

Les études de la qualité de l'air intérieur cas d'exemple et application de l'indice Int'Air

Dr Etienne de Vanssay

Président fondateur de la Fimea / Dirigeant créateur de Cap Environnement

INTRODUCTION

Introduction

Le positionnement « systémique » de la QAI dans l'environnement atmosphérique

Enjeux

Contextes

Paramètres

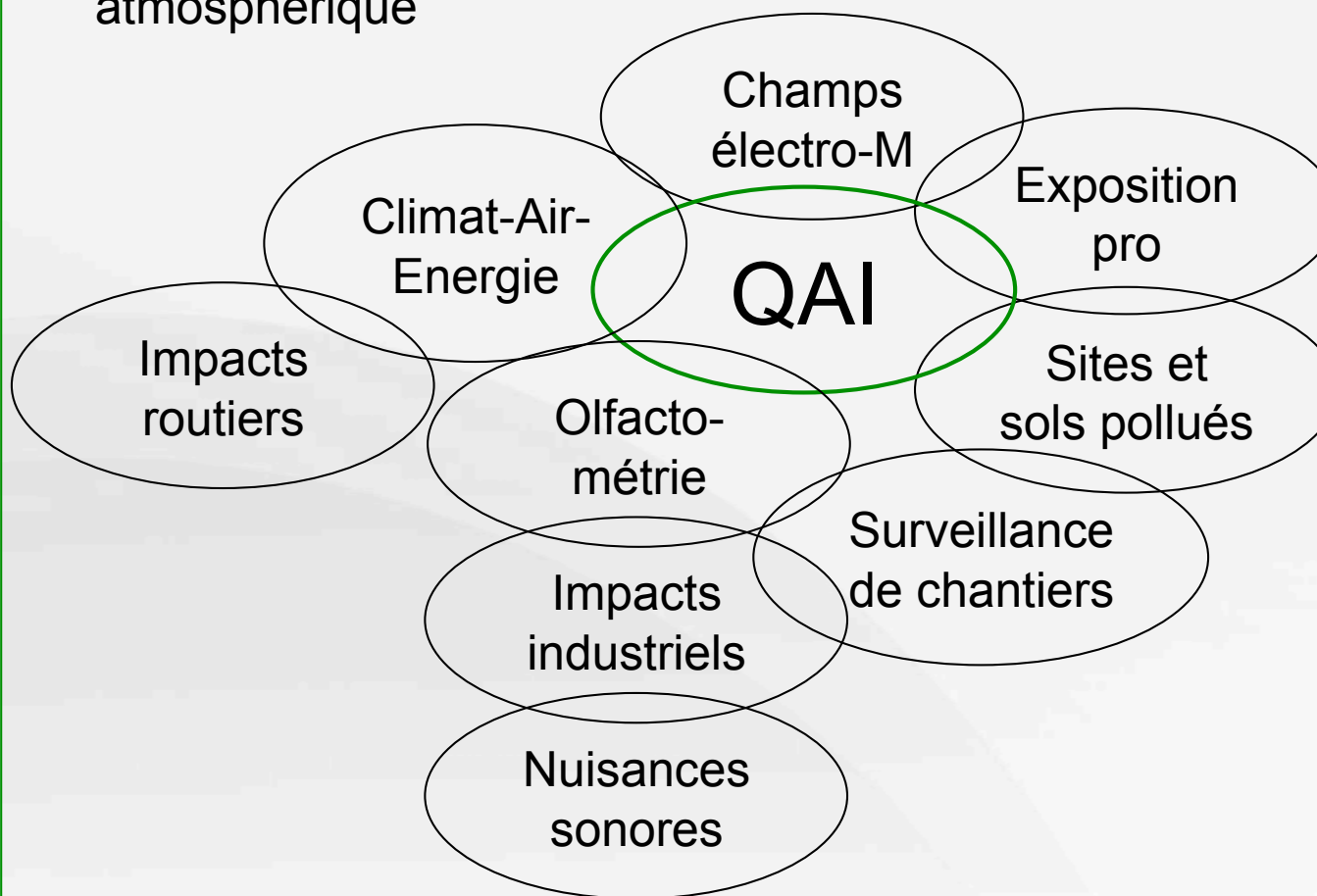
Méthodes

Résultats:
Confort

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion



ENJEUX

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

Résultats:
Confort

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

Quels enjeux économiques?

Enjeux évalués
aux Etats-Unis

Pathologies	Type de dépenses	Pertes /an (US \$)	Total
Maladies respiratoires	Dépenses de santé	36 milliards	70 milliards
	Travail perdu	34 milliards	
Allergie et asthme	Dépenses de santé	10 milliards	15 milliards
	Coûts indirects	5 milliards	
Sick Building Syndrome	Dépenses de santé, absentéisme, perte de productivité	60 milliards	60 milliards
		TOTAL	145 milliards





Source : US Department of Energy

Economies attendues en France par la gestion de la QAI

Cibles	Impact financier (€)
Réduction des maladies respiratoires	1 à 2 milliards
Réduction des allergies et de l'asthme (diminution de 8 à 25% des symptômes dans les populations concernées)	0,1 à 0,5 milliards
Réduction de 20 à 50% des symptômes associés au SBS	1,2 à 4,5 milliards
Total des économies de santé	2,3 à 7 milliards

Source : Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies (ARENE)

CONTEXTES

Introduction	Quel référentiel méthodologique?
Enjeux	 Cadre normatif: <ul style="list-style-type: none"> → Aspect audit (XP X43-401, XP X43-403, XP X43-407) → Aspect polluants (série des normes iso 16000) → Aspect ventilation (NF EN 13779, NF EN 15251) → Aspect confort (NF EN 7730)
Contextes	
Paramètres	
Méthodes	
Résultats: Confort	 Cadre réglementaire: Réglementation plomb/amiante/radon; Règlement Sanitaire Départemental
Résultats: Polluants	 Cadre bibliographique: Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), LCSQA, INERIS (biocides), INRS (expo pro), US-EPA (allergènes), Greenpeace (retardateurs de flamme)
Valeurs guides	
Conclusion	 Cadre HQE: Cible 13

PARAMETRES

Introduction

Quels paramètres à considérer selon l'OQAI ?

Enjeux

■ Paramètres chimiques: Hiérarchisation des polluants prioritaires en air intérieur (OQAI)
→ Basée sur le croisement des données concernant la toxicité des polluants et leur fréquence en air intérieur
→ Limitée par les contraintes techniques et les références comparatives.

Contextes

Paramètres

Méthodes

Résultats:
Confort

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

■ Paramètres biologiques:
→ Bactéries, moisissures, indice CSTB
→ Cas des allergènes

■ Paramètres physiques: confort, ventilation
→ CO₂

Formaldéhyde

Benzène

Acétaldéhyde

Dichlorvos

Particules (PM₁₀)

Radon

DeHP

Allergènes de chien

NO₂

Allergènes d'acariens

Toluène

Trichloréthylène

Dieldrine

Plomb

SCCP

Tétrachloroéthylène

Aldrine

Allergènes de chat

CO

PARAMETRES

Introduction	Quelles paramètres pris en compte en pratique?
Enjeux	<ul style="list-style-type: none"> COV, aldéhydes
Contextes	<ul style="list-style-type: none"> → benzène, formaldéhyde → liste OQAI campagne logements
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> → approche Cap Environnement : composés majoritaires + composés réglementés
Méthodes	
Résultats: Confort	<ul style="list-style-type: none"> Taux de dioxyde de carbone, température, humidité → approche du confinement
Résultats: Polluants	<ul style="list-style-type: none"> → normes de confort
Valeurs guides	<ul style="list-style-type: none"> Particules
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> Bactéries et moisissures

Permet de répondre de façon reproductible aux différents contextes:
bureaux, écoles, logements, HQE

VALEURS GUIDES

Introduction	Quelles valeurs utiliser?
Enjeux	■ Valeurs Guides pour l'Air Intérieur (VGAI) - Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET)
Contextes	■ Recommandations du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP)
Paramètres	■ Valeurs issues de l'étude européenne « Indoor Exposure » (INDEX): projet de mise en place par la commission européenne de recommandations pour l'exposition aux polluants de l'air intérieur
Méthodes	
Résultats: Confort	■ Recommandations de l'OMS
Résultats: Polluants	■ Concentrations Limites d'Intérêt (CLI) établies par l'AFSSET à partir des VLEP corrigées par un facteur de sécurité de 1000 pour les transposer aux environnements à pollution non spécifique (facteur de 100 lorsque les substances ne sont CMR)
Valeurs guides	■ Recommandations des organismes de santé nationaux dans le monde (valeurs MAK, TLV, TWA...) pour des pollutions spécifiques
Conclusion	

VALEURS GUIDES

Introduction	Quels critères d'interprétation utiliser?
Enjeux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Résultats de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI): <ul style="list-style-type: none"> → campagne pilote réalisée sur 90 logements → campagne nationale réalisée sur 567 logements statistiquement représentatifs des 24 millions de résidences principales en France métropolitaine continentale
Contextes	
Paramètres	
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> ■ Données issues des différentes études réalisés par des organismes publics (exemples: écoles - LHVP, AASQA...) ■ Futurs résultats des campagnes OQAI écoles et bureaux ■ Etude des résultats par rapport aux médianes des bases de données
Résultats: Confort	
Résultats: Polluants	
Valeurs guides	
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> ■ Indices de la qualité de l'air intérieur: Int'Air™, Icône...

RESULTATS: Confort

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

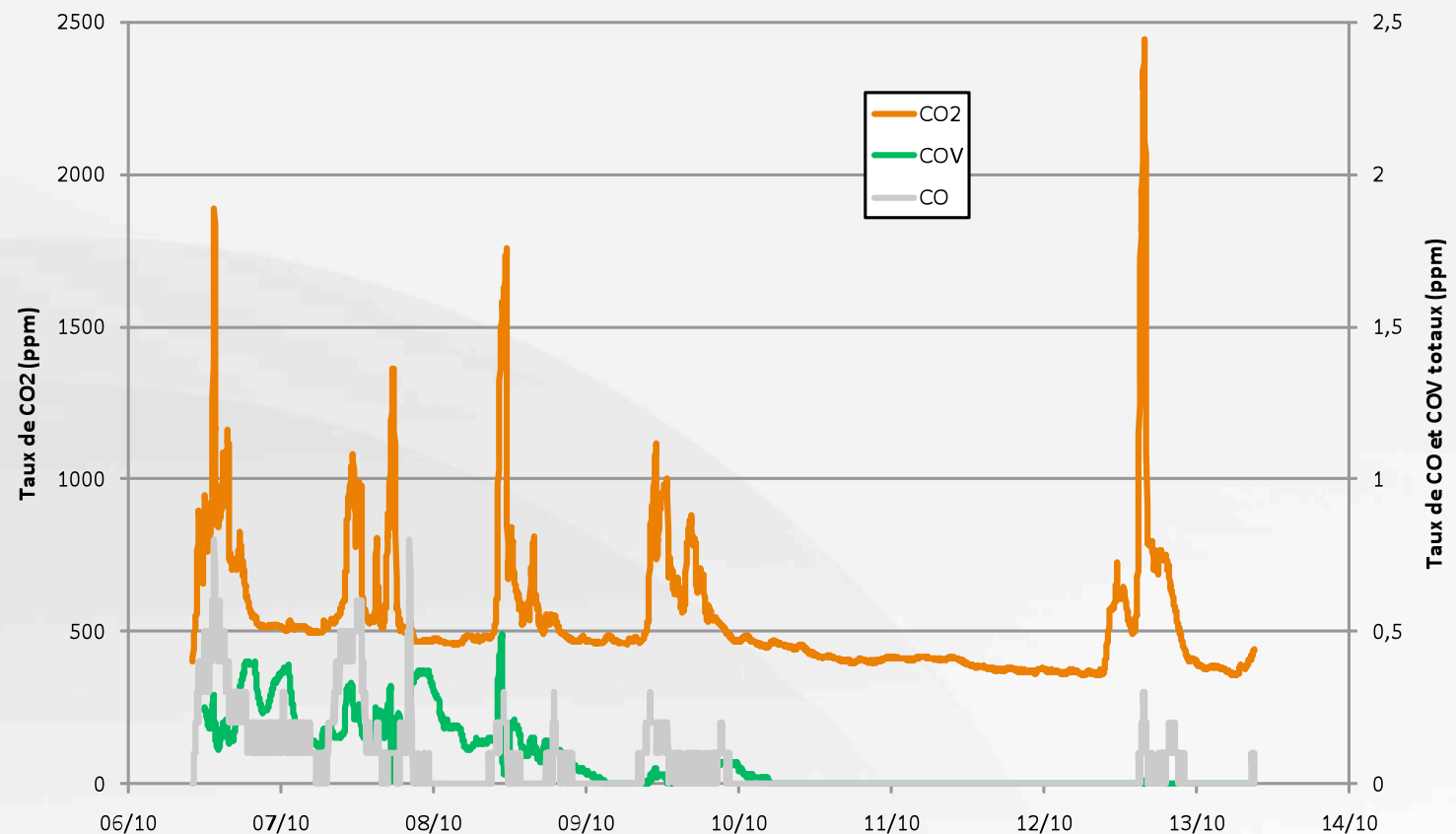
**Résultats:
Confort**

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

Concentrations en CO₂, CO, et COV dans la salle de réunion n°294
du 6 au 13 octobre 2009



RESULTATS: Confort

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

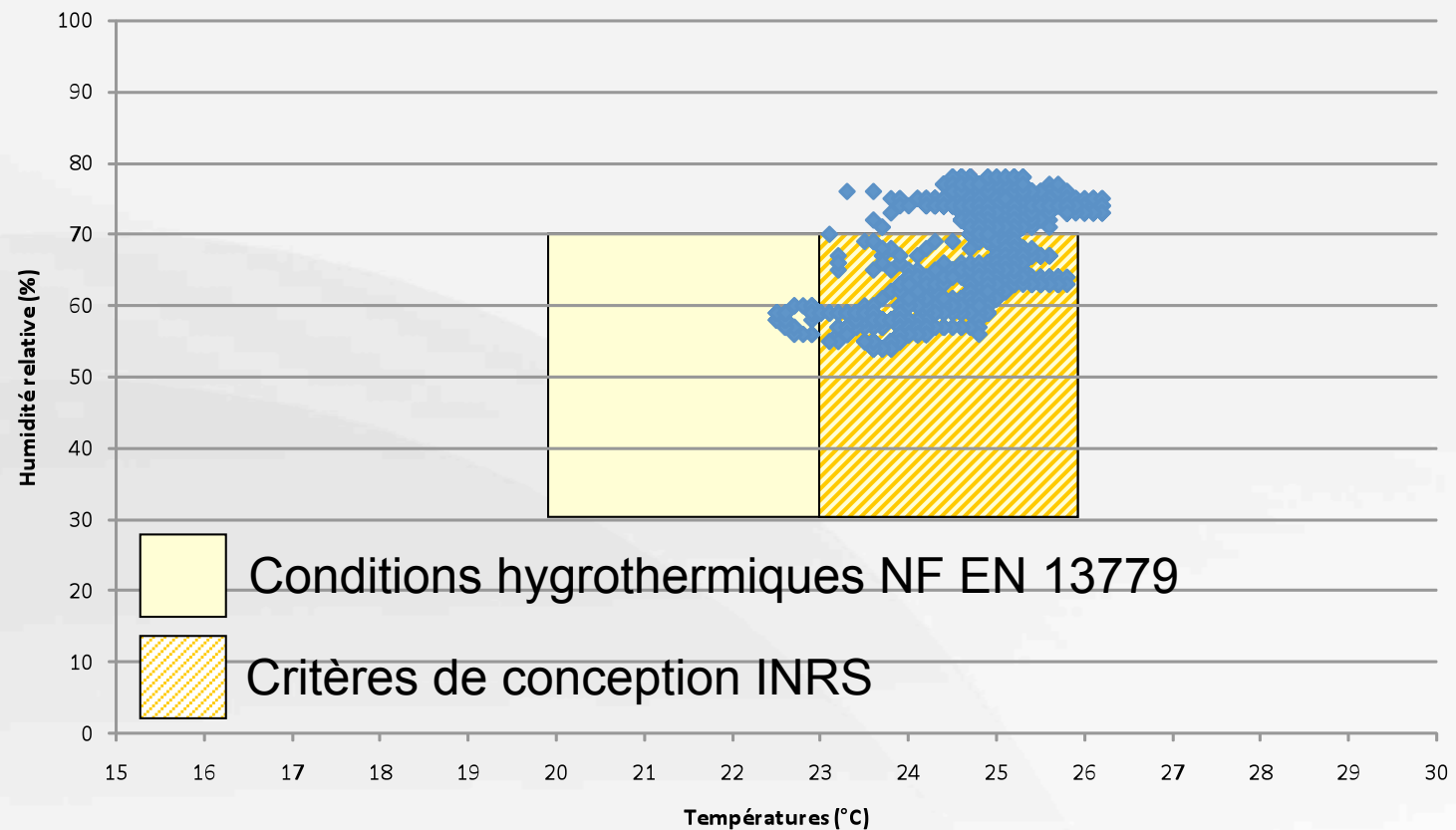
**Résultats:
Confort**

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

Conditions hygrothermiques relevées dans la salle de réunion n°294
du 6 au 13 octobre 2009



RESULTATS: Confort

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

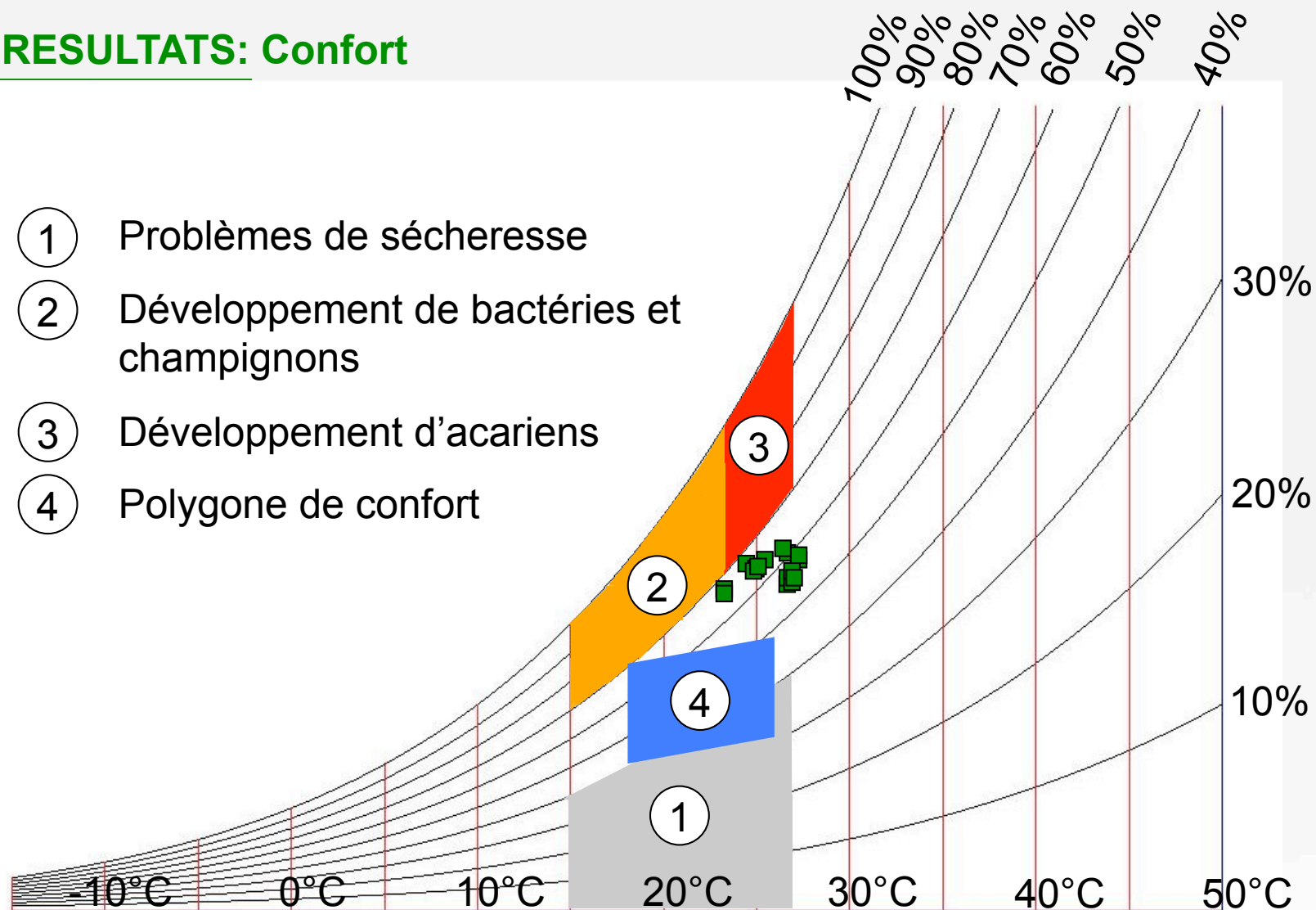
**Résultats:
Confort**

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

- ① Problèmes de sécheresse
- ② Développement de bactéries et champignons
- ③ Développement d'acariens
- ④ Polygone de confort



RESULTATS: Confort

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

**Résultats:
Confort**

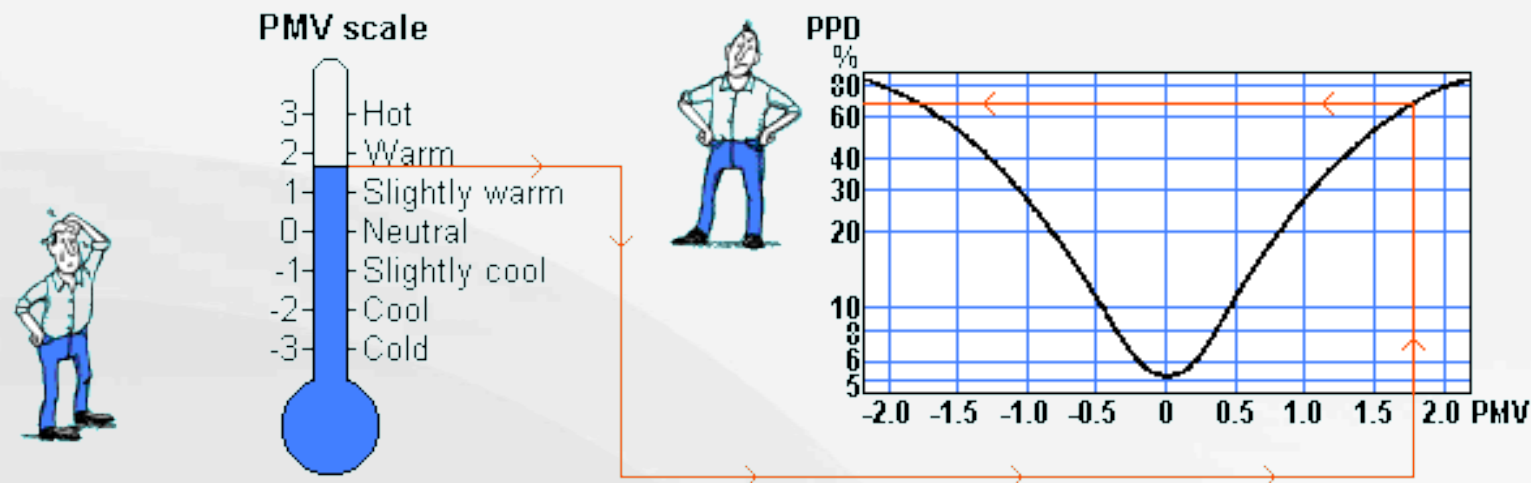
Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

■ Etude plus poussée: Indices pmv et ppd (NF EN 7730)

→ Predicted Mean Vote / Predicted Percentage of Dissatisfied



→ Nécessite mesures plus fines: vitesse de l'air omnidirectionnelle et température moyenne de rayonnement

→ Programme informatique de calcul

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

Résultats:
Confort

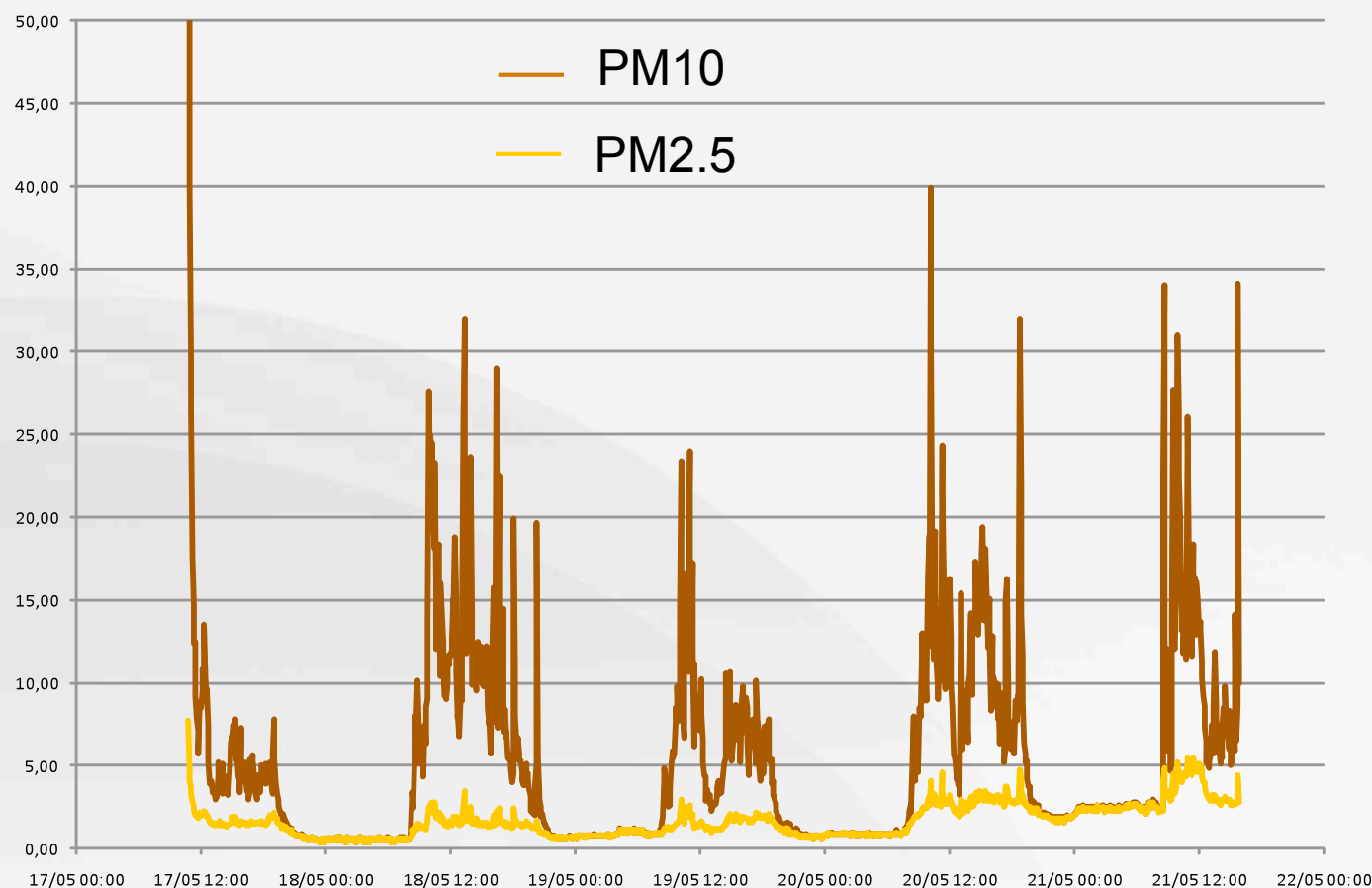
**Résultats:
Polluants**

Valeurs guides

Conclusion

RESULTATS: Polluants

Particules



RESULTATS: Polluants

COV et aldéhydes, composés liste OQAI en gras

Famille de composés	Composés	Concentrations (µg/m ³)	
		classe	informatique
COV majoritaires	<i>4,4'-(1-methylethylidene) bisphénol</i>	62,44	25,24
	m+p - xylènes	5,23	5,74
	<i>camphène</i>	3,99	3,87
	acétate de butyle	3,72	3,66
	<i>propylène glycol</i>	3,48	6,01
	toluène	3,22	3,62
	o - xylène	2,73	2,85
	éthylbenzene	1,64	1,74
	benzène	1,36	1,44
	limonène	1,13	0,96
Aldéhydes	butanal	14,2	12,6
	formaldéhyde	10,3	12,0
	hexanal	4,5	4,4
	acétaldéhyde	2,6	3,3
	pentanal	1,4	1,7
	propionaldéhyde	0,7	1,7
	isovaléraldéhyde	0,4	0,4
	benzaldéhyde	0,3	0,3
	acroléine	<0,3	<0,3

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

Résultats:
Confort

**Résultats:
Polluants**

Valeurs guides

Conclusion

Indice QAI: Portée

Présentation

■ Mesure de suivi ou de surveillance dans le cadre d'espace bâtis sur des zones contaminées (cas d'étude)

Environnement atmosphérique

■ Apparition sur le lieu de travail d'un syndrome des bâtiments malsains impliquant des plaintes liées à l'occupation des locaux :

QAI appliquée

➡ Permet de situer objectivement la qualité de l'air par rapport à un référentiel et de communiquer, à destination des employés ou des responsables pour rassurer les occupants ou mettre en œuvre les actions correctives adaptées

Métrologie

■ Intégration dans une démarche HQE ou assimilée dans l'objectif d'atteindre une cible de qualité de l'air intérieur et de suivre son évolution au cours du temps

Indice QAI :
Int'Air

■ Label de qualité à destination de la clientèle dans les établissements recevant du public (hôpitaux, crèches, hôtels, centre commerciaux, ...)

■ validation de systèmes de traitement de l'air

...

Indice QAI: quelques exemples

Présentation

- Le plus connu : l'indice ATMO

Echelle de notation pour chacun des polluants pris en compte.

La plus défavorable constitue l'indice :

1 polluant à 8/10 + tous les autres à 1/10 = 8/10

1 polluant à 8/10 + tous les autres à 7/10 = 8/10

Environnement
atmosphérique

→ Indice non représentatif d'une situation globale

QAI appliquée

- Des indices proposés ou prochainement proposés par l'OQAI :

Biologique (contamination fongique, brevet en cours), physique (CO₂, indicateur de confinement), chimique (concentration en formaldéhyde)

Métrologie

→ 3 indices monocritères et potentiellement contradictoires

→ Indice non représentatif d'une situation globale ou d'un effet « cocktail »

Indice QAI :
Int'Air

- Autres types d'indice : moyenne de notes

→ Bonne approche globale mais problème de représentativité spécifique : de nombreux polluants à faibles concentrations « lissent » une unique valeur forte.

Int'Air™ : Principe

Présentation

■ Principe :

Environnement
atmosphérique

Indice de comparaison par rapport à l'air de « chez soi »
Notation « classique » par seuil de concentration pour chaque polluant
+ Note supplémentaire pour la somme des concentrations
+ Note pénalisante pour les concentrations très fortes

QAI appliquée

Métrologie

➡ Moyenne arithmétique des notes

Indice QAI :
Int'Air

■ Seuils de concentration : Pas de notion d'admissibilité d'une VTR

➡ Indice de comparaison non sanitaire par défaut

➡ Objectif de situer une qualité de l'air par rapport à un référentiel intuitif

➡ Base de données OQAI

Int'Air™ : Seuils critiques

Présentation

■ Note pénalisante si dépassement de 150 % du seuil le plus élevé

Environnement
atmosphérique

➡ Eviter tout phénomène de « lissage » par la moyenne des concentrations mesurées.

➡ Note fonction du nombre de composés mesurés.

QAI appliquée

Un bon équilibre est trouvé avec un coefficient égal à 5 fois le nombre de polluants mesurés

Métrologie

■ Respect des VGAI de l'AFFSET pour le benzène et le formaldéhyde

Indice QAI :
Int'Air

➡ *Indice non sanitaire*

➡ *Si dépassement des 10 µg/m³ en formaldéhyde ou 2 µg/m³ pour le benzène : **Résultat « très bon » dégradé en « bon »***

Int'Air™ : Résultats

Présentation

Environnement
atmosphérique

QAI appliquée

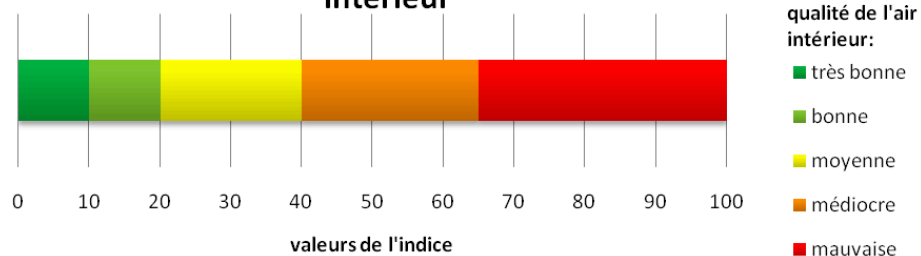
Métrologie

Indice QAI :
Int'Air

Paramètres	µg/m3	Note /10
acétaldéhyde	6,3	1
formaldéhyde	9,9	1
hexaldéhyde	15	2
benzène	1,56	1
ethylbenzène	1,69	1
m/p-xylène	5,93	2
o-xylène	2,08	1
toluène	13,8	2
Somme des concentrations	56,76	2
NO ₂	12,51	0
CO ₂	1030	5
PM10	25	2
PM2,5	16	0

Nombre de paramètres	13
Total des notes	20
Indice de QAI	15,7

représentation de l'indice de la qualité de l'air
intérieur



➡ QAI bonne

Int'Air™ : Etude de cas

Présentation

Contexte :

Environnement
atmosphérique

■ Bureaux administratifs situés à proximité d'une station service

QAI appliquée

■ Pollution des sols mise en évidence au droit de la station service

Métrologie

■ Mesures dans l'air intérieur des bureaux pour étude des risques
sanitaires

Indice QAI :
Int'Air

■ Composés demandés :

Acétone, Acétonitrile, Pentane, Dichlorométhane, Cyclohexane, **Benzène**,
Heptane, **Toluène**, Octane, Ethylbenzène, **m+p-xylènes**, Nonane, **o-xylène**,
Cumène, Décane, Undécane, Dodécane, MTBE, Hexane, **Naphtalène**,
Formaldéhyde

Int'Air™ : Etude de cas

Présentation

Environnement
atmosphérique

QAI appliquée

Métrologie

Indice QAI :
Int'Air

Uniquement composés OQAI

Paramètre mesuré	C en µg/m ³	Note
toluène	10	1
limonène		0
n-undecane		0
alpha_pinène		0
m/p-xylène	4	1
n-decane		0
1,4-dichlorobenzène		0
1,2,4-triméthylbenzène		0
ethylbenzène		0
o-xylène	2	1
benzène	2,5	2
naphtalène	0,3	0
1-methoxy-2-propanol		0
2-butoxyethanol		0
butylacetate		0
tétrachloroéthylène		0
2-ethyl-1-hexanol		0
trichloroéthylène		0
styrène		0
heptane	25,5	
Nb de COV mesurés	6	
Somme des concentrations de COV	44,3	2
formaldéhyde	18,4	1
Nombre de paramètres mesurés		7
Total des notes		8
Indice de QAI		11,43

Composés OQAI + majoritaires

Paramètre mesuré	C en µg/m ³	Note
toluène	10	1
limonène		0
n-undecane		0
alpha_pinène		0
m/p-xylène	4	1
n-decane		0
1,4-dichlorobenzène		0
1,2,4-triméthylbenzène		0
ethylbenzène		0
o-xylène	2	1
benzène	2,5	2
naphtalène	0,3	0
1-methoxy-2-propanol		0
2-butoxyethanol		0
butylacetate		0
tétrachloroéthylène		0
2-ethyl-1-hexanol		0
trichloroéthylène		0
styrène		0
heptane	25,5	
MTBE	64,4	40
Nb de COV mesurés	7	
Somme des concentrations de COV	108,7	5
formaldéhyde	18,4	1
Nombre de paramètres mesurés		8
Total des notes		51
Indice de QAI		63,75

Bon

Mauvais

Atmos'Fair sept 2010

21

Int'Air™ : Avantages

Présentation

Environnement
atmosphérique

QAI appliquée

Métrologie

Indice QAI :
Int'Air

- Prend en compte tous les paramètres chimiques, physiques et biologiques pour lesquels une base de données qualitative est disponible (exemple : base de données OQAI, normes de confort pour les paramètres hygrothermiques ou de confinement, indices d'aérobiocontamination, ...)
- Se réfère à un parc d'environnements intérieurs du même type que celui échantillonné (logements, établissements scolaires, bureaux, ...) en fonction de la parution des études de l'OQAI.
- A défaut, permet de suivre une exposition par rapport au référentiel logement.
- Multicritère, représentatif d'une situation globale mais sensible aux épiphénomènes ou à l'effet de masse.
- Evolutif en fonction des nouvelles données ou de la parution de nouvelles normes ou réglementations

L'Indice[®] et le Label Int'Air[™]

Présentation

Environnement
atmosphérique

QAI appliquée

Métrologie

Indice QAI :
Int'Air

L'Indice Int'Air^{®™}

- Situe une qualité de l'air intérieur par rapport à un parc existant.
- Bonne représentativité car basé sur la campagne de mesure de l'OQAI dans les habitations françaises.
- Prend en compte les polluants prioritaires en air intérieur pour les logements et le tertiaire mais aussi les polluants non référencés.
- Est évolutif et sera adapté à la parution des données de mesure sur des parcs de locaux spécifiques (crèches, centre commerciaux, activités spécifiques, ...).

CONCLUSION

Introduction	Quelles perspectives pour la QAI?	Initiatives nationales
Enjeux	<ul style="list-style-type: none"> Logements: Plan de renforcement de l'action des Conseillers Médicaux en Environnement Intérieur <u>rebaptisé CEI</u> 	
Contextes	<ul style="list-style-type: none"> ERP: 	
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> → Plan National Santé Environnement II lancé par le Gouvernement <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la connaissance de la QAI - Etablir des valeurs guides - Campagne nationale des lieux d'accueil de l'enfance 	
Méthodes		
Résultats: Confort	<ul style="list-style-type: none"> → Loi Grenelle II adoptée par l'Assemblée Nationale le 11 mai 2010 <ul style="list-style-type: none"> - Surveillance de la QAI pour le propriétaire ou l'exploitant des lieux recevant du public à l' horizon 2012 - Valeurs réglementaires formaldéhyde et benzène 	
Résultats: Polluants		
Valeurs guides	<ul style="list-style-type: none"> Bureaux: Programme OQAI 	Initiatives privées
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> Labellisation des espaces: HQE, indices... 	

CONCLUSION

Introduction

Enjeux

Contextes

Paramètres

Méthodes

Résultats:
Confort

Résultats:
Polluants

Valeurs guides

Conclusion

Initiatives privées

Bureaux: Programme OQAI

- Labellisation des espaces: HQE, indices...
- Publication de documents « utile » : Guide « Agir » sur la QAI
- Dimensionnement d'études des risques sanitaires associés (initiative Cap Environnement pour les crèches)
- Elaboration de l'Indice Int'Air (initiative Cap Environnement)
- Création de la Fimea
- Lancement de « livre blanc »
- ...