



Cerema

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

Transfert des polluants extérieur vers l'intérieur :

Projet Scolaire

Emmanuel ROUX

14/10/2014

Sommaire

1. Intérêt de l'étude
2. Travaux précédents du CEREMA
3. Méthodologie de l'étude

1. Intérêt de l'étude

- Étude bibliographique réalisée pour la DGPR en 2011 et 2012 sur les paramètres qui influent sur la relation entre la pollution atmosphérique et la pollution intérieure
- Rattachement au projet Scolair pour valider le travail de la DGPR
- Validation d'un modèle pour évaluer les concentrations intérieures à partir des données des niveaux extérieurs dans les zones sensibles

2. Travaux sur les transferts de polluants

(Source : CSTB-LHVP, 2001)

- Peu de données disponibles dans la bibliographie sur la modélisation de la QAI avec la pollution extérieure
 - Variable selon le polluant mais dépend aussi d'autres paramètres
- => Possibilité de modéliser ces concentrations dans les zones impactées (Trafic..) ?

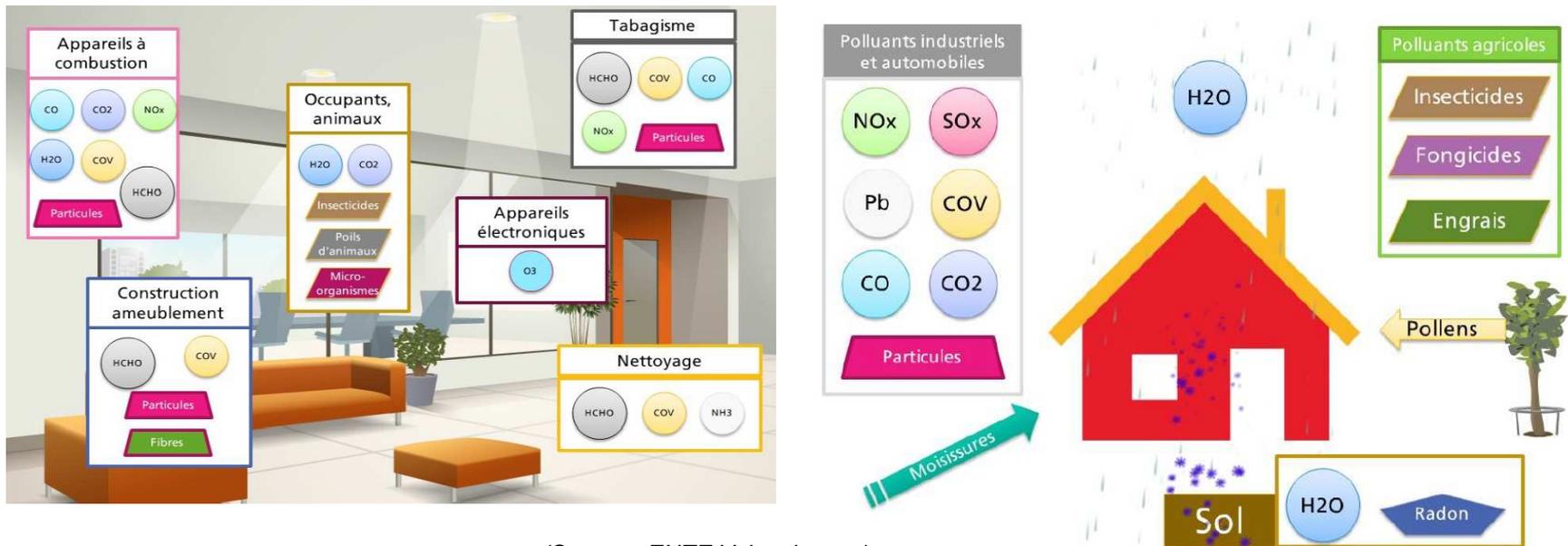
Polluants	Ordre de grandeur maximum du transfert en %
Benzène	100
Monoxyde de carbone	100
Particules	70-90
Dioxyde d'azote	40-80
Dioxyde de soufre	60-70
Ozone	20-80



(Source : ASPA L'air c'est mon affaire)

2. Travaux sur les transferts de polluants

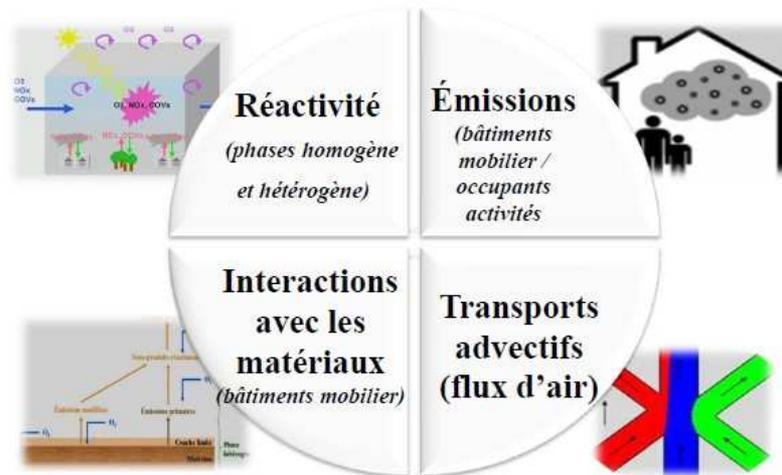
- Pollution intérieure : polluants spécifiques des activités intérieures + polluants « extérieurs » pénétrant dans les locaux



(Source : ENTE Valenciennes)

2. 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)
 - Renouvellement d'air (infiltration, ventilation...)
 - Plus facteurs internes

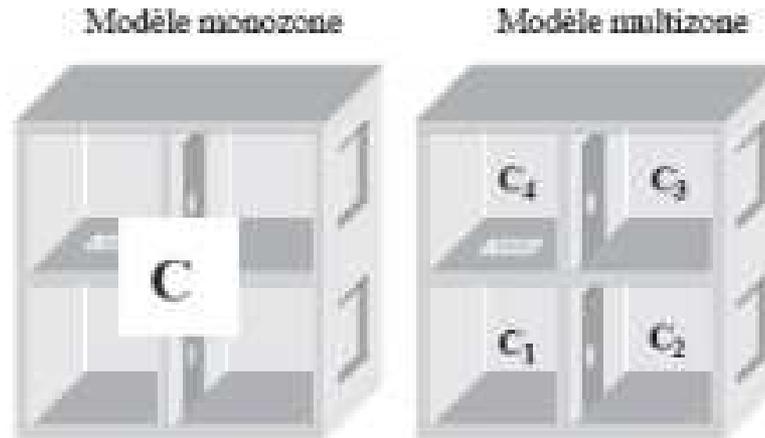


=> difficulté d'avoir toutes ces données pour modéliser la relation extérieure/intérieure

(Source :HDR Blondeau)

2. Travaux sur les transferts de polluants

- Les différents modèles

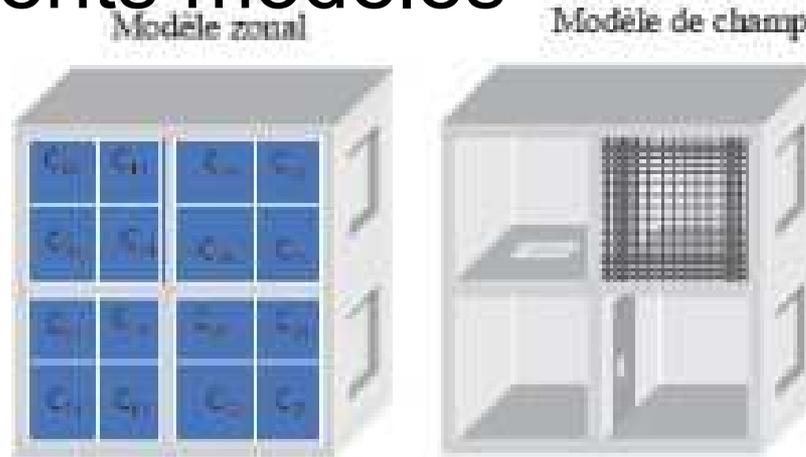


(Source :HDR Blondeau)

- Évaluation des concentrations intérieures de polluants d'origine atmosphérique pour étude d'exposition globale
 - Homogénéité des zones
 - Pas de communication entre des zones distinctes
 - Basée sur des lois empiriques
- Étude de la dispersion des polluants dans un bâtiment à partir de leur lieu (pièce) d'émission
 - Homogénéité des zones
 - Communication entre des zones distinctes
 - Basée sur des lois empiriques

2. Travaux sur les transferts de polluants

- Les différents modèles

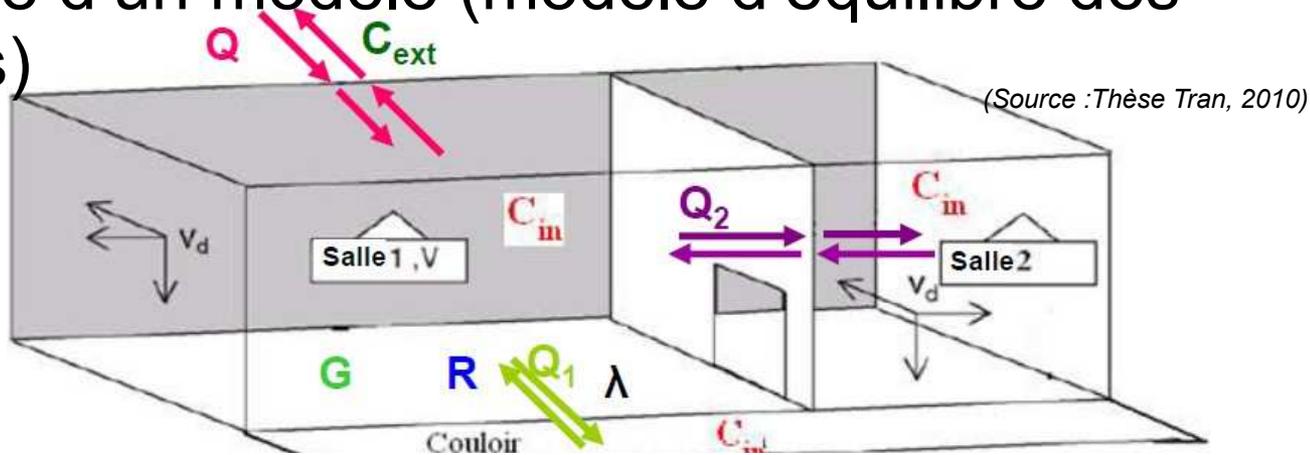


(Source :HDR Blondeau)

- Cartographie grossière des concentrations en polluants dans une pièce ou dans un bâtiment
 - Hétérogénéité des zones
 - Communication entre des zones distinctes
 - Basée sur des lois empiriques
- Cartographie fine des concentrations en polluants dans une pièce en fonction de sa ventilation (débit, position des bouches, ...)
 - Homogénéité des zones
 - Communication entre des zones distinctes
 - Basée sur les équations de Navier-Stokes

2. Travaux sur les transferts de polluants

- Exemple d'un modèle (modèle d'équilibre des masses)



$$V \cdot \frac{dC_{int}}{dt} = p \cdot Q \cdot C_{ext} - Q_1 \cdot C_{int} - Q_2 \cdot C_{int} + T - \lambda \cdot A \cdot C_{int}$$

Apport extérieur

Échange avec l'extérieur ou les pièces

Sources : émissions

Puits : réactions, dépôts

2. Travaux sur les transferts de polluants

- Les données nécessaires :

- **Paramètres d'entrée constants**

- V (m^3), volume de la pièce
- A (m^2), l'ensemble des surfaces potentielles pour le dépôt des particules

- **Paramètres d'entrée à mesurer**

- Q (m^3/h), jeu de données de débit d'air traversant la façade
- C_{ext} ($\mu g/m^3$), concentration extérieures

+

- **Paramètres d'entrée à déterminer :**

- p ($0 < p < 1$), facteur de pénétration
- λ (m/h), vitesse de dépôt

- **Paramètres d'entrée variables à déterminer :**

- Sources

=

Donnée de sortie calculée : C_{int} ($\mu g/m^3$), concentration intérieure.

2. Travaux sur les transferts de polluants

- Principales conclusions sur ce type de modèle (adaptation d'un modèle d'équilibre des masses)
 - Identifier les sources d'émission dans des environnements intérieurs clos
 - Quantifier la part attribuable de chacune des sources à la concentration
 - Évaluer l'impact de différents scénarios de réduction des concentrations
 - Outils pour évaluer l'impact de stratégie d'amélioration

3. Méthodologie de l'étude Scol'air

- Deux sites d'études
- 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 sur les sites extérieurs et intérieurs) :
 - Oxydes d'azote  Airpointer
 - Ozone  ADR et PDR
 - PM_{2,5}
- Mesures sur une période d'une semaine sur deux saisons différentes
- Mesures de la perméabilité à l'air dans les deux classes (Blower- Door)

3. Méthodologie de l'étude

- École 1

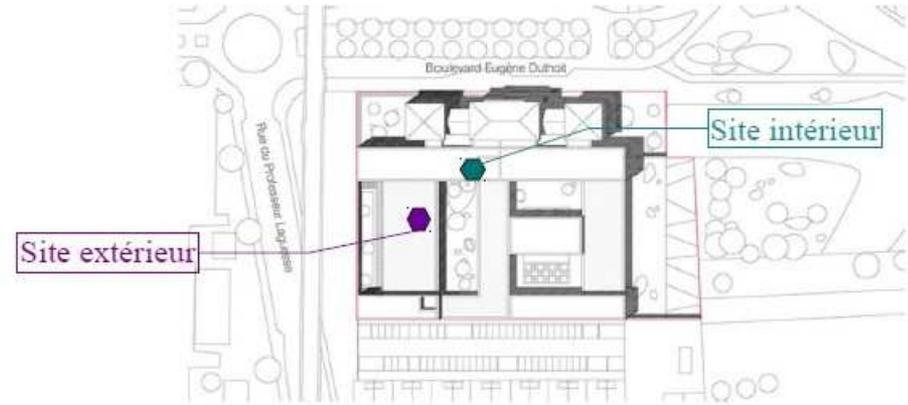


Site extérieur

Site intérieur

3. Méthodologie de l'étude

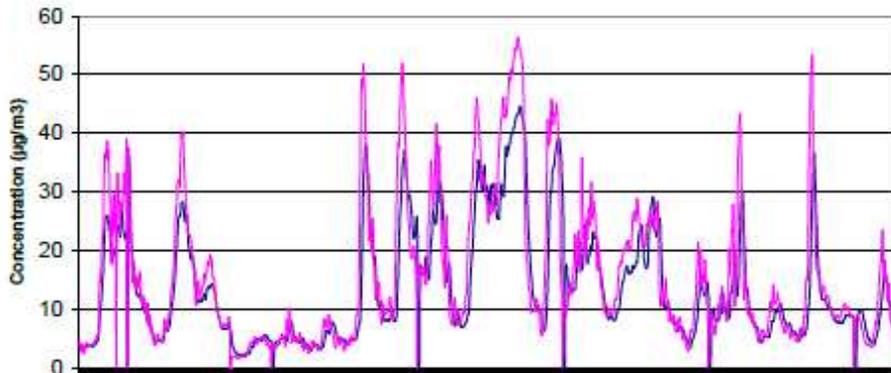
- École 2



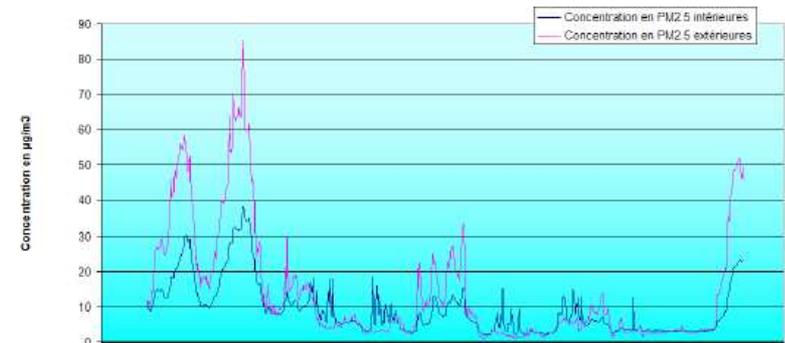
4. Premiers résultats

- Relation entre les mesures ext/int intéressante
- Pour les particules : apport ponctuel par les activités intérieures

Evolution de la concentration en NO2 ext/int
Période hivernale



Evolution de la concentration en PM2.5



5. Perspectives

- Finalisation des rapports sur les données expérimentales
- Mise en commun de toutes les données recueillies
- Test d'un ou deux modèles avec les données expérimentales

Merci de votre attention

Emmanuel ROUX
Chargé d'études Air et Santé
+33 (0)3 20 48 49 61
emmanuel.roux@cerema.fr