



**Cerema**

Centre d'études et d'expertise sur les risques,  
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

# Étude Scol-air : Amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les écoles de la ville de Lille

## Club QAI

Emmanuel Roux : Dter NP/BEE/groupe AB

Date : 13 octobre 2015

# Contexte

- Importance de l'impact de la QAI sur la santé (PRSE, contexte de Lille, personnes sensibles..)
- Contexte réglementaire :
  - La réglementation "surveillance obligatoire de la QAI dans les ERP " :
    - Initialement échéance d'application 01/01/2015
    - Suite assouplissement réglementation : décret n°2015-1000 du 17 août 2015 (+ d'autres à venir)
    - Prochaine échéance : 1 janvier 2018 pour les écoles maternelles et élémentaires
- Anticipation des obligations de la réglementation voulue par la mairie de Lille

# Contexte

- Réponse de la mairie de Lille à un appel à projet ARS pour préserver la santé des enfants sur le suivi de la QAI dans 10 écoles et sensibiliser le personnel communal
  - Objectif : **Améliorer la Qualité de l'air des écoles de la Ville pour préserver la santé des enfants**
    - Objectif intermédiaire : Adapter au mieux les recommandations de bonnes pratiques pour l'amélioration de la qualité de l'air
      - Action => étude du lien entre la pollution atmosphérique et la qualité de l'air intérieur pour 2 des écoles du panel
- => Partenaires locaux :
- CEREMA : accompagnement méthodologique et technique
  - ATMO NPdC: accompagnement technique

# Contexte

- Objectif intermédiaire : Former les acteurs du secteur scolaire pour pérenniser des actions favorables à une bonne qualité d'air
  - Action => former les agents des services scolaires et techniques
- => Partenaires locaux :
  - CEREMA : formation des ingénieurs et techniciens
  - APPA : formation du personnel d'entretien et formation des ATSEM (Agent territorial spécialisé des écoles maternelles)

# Missions du CEREMA

- Étude du lien entre la pollution atmosphérique et la qualité de l'air intérieur pour 2 des écoles du panel
  - AMO QAI pour la ville de Lille en partenariat avec ATMO NPdD
    - Définition de la méthodologie de diagnostic QAI
    - Accompagnement dans le choix des 2 écoles
    - Sélection des polluants à mesurer
- Formation des agents des services techniques de la mairie de Lille
  - Deux sessions de formation d'une quinzaine agents (durée : 1 jour)
    - Apport théorique le matin
    - Visite des écoles l'après-midi avec une approche diagnostic QAI

# Montage du sous-projet Scol'Air

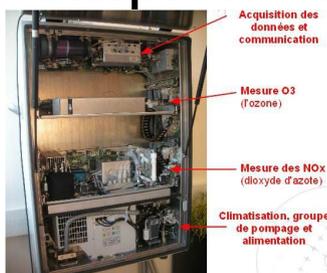
- Rattachement au projet Scol'Air du groupe AB avec des financements et des partenariats:
  - DGPR => temps passé T9
  - Partenariat Ville de Lille : mise à disposition de sites
  - DREAL NPdC => Tiers = Location matériels
  - Partenariat ATMO NPdC : mise en commun et rationalisation de matériels
- Objectifs :
  - Compréhension des phénomènes de transfert sur des écoles différentes (localisation, bâtiment, ventilation...)
  - Suivi en continu sur le lien entre la pollution atmosphérique et l'air intérieur
  - Proposition de recommandations de bonnes pratiques en lien avec la pollution atmosphérique suite aux mesures

# Méthodologie

- Description des bâtiments (âge, localisation, nature et type de la construction, présence d'ouvrants ou non sur l'extérieur, principe d'aération VMC...)

- Mesures en continu (complémentarité avec ATMO NPdC)

- Oxydes d'azotes
- Ozone
- PM2,5



- Mesures sur une période d'une semaine sur deux saisons climatiquement contrastées (Jan/fev 2014 et Mai/Juin 2014)

- Mesure de la perméabilité à l'air dans les deux classes

- Deux sites d'études (une école proche Trafic et une école en milieu urbain)

# Sites retenus pour l'étude

- Sites d'études

Briand Buisson :  
Site urbain  
Rénovée en 2013  
VMC

Thierry Launay :  
Site proximité trafic  
Simple vitrage



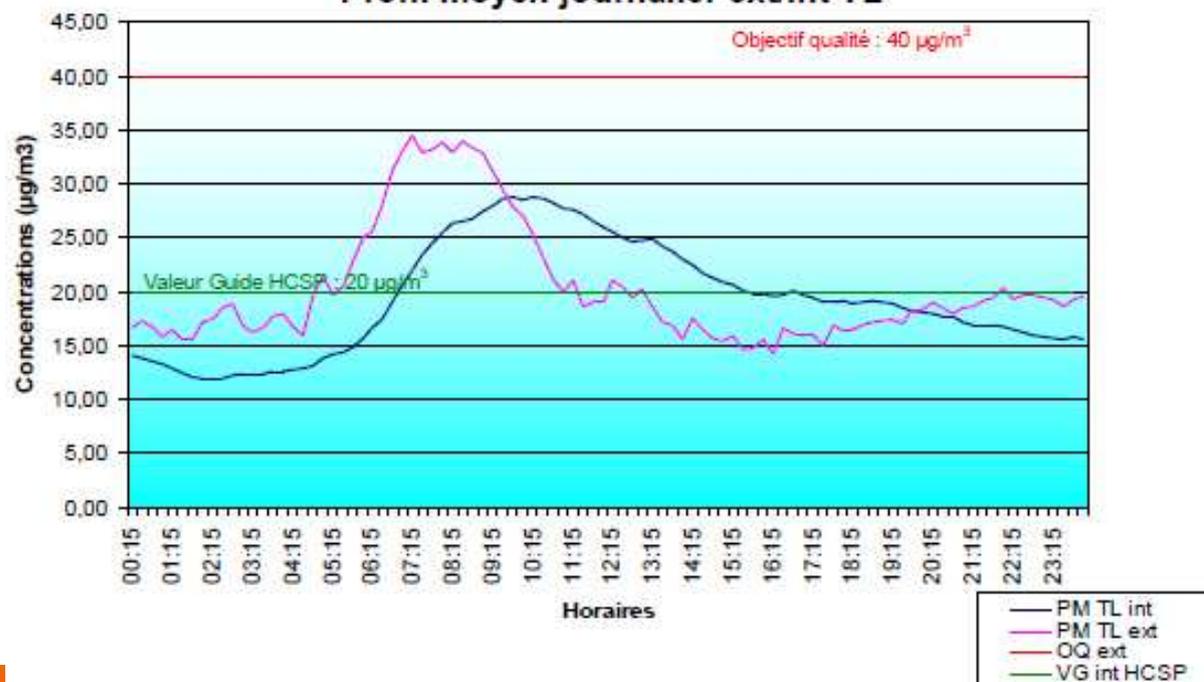
# Résultats – Thierry Launay

École Thierry Launay	Concentration site extérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentration site intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Moyenne quart horaire	3,6	20,3	23,9	2,8	19,4	22,2
min	0,1	6,7 (dimanche 11 mai)	6,8	0,1	5,9 (dimanche 11 mai)	6,2
max	135,1	82,8 (jeudi 15 mai)	217,9	33,2	49,2 (mercredi 14 mai)	79,4

- NO<sub>2</sub>

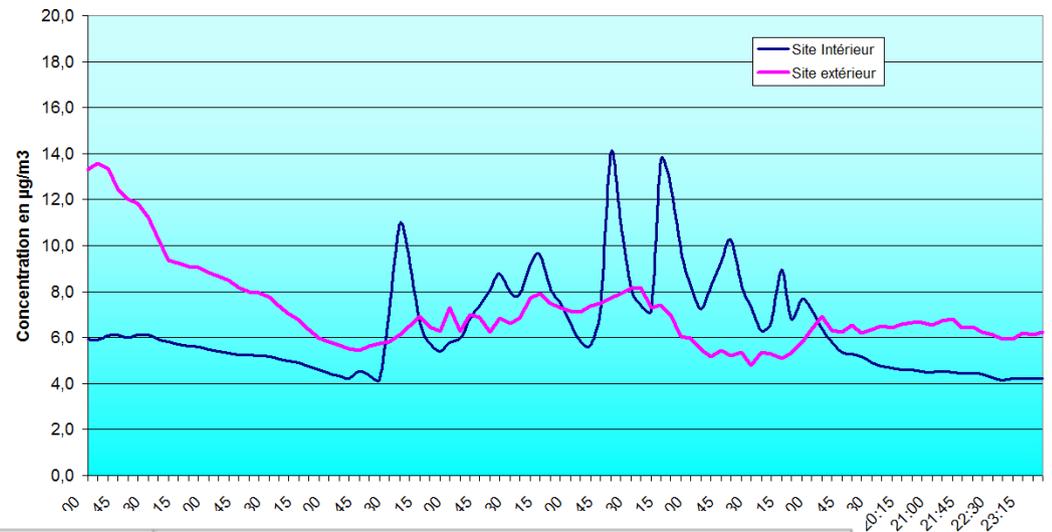
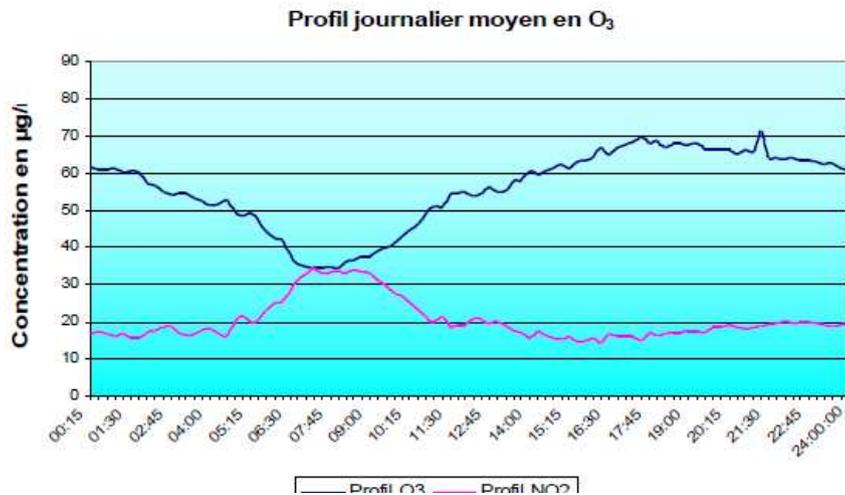
- Pas de dépassement des valeurs réglementaires en air ambiant
- Pas de dépassement des valeurs guides en air intérieur

Profil moyen journalier ext/int TL



# Résultats – Thierry Launay

- O3 et PM2,5
  - Pas de dépassement des valeurs réglementaires en air ambiant
  - Pas de dépassement des valeurs guides en air intérieur



	Campagne hivernale ( Février 2014)		Campagne estivale (Mai 2014)	
	Concentration site extérieur (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration site intérieur (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration site extérieur (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration site intérieur (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Moyenne quart horaire</b>	7,2	6,4	6,8	/
<i>min</i>	2,4 (mardi 4 février)	1,5 (mercredi 5 février)	0,3 (jeudi 8 mai)	/
<i>max</i>	25,2 (mercredi 5 février)	27,8 (mardi 4 février)	29,9 (mercredi 14 mai)	/



# Résultats – Briand Buisson

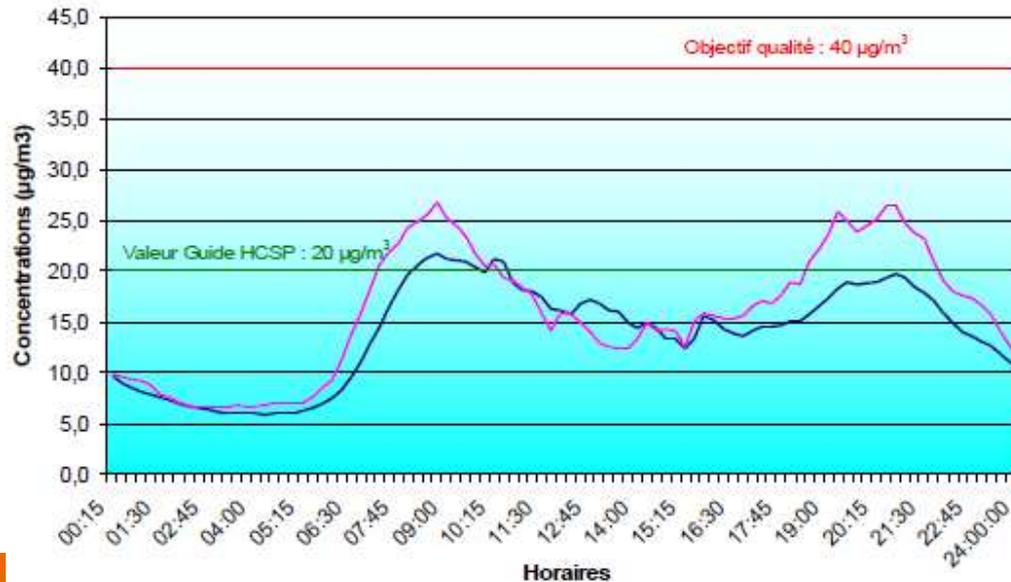
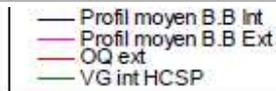
Campagne hivernale (Février 2014)						Campagne estivale (Mai 2014)					
Concentration site extérieur (µg/m <sup>3</sup> )			Concentration site intérieur (µg/m <sup>3</sup> )			Concentration site extérieur (µg/m <sup>3</sup> )			Concentration site intérieur (µg/m <sup>3</sup> )		
NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
<b>Moyenne quart horaire</b>											
2,5	15,9	18,3	1,7	13,8	15,5	1,8	13,5	15,3	1,6	12,9	14,5
<b>min</b>											
0,1	1,6 (samedi 15 février)	1,8	0,1	2,0 (samedi 15 février)	2,4	0,1	1,8 (dimanche 25 mai)	1,9	0,3	2,7 (dimanche 25 mai)	3,5
<b>max</b>											
32,8	56,3 (mardi 18 février)	77,9	22,6	44,6 (mardi 18 février)	61,8	24,8	70,4 (mercredi 21 mai)	90,5	12,7	58,2 (vendredi 23 ma)	68,5

## • NO<sub>2</sub>

- Pas de dépassement des valeurs réglementaires en air ambiant
- Pas de dépassement des valeurs guides en air intérieur

Profil moyen journalier ext/int BB

Période hivernale

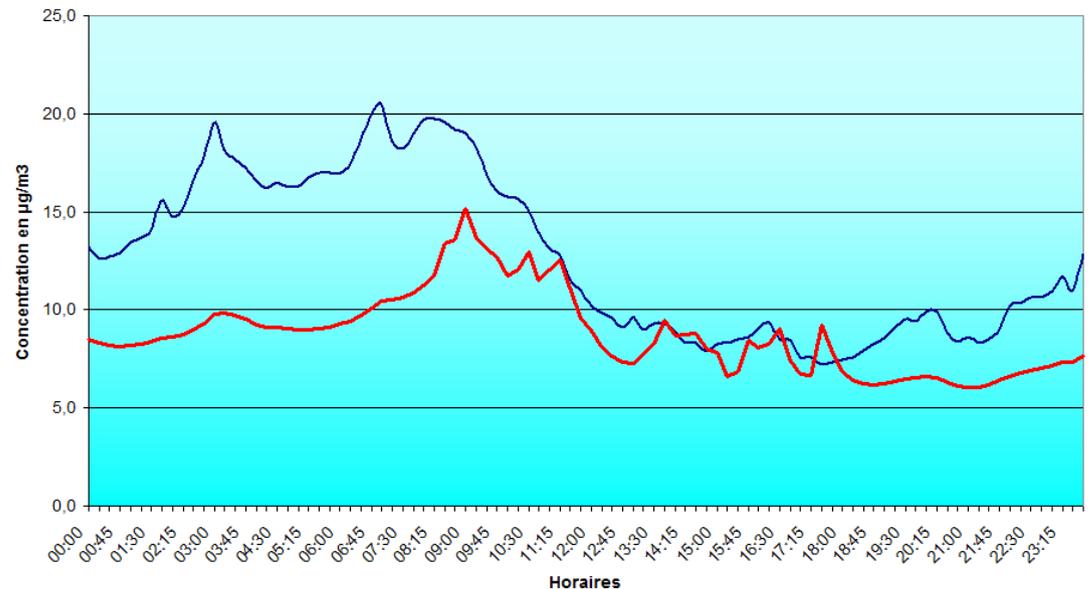


# Résultats – Briand Buisson

- PM2,5

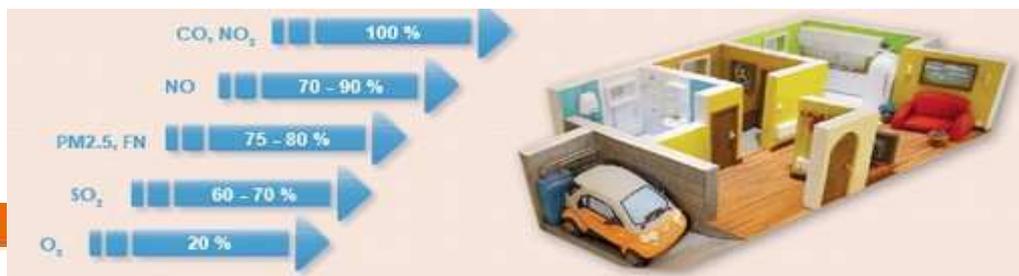
- Dépassement des valeurs réglementaires en air ambiant en mai
- Pas de dépassement des valeurs guides en air intérieur

	Campagne hivernale ( Février 2014)		Campagne estivale (Mai 2014)	
	Concentration site extérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration site intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration site extérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration site intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Moyenne quart horaire</b>	<b>9,1</b>	<b>4,2</b>	<b>12,7</b>	<b>8,8</b>
<i>min</i>	1,9 (vendredi 21 février)	0,7 (mardi 11 février)	0,8 (jeudi 22 mai)	1,9 (jeudi 22 mai)
<i>max</i>	43,4 (dimanche 16 février)	28,7 (lundi 17 février)	85,2 (dimanche 18 mai)	38,2 (dimanche 18 mai)



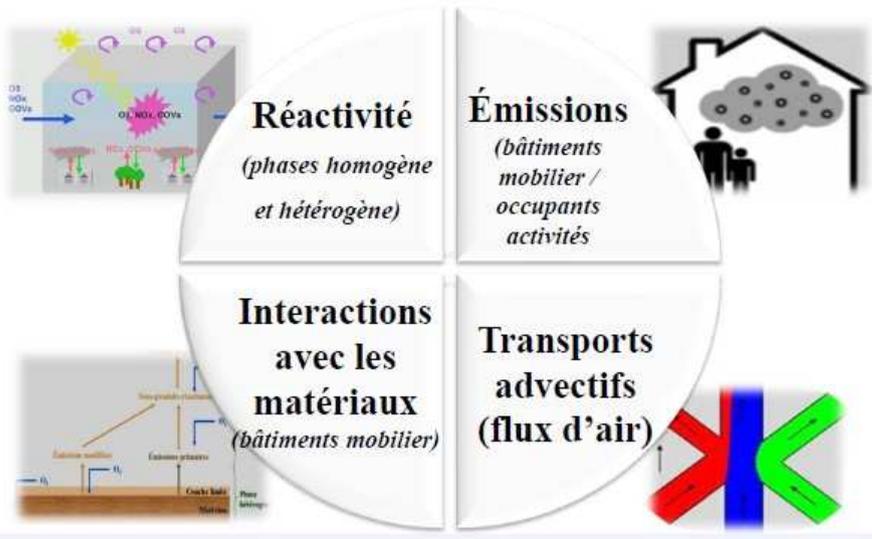
# Travaux sur les transferts de polluants

- Travaux réalisés en 2011/2012 sur les paramètres qui influent sur la relation entre la pollution atmosphérique et la pollution intérieure (financement DGPR)
  - Peu d'intérêt dans la bibliographie sur la modélisation de la QAI avec la pollution extérieure
  - Différence selon les polluants mais aussi d'autres paramètres/facteurs
- Volonté de travailler sur la modélisation pour prédire l'impact de l'air extérieur dans les bâtiments dans les zones sensibles pour l'air



# Travaux sur les transferts de polluants

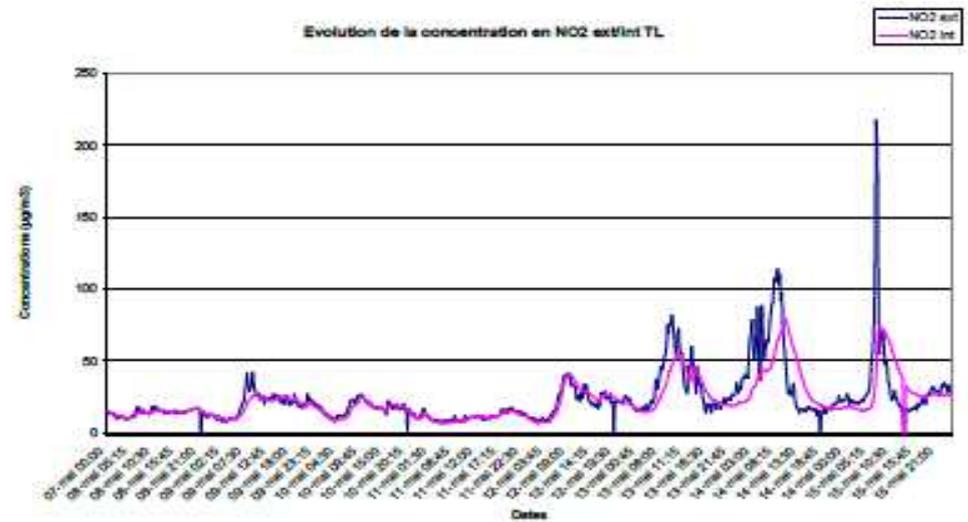
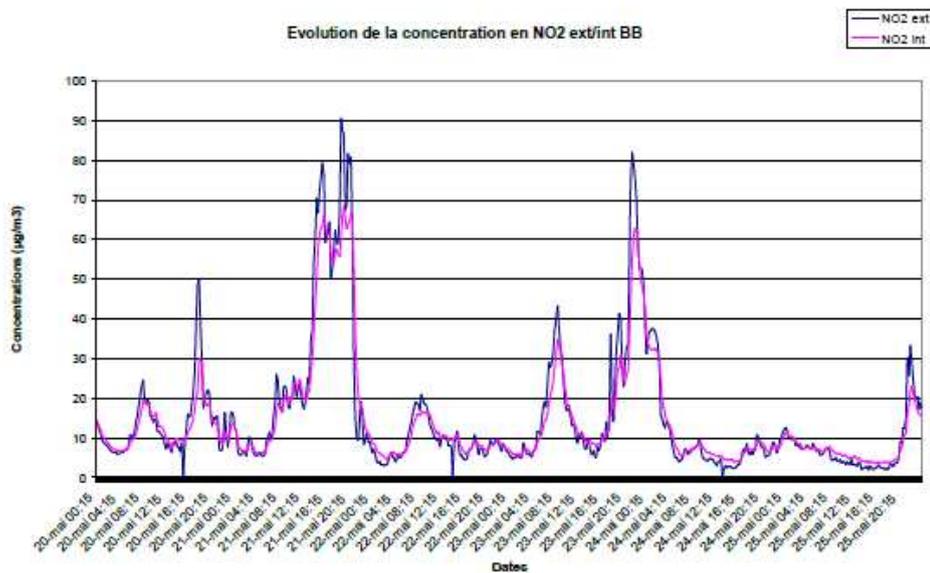
- Nombreux facteurs à prendre en compte pour prédire la concentration d'un polluant dans un environnement clos
  - Concentrations extérieures
  - Conditions climatiques ( $T^{\circ}\text{C}$ , %HR, vitesse de l'air, pression)
  - Renouvellement d'air (infiltration...)
  - Plus facteurs internes



=> difficulté pour modéliser la relation extérieure/intérieure

# Quelques résultats

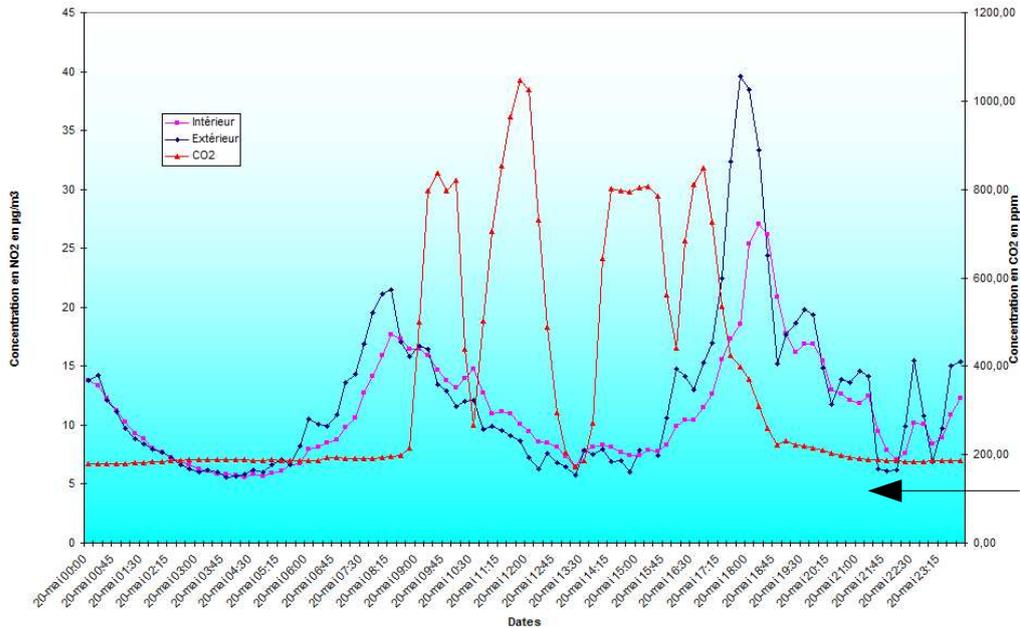
## Pour le NO2



# Quelques résultats

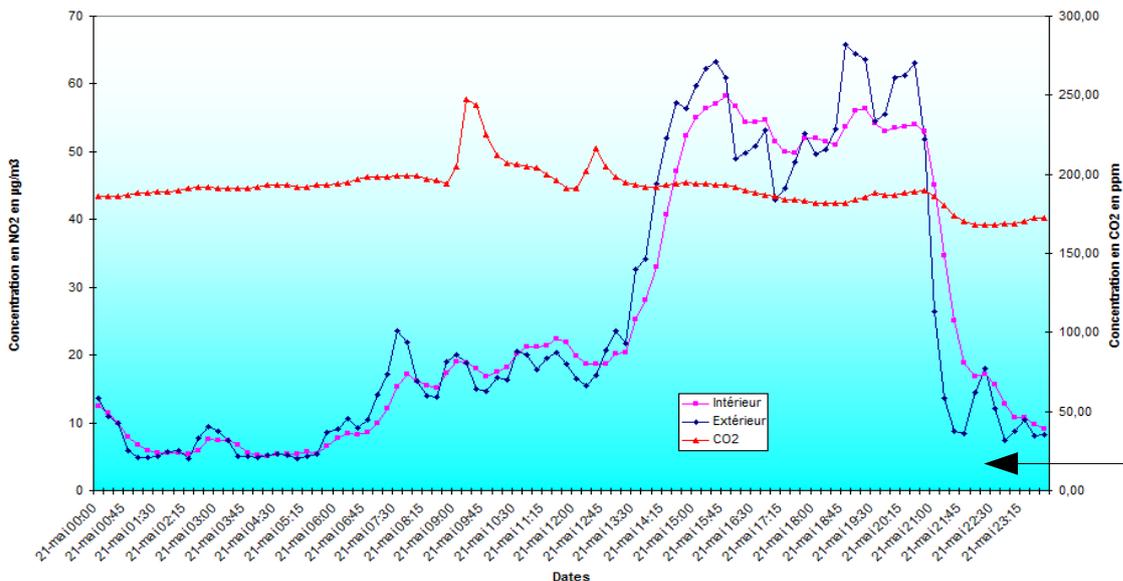
## Résultats École Briand Buisson

Evolution de la concentration en NO2 par rapport à l'occupation de la classe



Journée avec élèves

Evolution de la concentration en NO2 par rapport à l'occupation de la classe



Journée sans élèves

- NO2:
  - Bonne corrélation avec les valeurs extérieures sur toute la période
  - Écart de 15 à 30 minutes entre les deux compartiments (perméabilité, ventilation ?)
  - Briand Buisson

	Ratio I/E pour le NO <sub>2</sub>	
	Hiver	Été
<b>Ratio moyen</b>	<b>0,96</b>	<b>1,05</b>
Ratio moyen sans présence d'élèves	0,96	1,03
Ratio moyen avec présence d'élèves	0,94	1,17

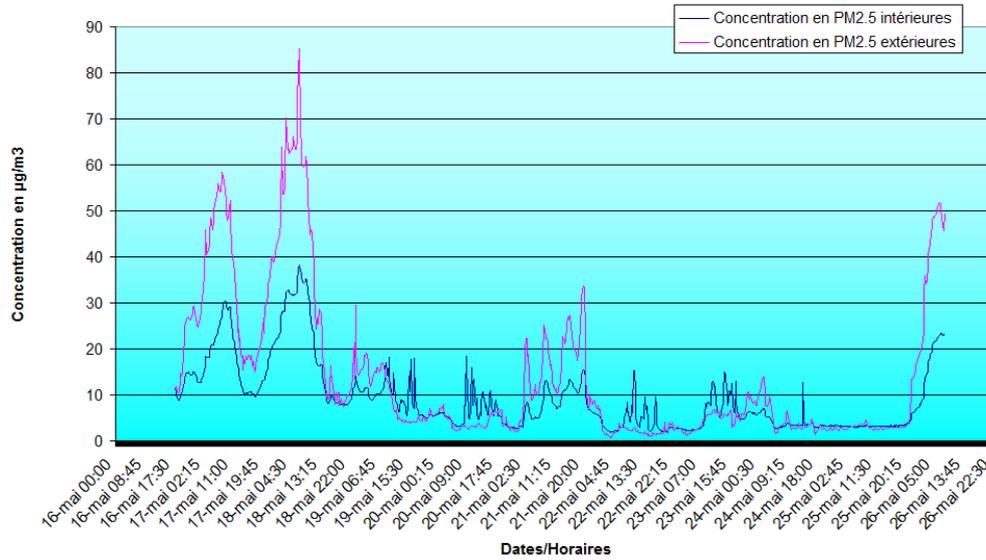
- Thierry Launay

	Ratio I/E pour le NO <sub>2</sub>	
	Ratio moyen	
Ratio moyen sans présence d'élèves	0,99	
Ratio moyen avec présence d'élèves	1,35	

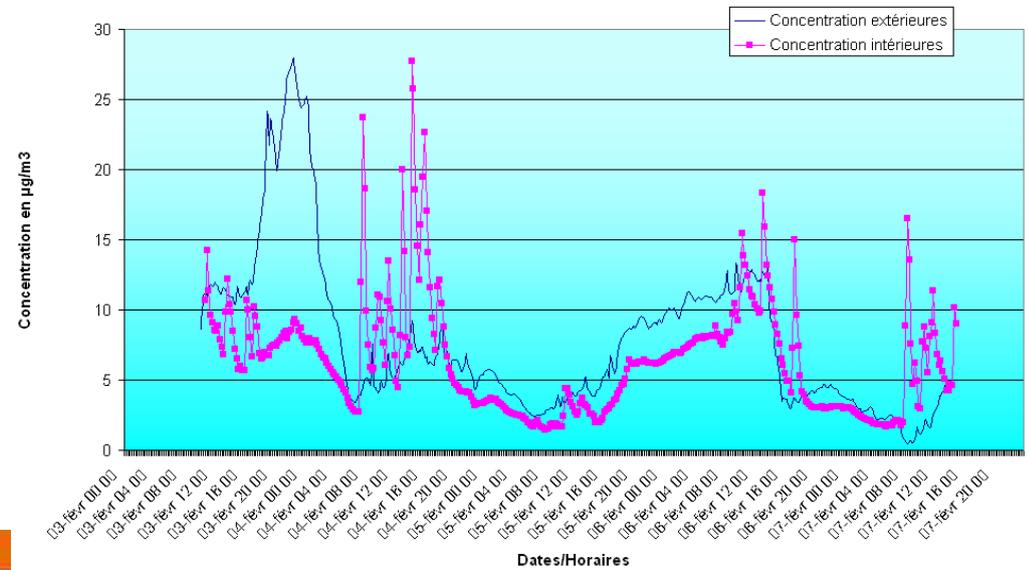
# Quelques résultats

## Pour les particules

Evolution de la concentration en PM2,5



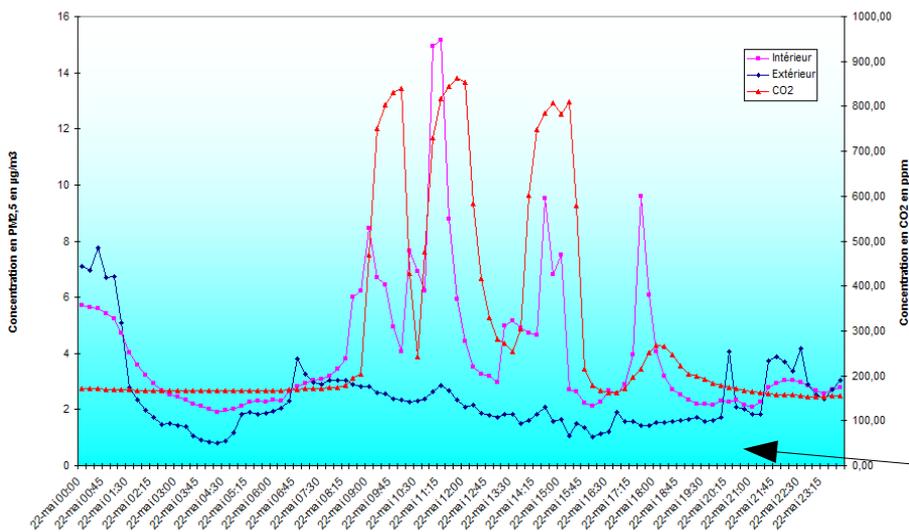
Evolution de la concentration en PM2,5



# Quelques résultats

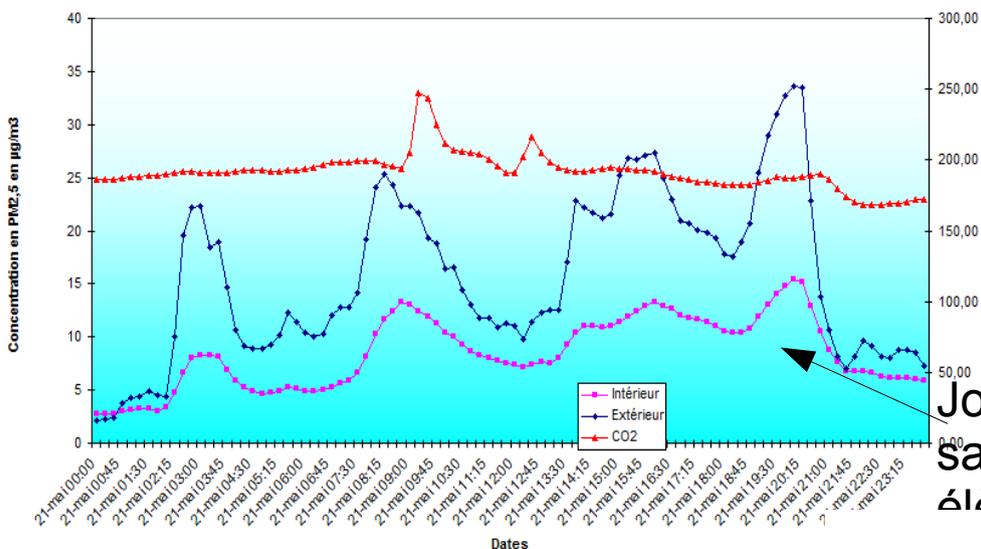
## Résultats Ecole Briand Buisson

Evolution de la concentration en PM2,5 par rapport à l'occupation de la classe



Journée avec élèves

Evolution de la concentration en PM2,5 par rapport à l'occupation de la classe



Journée sans élèves

### ● PM2,5 (Trafic, industries, Resuspension...)

- Phénomène de resuspension des particules avec les mouvements des élèves (pauses récréation) + activités de nettoyage
- Bonne corrélation avec les valeurs extérieures en dehors des jours de classe avec atténuation
- Différence entre les deux saisons (ouverture des fenêtres en mai plus importante, météorologie=> direction des vents)

Ratio I/E pour le PM <sub>2,5</sub>		
Hiver	Été	
<b>Ratio moyen</b>	<b>0,5</b>	<b>1,07</b>
Ratio moyen sans présence d'élèves	0,39	0,88
	0,99	2,17

Ratio I/E pour le NO <sub>2</sub>	
<b>Ratio moyen</b>	<b>1,22</b>
Ratio moyen sans présence d'élèves	0,81
Ratio moyen avec présence d'élèves	2,27

# Conclusions technique

- NO2
  - Lié presque exclusivement aux activités urbaines + sources intérieures
  - Difficulté d'établir des recommandations sur les pratiques d'aération
- PM2,5:
  - Liés à la resuspension (ménage + pause récréation), atténuation hors période « classe »
  - Recommandations sur l'aération lors des activités intérieures
- Limites du projet mené:
  - Urgence de créer une méthodologie :
    - Mesures sur une courte période de temps (représentativité....)
    - Une seule classe mesurée par établissement
  - Panne matériels
  - La mesure de l'ozone non fiable en air intérieur (matériel ?, interaction avec les COV?)

# Réalisation d'une plaquette



SYNTHÈSE  
Février 2015  
1/4



SYNTHÈSE  
Février 2015  
4/4

## PROGRAMME AIR INTERIEUR – PROJET SCOL-AIR VERSION PROJET

### SCOL-AIR RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS

La Ville de Lille a souhaité lancer une action relative à l'amélioration de la qualité de l'air dans les écoles. Le projet SCOL-AIR ainsi construit a bénéficié du soutien financier de l'ARS à travers l'appel à projet intitulé « Agir pour la santé 2013 » lancé dans le cadre du PRSE 2. Ce projet est depuis intégré au Contrat Local de Santé de la Ville. Le CEREMA - Direction territoriale Nord-Picardie (avec un financement DGPR<sup>1</sup>) et atmo Nord-Pas-de-Calais ont participé avec la réalisation de mesures dans deux écoles du projet.

#### Objectifs

L'objectif général du projet est d'améliorer la qualité de l'air dans les écoles de la ville pour préserver la santé des enfants. Pour atteindre cet objectif, plusieurs étapes intermédiaires ont été fixées :



- Produire un premier état des lieux de la qualité de l'air intérieur dans les écoles de la ville de Lille, avec un panel représentatif de 10 écoles via une campagne de mesures fine et des diagnostics poussés des moyens d'aération ;
- Apporter les informations nécessaires pour la mise en œuvre d'une surveillance ciblée des écoles ;
- Adapter au mieux les recommandations de bonnes pratiques pour améliorer la qualité de l'air.

Ce dernier objectif comprend une étude du lien entre la pollution atmosphérique et la qualité de l'air intérieur pour deux des dix écoles via des mesures menées en complémentarité avec atmo Nord-Pas-de-Calais et le CEREMA.

#### Présentation du contexte

Les deux écoles retenues pour l'étude sur le lien entre la pollution atmosphérique et la qualité de l'intérieur sont :

- L'école Thierry Launay, Boulevard de Befort
- L'école Briand Buisson, boulevard Eugene Dutoit

Des campagnes des mesures de 5 à 11 jours ont eu lieu à deux périodes différentes, en février et en mai 2014.

<sup>1</sup>DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques

## PROGRAMME AIR INTERIEUR – PROJET SCOL-AIR

### PRECONISATIONS ET RECOMMANDATIONS

#### Limitation des sources intérieures de pollution

Afin de limiter les émissions de sources de pollution intérieure, un regard spécifique peut être apporté sur l'usage des produits ménagers. Il est notamment conseillé de stocker et utiliser les produits ménagers dans de bonnes conditions (lire et suivre toutes les consignes figurant sur les étiquettes, éviter de mélanger les produits). Un nettoyage humide est également recommandé pour limiter la remise en suspension des poussières.

En amont, lors de la conception des bâtiments ou lors de travaux, les sources potentielles peuvent également être réduites. Le choix des matériaux peut s'avérer crucial. En effet, il peut être conseillé de privilégier des isolants végétaux aux isolants synthétiques, et de limiter l'usage de revêtements muraux ou de sol de types moquettes ou papiers peints, ainsi que l'usage de colle pour leur pose. Une considération globale sur le renouvellement d'air de l'établissement s'avérera nécessaire en cas de remplacements des fenêtres.

#### Aération et ventilation

La ventilation mécanique contrôlée doit être bien dimensionnée. Son fonctionnement conduisant naturellement à un encrassement de certains éléments, il convient de les nettoyer régulièrement.

En complément de la ventilation mécanique qui fonctionne en continu, l'aération ponctuelle par ouverture des fenêtres est nécessaire. Il est conseillé d'ouvrir en grand 5 minutes toutes les heures, quelle que soit la saison. Pendant le ménage et durant l'heure qui suit, les fenêtres doivent être ouvertes. Cependant, cette aération sera évitée pendant un épisode de pic de pollution extérieure ou durant la période comprise entre 8h et 10h, pour éviter la pointe de trafic automobile du matin.

### PERSPECTIVES

Les résultats de la modélisation d'atmo Nord-Pas-de-Calais sont mis à disposition du CEREMA pour approfondir les résultats sur les transferts extérieur / intérieur de la pollution.

Des mesures complémentaires pourraient également permettre de compléter ces premières investigations, et mieux connaître les niveaux de pollution rencontrés dans une école plus proche d'axes routiers, ainsi que l'exposition des enfants sur une plus grande période.

#### Conditions de diffusion :

Résultats analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures et les connaissances météorologiques disponibles. atmo Nord - Pas de Calais et le CEREMA ne peuvent en aucun cas être tenus responsables des interprétations et travaux intellectuels, des publications diverses ou de toute œuvre utilisant leurs mesures pour lesquels ils n'auront pas donné d'accord préalable.

Le respect des droits d'auteur s'applique à l'utilisation et la diffusion de ce document. Les données présentées restent la propriété d'atmo Nord - Pas de Calais et du CEREMA et peuvent être diffusées à d'autres destinataires. Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source : atmo Nord - Pas de Calais et le CEREMA ». atmo Nord - Pas de Calais et le CEREMA vous fourniront sur demande de plus amples précisions ou informations complémentaires dans la mesure de leurs possibilités.

atmo Nord - Pas-de-Calais  
l'association régionale pour la surveillance et l'évaluation de l'atmosphère, s'appuie sur une expertise de plus de 40 ans pour répondre aux enjeux majeurs tels que la santé, le climat, l'aménagement du territoire, les transports, ...  
Après par le Ministère en charge de l'écologie et du Développement Durable et organisée sur les principes de collégialité et d'impartialité, atmo Nord - Pas-de-Calais développe son programme transversal d'évaluation de l'atmosphère, notamment sur les axes « Air, Climat et Énergie ».

#### CEREMA Direction Nord-Picardie

Le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement est un établissement public à caractère administratif (EPA). Sous la tutelle conjointe du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'équipement, du logement, des territoires et de la ruralité, il répond au besoin de disposer d'un appui scientifique et technique indépendant, sans ingérence, même en œuvre et évalue les politiques publiques de l'aménagement et du développement durables.

#### DANS CETTE SYNTHÈSE

- P02 Sites étudiés
- P03 Résultats
- P04 Préconisations et recommandations
- P04 Perspectives

Assistance  
pour la conception  
et l'élaboration  
de l'ouvrage  
atmo Nord - Pas de Calais  
20 avenue d'Alsace  
Thierry LEBLANC  
tél. : 03 20 48 37 39  
fax : 03 20 48 37 31  
cerema@atmo-npc.fr  
www.atmo-npc.fr

Centre d'Etudes et d'Expertise sur  
les Risques, l'Environnement, la  
Mobilité et l'Aménagement  
Direction territoriale Nord-Picardie  
2, rue de Bruxelles  
02131 LILLE Cedex  
Tél. : 03 20 48 43 00  
Fax : 03 20 48 16 23  
Cerema  
projet@cerema-nord.fr  
direction@cerema-nord.fr  
www.nord.picardie.cerema.fr

# Perspectives avec la ville de Lille

- Perspectives:

- En cours de montage d'un projet sur la co-exposition (air et bruit)

- Tests d'e-capteurs innovants avec le service R&D de TERA Environnement

- Financement DREAL à hauteur de 50k€ pour la partie matériels

=> 3 écoles mesurés pendant 1 mois à deux saisons cinématiquement contrastées



**Cerema**

Centre d'études et d'expertise sur les risques,  
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

# Merci de votre écoute

Emmanuel Roux  
Chargé d'études Air et Santé  
03 20 48 49 61  
[emmanuel.roux@cerema.fr](mailto:emmanuel.roux@cerema.fr)