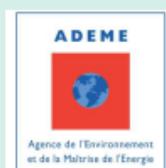
4. Fiches Réflexes

Dans le but de permettre la répliquabilité du projet sur un territoire présentant des caractéristiques de qualité de l'air proches ou similaires (avec dégradation ponctuelle de la qualité), six fiches réflexes ont été co-construites entre Air Pays de la Loire et la ville de Saint Nazaire.

Les fiches ont pour objectif de rendre autonome le personnel des établissements sur les problématiques de qualité de l'air en apportant des réponses et des informations sur la gestion de la qualité de l'air lorsque l'air extérieur est dégradé mais aussi sur des problématiques plus globales de qualité de l'air intérieur.

Fiches réflexes

à destination d'établissements
recevant des enfants
En zones de qualité de l'air
extérieur dégradée



Version novembre 2019



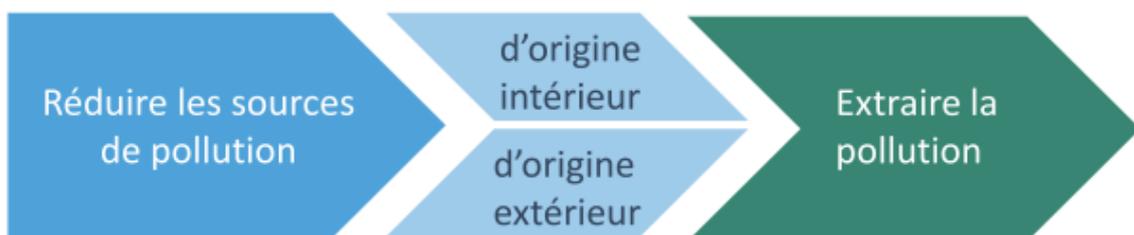
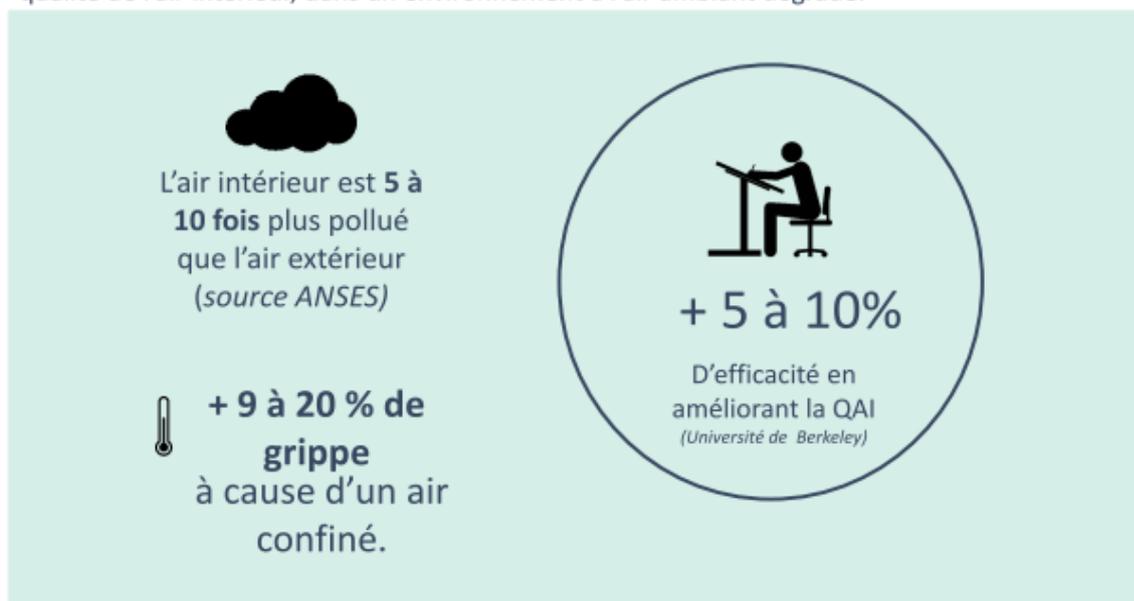
La qualité de l'air c'est quoi?

Au sein d'une salle de classe, les matériaux de construction, le mobilier, les activités de bricolage sont autant de sources de pollution à maîtriser.

L'air extérieur (qualifié d'air neuf) permet de diluer la pollution intérieure et renouveler l'air intérieur. L'apport d'air neuf doit présenter une qualité de l'air faiblement chargée en polluants. Cependant certains secteurs géographiques ne disposent pas en continu d'un niveau de qualité d'air ambiant optimal.

En air intérieur, la problématique majoritaire reste souvent le confinement. Un air confiné engendre une perte de concentration et la prolifération des virus.

Les fiches actions suivantes permettent d'accompagner ces territoires dans la gestion de la qualité de l'air intérieur, dans un environnement à l'air ambiant dégradé.



S'abonner à la newsletters sur <http://www.airpl.org/>

Les bons comportements

Sensibiliser les acteurs

Informier et former les agents en charge de l'entretien et de la maintenance du bâtiment

Informier et former les enseignants et le personnel des écoles :

- Porteur des messages auprès des enfants;
- Acteurs au quotidien dans les classes.

L'ouverture des fenêtres, le geste numéro un pour la qualité de l'air

Une ouverture des fenêtres pendant 5 à 10 min permet de renouveler l'air sans impacter les consommations énergétiques.

A quelle fréquence?

- Le matin avant l'arrivée des enfants
- Durant les récréations
- Sur la pause de midi
- Le soir après le départ des enfants

Le confinement de l'air est le principal problème de qualité de l'air au sein des salles de classe. Un meilleur renouvellement d'air apporte une amélioration de la concentration et des performances scolaire des élèves.

Suivre les concentrations de CO₂

L'indicateur du confinement en air intérieur

Mettre à disposition au sein des salles de classes des capteurs de CO₂ avec des indicateurs de couleurs.

Sensibiliser les enfants et les enseignants et le personnel scolaire.

Confier la responsabilité du suivi du confinement de la classe à un enfant ambassadeur :

- Vert: tout va bien.
- Orange: j'ouvre la fenêtre à la récréation.
- Rouge: j'ouvre immédiatement.

Fiche enfant ambassadeur jointe



S'abonner à la newsletters sur <http://www.airpl.org/>



Choisir la bonne installation

Pour le choix des systèmes de ventilation des établissements en zone de qualité de l'air dégradée, certains éléments sont à privilégier :

- Les systèmes mécaniques avec filtration de l'air neuf;
- Des filtres à particules fines et à charbon actif pour les gaz (notamment le NO₂).

Dans le neuf, le système double flux est à privilégier dès la conception.

Dans la rénovation, divers systèmes avec filtration sont disponibles, certains induisent moins de travaux.

Un système double flux centralisé

Système de traitement d'air à très haute efficacité thermique qui centralise les flux d'air entrants et sortants dans la centrale de traitement d'air (CTA). Installée dans les locaux techniques en position centrale de l'établissement, pour desservir l'ensemble des pièces à traiter.

Un système décentralisé

Système de traitement d'air à très haute efficacité avec récupération d'énergie, très peu encombrant, ne nécessitant ni local technique, ni gaines, ni faux plafond. Installation dans chaque pièce selon les besoins.

Un système de diffusion d'air par déplacement

Système de traitement d'air à très haute efficacité thermique qui insuffle l'air neuf en partie basse de la classe et est directement inhalé par les occupants. Il chasse l'air vicié, évacué en partie haute de la salle. Le système est installé au sein de la salle de classe avec des gaines en plafond.

Avantages

- solution technique compatible avec les enjeux énergétiques du bâtiment
- renouvellement d'air continu, régulier et satisfaisant
- filtration de l'air extérieur
- possibilité d'arrêt en cas d'épisode de pollution
- traitement de l'ensemble du bâtiment
- Possible régulation des débits par asservissement au CO₂

Avantages

- solution technique compatible avec les enjeux énergétiques du bâtiment
- renouvellement d'air continu, régulier et satisfaisant
- filtration de l'air extérieur
- possibilité d'arrêt en cas d'épisode de pollution
- compatible avec des bâtiments ne disposant pas de locaux techniques, faux plafonds, etc.
- Possible régulation des débits par asservissement au CO₂

Avantages

- Air neuf soufflé au sol directement inhalé par les occupants, air vicié évacué en partie haute
- renouvellement d'air continu, régulier et satisfaisant
- filtration de l'air extérieur
- possibilité d'arrêt en cas d'épisode de pollution
- traitement des pièces stratégiques

Inconvénients

- Coûteux
- Maintenance régulière
- Volumineuse, impact travaux

Inconvénients

- Maintenance régulière

Inconvénients

- Coûteux
- Équipements volumineux
- Maintenance régulière
- Travaux en plafond

S'abonner à la newsletters sur <http://www.airpl.org/>

Bien entretenir son établissement

Les installations

C'est quoi un système de ventilation performant?

Service de maintenance

L'air doit pouvoir rentrer et sortir par des zones dédiées bouches dans les pièces, barrettes d'aspiration au dessus des fenêtres, grilles hautes et basses.

Le système doit garder ses caractéristiques initiales pour limiter les pertes de charge, induisant une diminution du renouvellement d'air et une surconsommation d'énergie.

Je n'obstrue pas les bouches, pour laisser l'air passer.

Je nettoie les bouches d'aérations et grilles de ventilation a minima tous les 3 mois.

Je réalise un nettoyage régulier des installations:

- Unité individuelle : tous les 2 ans
- Système gainable : tous les 5-7 ans
- CTA : tous les ans

Je change mes filtres à la rentrée et à la fin de l'hiver.

Je mets en place des avertisseurs de colmatage pour les filtres.

Les locaux

Comment entretenir sa salle de classe?

Service d'entretien

L'usage de produits d'entretien contribue à l'augmentation de la concentration de substances nocives dans l'air, comme les COV.

Si je réalise mes produits d'entretien moi-même, je réduis l'usage d'huiles essentielles à 2/3 gouttes maximum.

Je préfère l'aspirateur (avec filtre HEPA) au balai.

Je choisis des produits d'entretien éco-labellisés.



Je proscrire les produits avec les pictogrammes suivants:



J'aère avant, pendant, et après le ménage.

Je mets en place des paillasons pour limiter l'entrée de poussières dans le bâtiment.

Je préfère des techniques de nettoyage à l'eau, comme l'usage de la microfibre et de la vapeur.

S'abonner à la newsletters sur <http://www.airpl.org/>



En cas de pics de pollution extérieur

S'abonner à la newsletters sur <http://www.airpl.org/>

Être alerté en cas de pics de pollution

Seuil d'information: message d'information et recommandations :
précaution à appliquer pour les personnes sensibles (enfants, personnes âgées, etc...).

Seuil d'alerte: dépassement des seuils réglementaires:
précautions à appliquer pour l'ensemble de la population.

Les bons comportements

Éviter les
activités
polluantes
(bricolage,
peinture)

Ne pas
ouvrir les
fenêtres

Préférer les
activités
calmes

Rester à
l'intérieur

En cas de gênes
respiratoire ou
cardiaque :
consulter un
médecin

limitez les
activités
physiques et
sportives
intenses

Les réponses techniques

Sur un système double flux,
ne pas « by-passer »* en cas de pic de
pollution.

Vérifier le colmatage des filtres après
un épisode de pollution aux particules
fines, et les changer si besoin

**contourner le passage de l'air à travers le système de filtration*

5. Conclusion / Perspectives

Le projet de caractérisation transfert de pollution de l'extérieur vers l'intérieur dans les établissements scolaires du quartier Méan Penhoet a permis d'identifier des facteurs clés de réussite pour la répliquabilité du projet ; notamment en envisageant un projet de plus grande envergure impliquant plus fortement les équipes pédagogiques et l'ensemble des acteurs des établissements scolaires. La prévision d'un budget pour d'éventuels travaux est également mise en avant.

Organisation et partenariat	<ul style="list-style-type: none">- Constituer une équipe projet volontaire, disponible, mobilisée et pluridisciplinaire- Construire l'expérimentation autour d'un projet pédagogique pour mobiliser les établissements scolaires- Informer toutes les parties prenantes tout le long du projet
Techniques	<ul style="list-style-type: none">- Réaliser une campagne amont et aval à la mise en place des actions- Mettre à disposition des appareils de mesure du CO₂ avec LEDs
Financement/ Budget	<ul style="list-style-type: none">- Prévoir un budget lors des travaux de rénovation énergétique pour les systèmes de ventilation et la planifier dans les plans de charge des équipes- Prévoir un budget pour la communication du projet



INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

FIGURES

Figure 1: Présentation de l'environnement industriel à proximité des points de mesures..... 6

TABLEAUX

Tableau 1 : Recommandations comportementales.....9

Tableau 2 : Recommandations techniques.....11

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
CO₂	Dioxyde de carbone (molécule chimique)
COPIL	Comité de Pilotage
NO₂	Dioxyde d'azote (molécule chimique)
PM10	Particules fines de tailles inférieurs à 10 microns
SO₂	Dioxyde de soufre (molécule chimique)





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, gaspillage alimentaire, 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 solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



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.



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.



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.

Caractérisation des transferts de pollution de l'air extérieur vers l'air intérieur dans les établissements scolaires (Projet TRANSF'AIR)

La ville de Saint-Nazaire, lauréat de l'appel à projet AACT'AIR édition 2016, a initié une étude d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires, situés en proximité de la zone industrialo-portuaire et du trafic routier où la qualité de l'air extérieur est potentiellement dégradée. Cette évaluation a permis de proposer puis de mettre en œuvre des bonnes pratiques, des actions de sensibilisation et de remédiation afin de maintenir une qualité de l'air intérieur acceptable dans les écoles étudiées.

Le projet TRANSFAIR a permis de :

- qualifier la pollution extérieure représentative d'un milieu urbain avec des influences ponctuelles de l'activité industrialo-portuaire ;
- mettre en évidence un transfert de dioxyde d'azote (NO₂), ponctuel et faible, de l'air extérieur vers l'air intérieur au sein des écoles et d'identifier un enjeu sur le confinement des salles de classe ;
- formuler des recommandations techniques et comportementales pour la gestion de la qualité de l'air intérieur ;
- réaliser des fiches réflexes transposables à d'autres établissements scolaires du territoire concernés par des situations dégradées de la qualité de l'air ;
- de capitaliser sur les facteurs clés de réussite pour favoriser ensuite la répliquabilité du projet dans d'autres territoires.

Le projet TRANSF'AIR, a permis de caractériser la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires, situés en proximité de la zone industrialo-portuaire et du trafic routier où la qualité de l'air extérieur est potentiellement dégradée.

Cette évaluation a permis de proposer puis de mettre en œuvre des bonnes pratiques et des actions de sensibilisation afin de maintenir une qualité de l'air intérieur acceptable dans les écoles étudiées.

