

# INTERCLIMA

Le salon des acteurs éco-responsables du confort et de l'efficacité énergétique

30 SEPT - 3 OCT 2024  
PARIS - PORTE DE VERSAILLES



## Gestion intelligente de ventilation (smart ventilation) et évolutions réglementaires : quels indicateurs de performance pour concilier QAI et efficacité énergétique ?



Valérie LEPRINCE

Directrice de projet confort des environnements intérieurs et ventilation, CEREMA

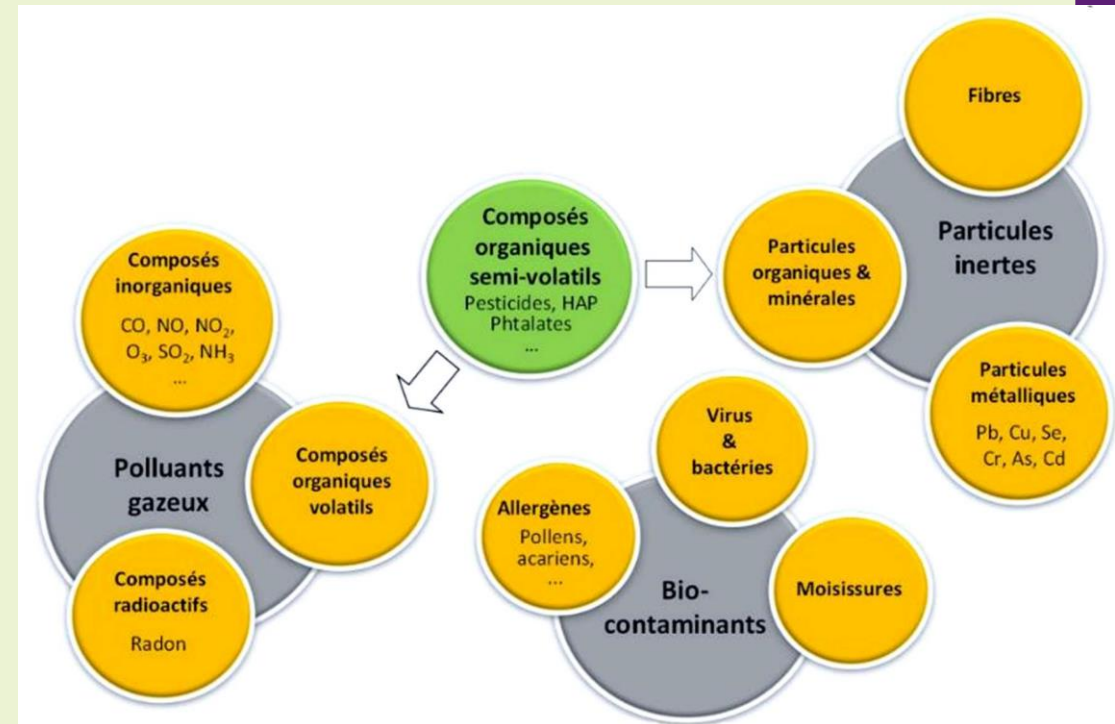


Benoît GOLAZ

Chargé d'études, CETIAT

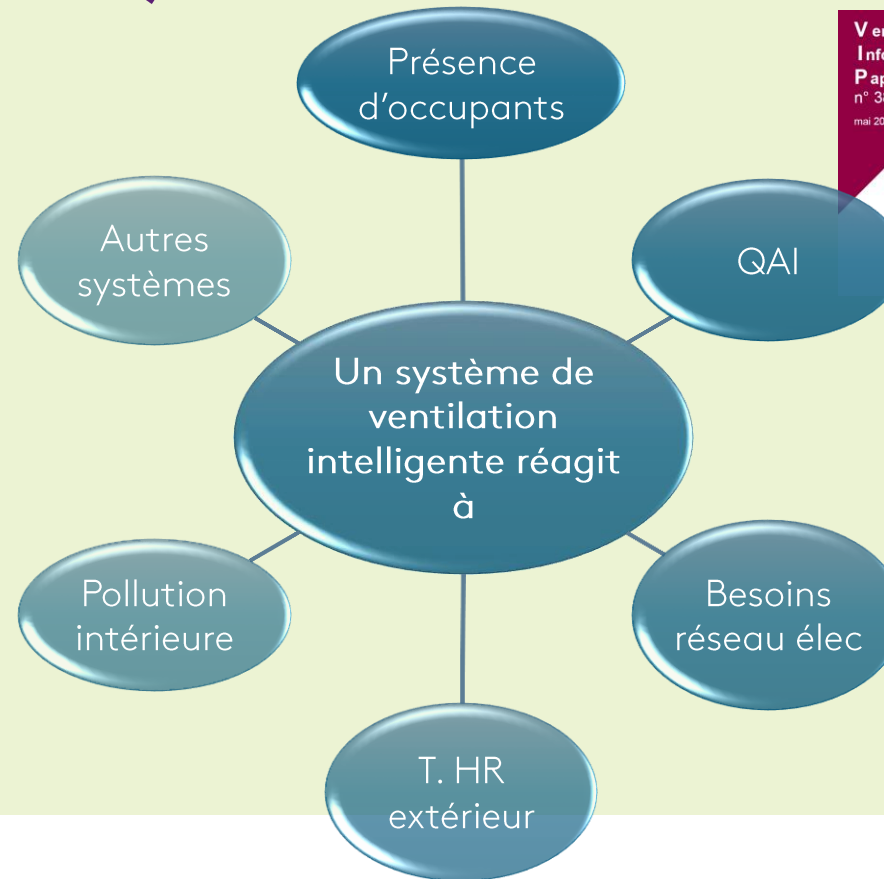
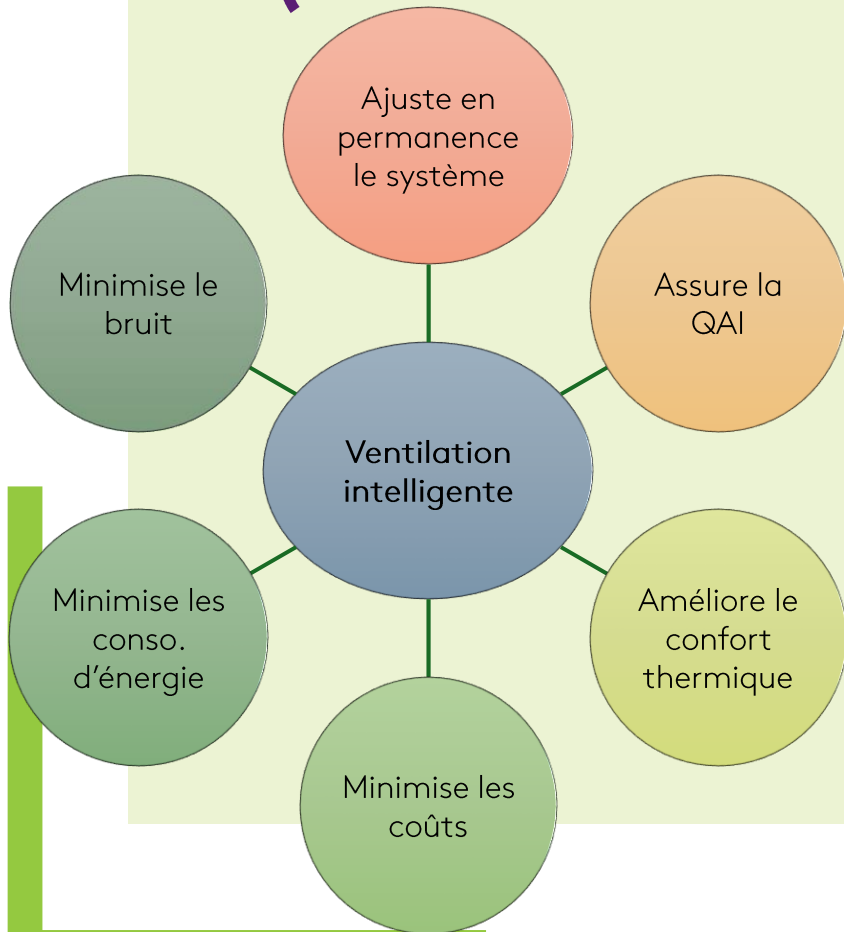
# Qualité d'Air Intérieur (QAI)

- Air intérieur : mélange complexe de plusieurs **centaines de substances** dont certaines peuvent provoquer une altération de la qualité de l'ambiance. On parle alors de **polluants**.
- 3 familles des polluants
- Norme ASHRAE 62.1-2019 "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality" :  
*La QAI est jugée acceptable lorsque l'air ne comporte pas de polluants à des concentrations jugées **dangereuses** par les autorités compétentes, et lorsque 80 % au moins des personnes exposées n'expriment pas d'**insatisfaction**.*
- Notions de **santé** et de **confort**

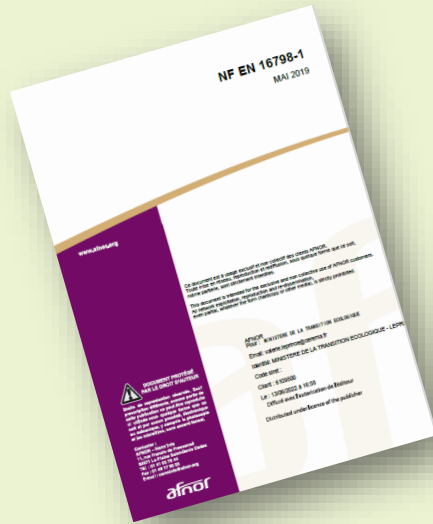


Source : IEA EBC Annex 68 – Indoor Air Quality Design and Control in Low-energy Residential Buildings.

# Qu'est-ce que la ventilation intelligente ? (Smart ventilation)



# Evaluer les performances des systèmes Smart



La performance dans les futures normes européennes et dans la réglementation française



Comment exiger et contrôler des résultats (niveaux de QAI) plutôt que des moyens (débits)?



# 1 Définir les objectifs du système

Les indicateurs de performance évaluent l'impact de la stratégie de management de la QAI en fonction de son impact sur les facteurs suivants...

- Exposition long-terme aux polluants
- Exposition court-terme
- Transmission des maladies

Santé



- Productivités
- Qualité du sommeil
- Qualité de l'air perçu

Bien-être



- Moisissure
- Condensation

Durabilité  
du bâtiment





# 1 Les objectifs en France

La réglementation actuelle ne traite que des objectifs de QAI qui peuvent être améliorés en augmentant le débit de ventilation.



Extraction des polluants produits à l'intérieur (incluant l'humidité, le CO<sub>2</sub>, etc.)



Mais pas d'exigence sur le traitement d'air, ex: augmentation du taux d'humidité, la température, la qualité de l'air insufflée, etc.

- **Exposition (long et court terme) aux polluants émis par**
  - Les composants du bâtiment
  - Et les humains

Santé



- L'impact du système sur la **qualité du sommeil** et le confinement de la pièce.
- Le niveau de qualité d'air perçu dans les toilettes

Bien-être



- Le **risque de condensation** qui peut engendrer du développement de moisissure.

Durabilité du bâtiment



## 2 Définition des principes de validation

- > Les indicateurs de performance doivent être compatibles avec

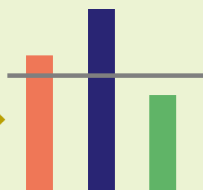
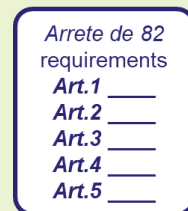


Une validation via des simulations préliminaires



Des mesures sur le terrain

- > Définition des valeurs cibles (cohérentes avec des valeurs guides, une réglementation existante, etc.)



- > Validation en conditions normales, en cas d'évènement disruptifs, etc.

### 3 Sélectionner les paramètres



Polluant individuel existant



CO <sub>2</sub>			X*	X
Humidité			X*	X
PM (1; 2.5, 10)			X*	X
Formaldéhyde, Benzène, NO <sub>2</sub> , Ozone, autre...			X*	X

Groupes de polluants

Polluants odorants				X
Impactant la santé			X*	X
Carcinogènes			X*	X
	Santé	Bien-être	Durabilité	



\* Aux scénarios d'émission

Polluant fictif



Emis de manière continue			X	
Emis selon des scénarios			X	

Taux de renouvellement d'air

Air extérieur			X	X
"Clean Air Delivery Rate" (pour un polluant donné)			X	X
	Santé	Bien-être	Durabilité	





# 3 Sélectionner les paramètres



Polluant individuel existant

CO <sub>2</sub>	Confinement/Qualité du sommeil	X*	X
Humidité	Risque de condensation	X*	X
PM (1; 2.5, 10)		X*	X
Formaldéhyde, Benzène, NO <sub>2</sub> , Ozone, autre...		X*	X

Groupes de polluants

Polluants odorants			X
Impactant la santé		X*	X
Carcinogène		X*	X

Santé	Bien-être	Durabilité
-------	-----------	------------

Polluant fictif

Emis de manière continue	Exposition à long et court terme des polluants émis par:	X	
Emis selon des scénarios	- Le bâtiment - Les activités humaines	X	

Renouvellement d'air

Air extérieur	Le niveau de qualité d'air perçu dans les toilettes	X	X
"Clean Air Delivery Rate" (pour un polluant donné)		X	X



\* Aux scénarios d'émission



3

## Sélectionner les paramètres

- Référence connue
- Cohérence ventilation/occupation
- Mesurable
- Simulation possible

CO<sub>2</sub>

- Pertinent pour le risqué de condensation
- Mesurable
- Simulation possible

HR



- Simulations possibles
- Couvre tout polluant émis en continu (matériaux)

Proxy P1



- Simulations possibles
- Couvre les polluants épisodiques liés à l'activité humaine

Proxy P2



- Solution facile pour les toilettes
- Pertinent pour contrôler un débit minimum

Ren. air



### Pourquoi n'inclure que des polluants fictifs

- Objectif de couvrir tous les polluants
  - Evite d'autoriser des systèmes qui n'en éliminerait qu'un
- Difficile d'obtenir des données d'émissions pertinentes avant les projets
  - Dépend du comportement des occupants et de la construction
  - Dépend des conditions extérieures
  - Dépend de phénomènes physiques complexes
- Valeurs cibles difficiles à définir (réglementation existante en référence)



4

## Définir les indicateurs

### • Pour le CO<sub>2</sub>

- Pour chaque pièce, la concentration de CO<sub>2</sub> (en ppm) en dessous de laquelle on est 67% du temps occupé  
*Un indicateur en ppm est plus facile à lire qu'une exposition cumulée en ppm.h*
- Pour chaque pièce, la concentration de CO<sub>2</sub> (en ppm) en dessous de laquelle on est 95% du temps occupé

### • Pour l'humidité

- Pour chaque pièce, un pourcentage maximum de temps au-dessus de 75% d'humidité relative pendant la période de chauffe. La valeur maximum dépend du type de pièce (le traitement de surface étant différent)

### • Pour le polluant P1 -> émission permanente

- L'exposition moyenne (pour la personne la plus exposée)
- L'exposition maximum sur une heure (moyenne glissante, pour la personne la plus exposée).

### • Pour le polluant P2 -> Emis durant les périodes de cuisine

- L'exposition maximum sur une heure (moyenne glissante, dans la cuisine).
- La concentration en dessous de laquelle on reste 95% du temps dans la chambre

### • Taux de renouvellement d'air

- Taux de renouvellement d'air minimum et atteignable dans les toilettes
- Taux de renouvellement d'air au-dessus duquel on reste 95% du temps

Confinement

Qualité du sommeil

Condensation

Exposition aux polluants du bâtiment

- Long terme
- Court

Exposition aux polluants liés aux activités humaines

- Court
- Long terme

Qualité d'air perçue dans les toilettes

Garde-fous





5

## Définir les valeurs cibles

Pour chaque indicateur elles peuvent être différentes selon...

- Les typologies de bâtiment
- Les objectifs du système
- Les objectifs de l'exigence
  - Cohérente avec une autre exigence
  - Aussi sécuritaire que possible
  - ...

## 6 Concevoir un système à partir d'objectifs de performance



### Définition d'un système

- + la manière de le simuler
- + la manière d'inspecter son fonctionnement

Conception du système



### Simulations du système dans le projet

- Ajustement de la conception
- Vérification du respect des objectifs

Vérification projet par projet



### Inspection du système

- Application du protocole d'inspection
- Mesures fonctionnelles, mesure de QAI, documentation...
- Vérification de la conformité du système

# Projet CETIAT Gestion intelligente de la ventilation - Objectifs du projet

Proposer des outils et des méthodes afin d'accompagner les fabricants dans le développement, l'optimisation et la mise en œuvre d'une stratégie de ventilation intelligente

État des lieux des capteurs  
aspects technologiques,  
météorologiques et d'interactivité

Stratégies de modulation des débits  
et critères QAI - synthèse

Évaluation QAI  
Simulations numériques

Calcul de l'impact énergétique

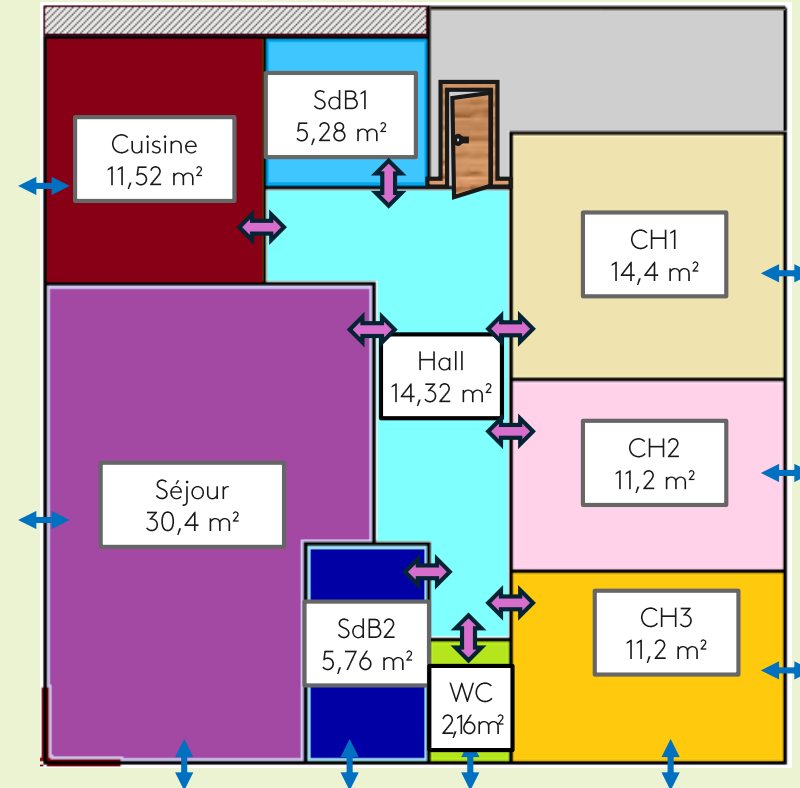
# Simulations numériques

Appartement T4 plain-pied ~106 m<sup>2</sup>

- 3 chambres
- 1 séjour
- 2 SdB
- 1 WC séparé

Appartement occupé par :

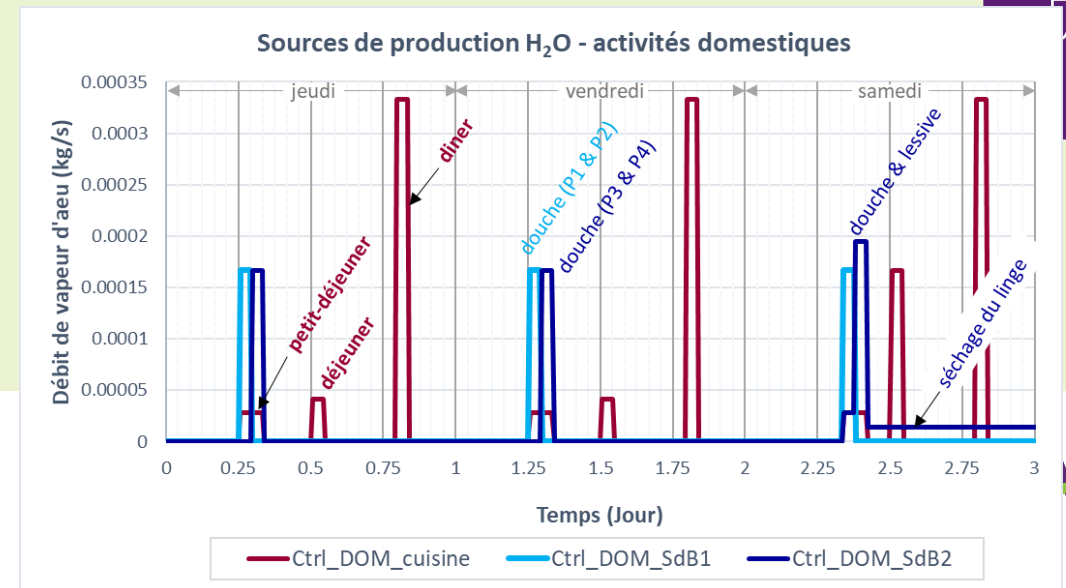
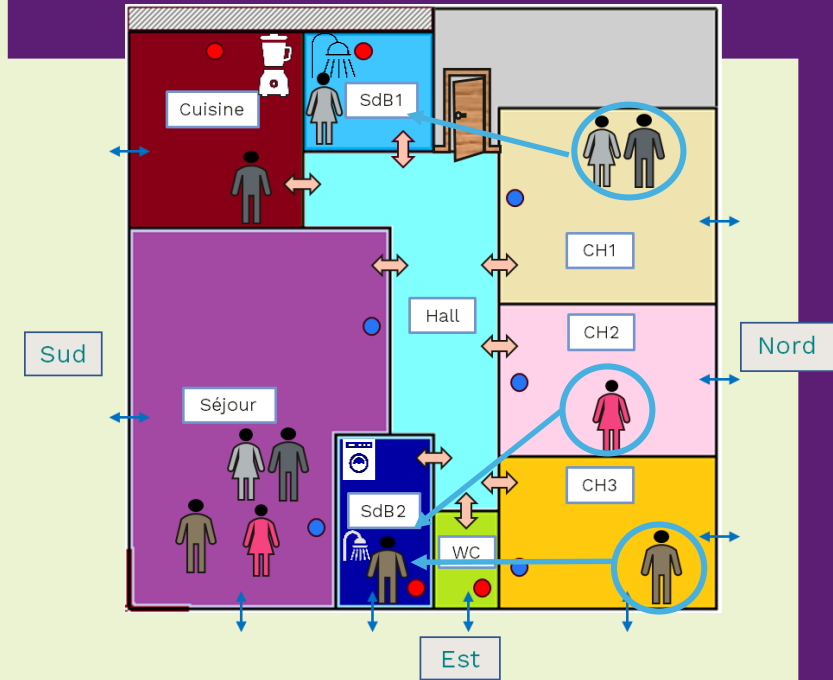
- 2 adultes et 2 enfants
- Scénario week-end
- Scénario semaine



# Simulations numériques


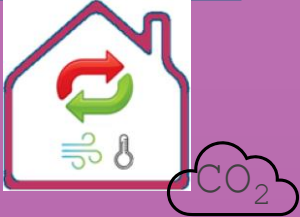
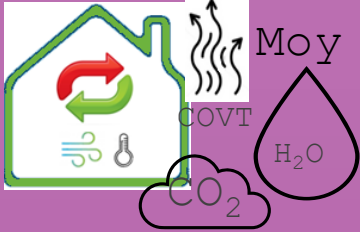





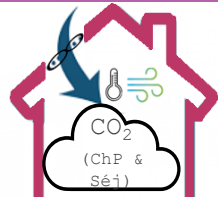
Polluants modélisés :

Polluants	Extérieur	Intérieur
CO <sub>2</sub>	450 ppm	métabolisme
H <sub>2</sub> O	HR du climat	métabolisme et activités
PM2,5	5 µg/m <sup>3</sup>	cuisson
COVT	-	émission constante





# Stratégies de modulation

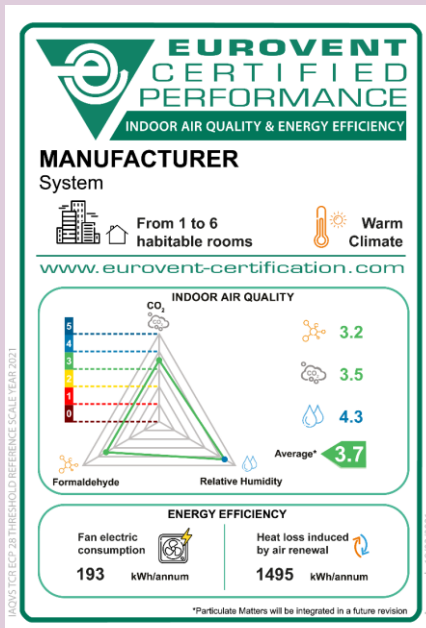
<p>Double flux</p>	<p><b>Auto</b></p> 	<p><b>Boost CO<sub>2</sub></b></p> 	<p><b>I<sub>QAI_moy</sub></b></p> 	<p><b>I<sub>QAI_max</sub></b></p> 
<p>Simple flux extraction</p>	<p><b>Hygro</b></p> 	<p><b>Hygro +</b></p> 	<p><b>Hygro + CO<sub>2</sub> vie &amp; cuisine</b></p> 	
<p>Simple flux insufflation</p>	<p><b>Constant</b></p> 		<p><b>CO<sub>2</sub> ChP &amp; Séjour</b></p> 	

# Indices d'évaluation

3 indices de la littérature retenus :

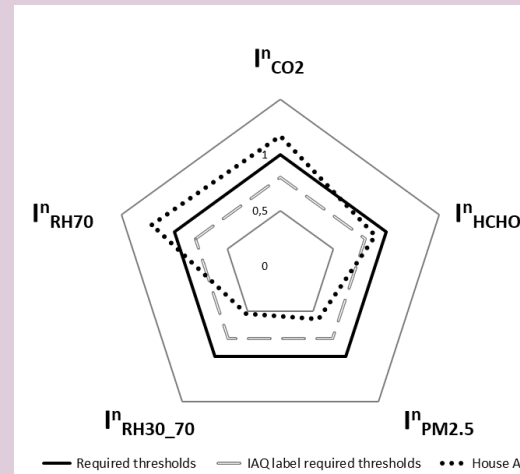
## Indice 1 - IAQ-VS

H<sub>2</sub>O  
CO<sub>2</sub>  
COV



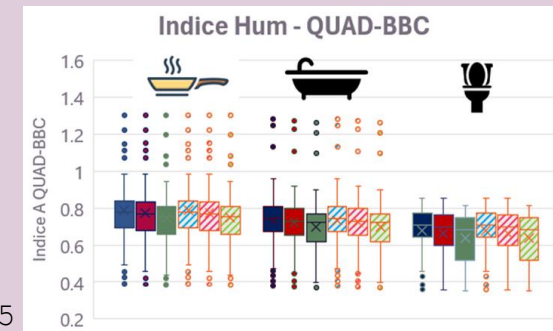
## Indice 2 - MOPA

H<sub>2</sub>O  
CO<sub>2</sub>  
COV  
PM<sub>2,5</sub>



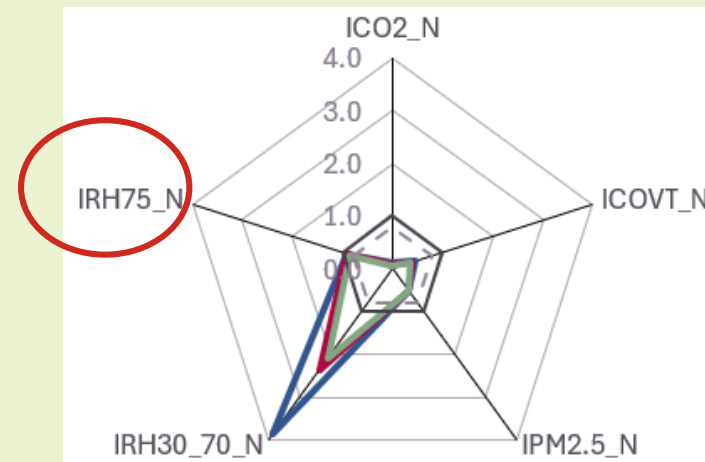
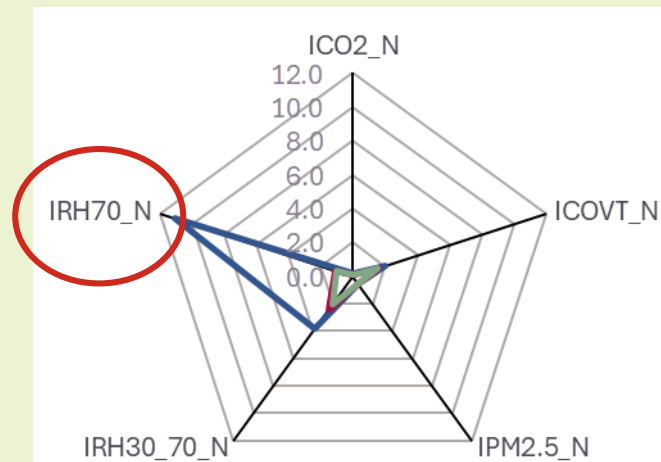
## Indice 3 - QUAD BBC

H<sub>2</sub>O  
CO<sub>2</sub>  
COV  
PM<sub>2,5</sub>



# Observations et constats

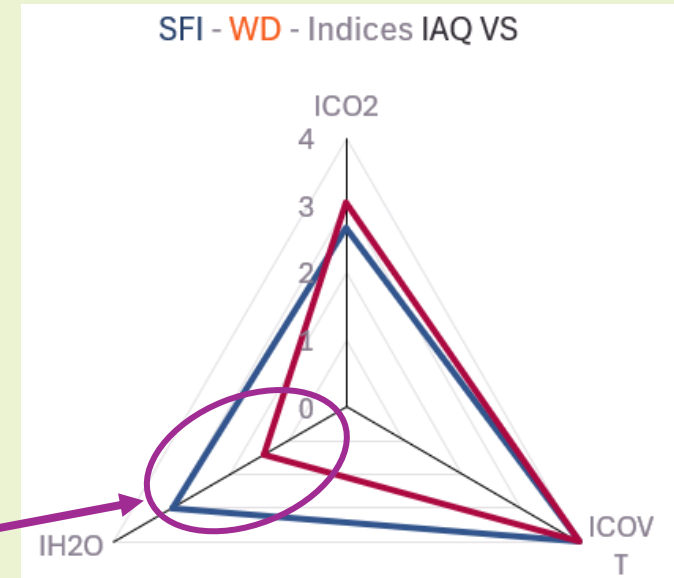
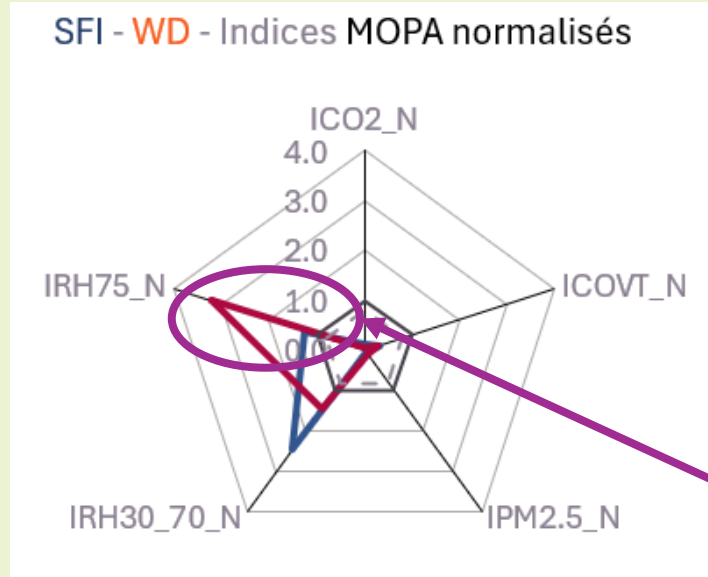
Forte sensibilité des indices aux seuils de référence



Ex : seuil d'humidité à 70 % (alerte) ou 75 % (ok)

# Observations et constats

Attention à l'échelle de notation



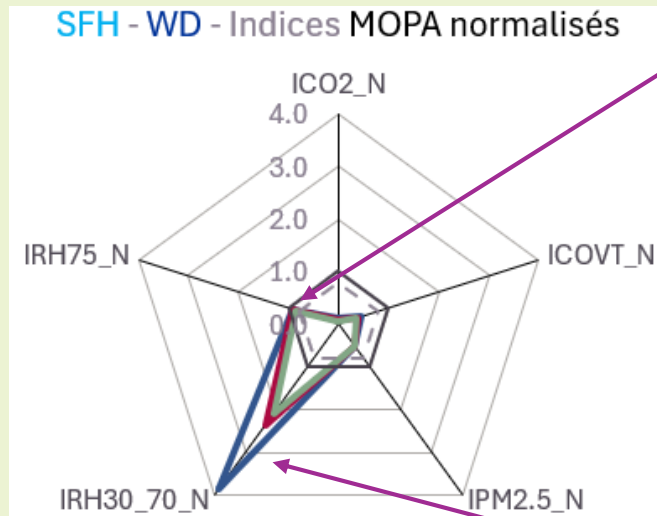
Même constat mais échelle de notation inversée

# Observations et constats

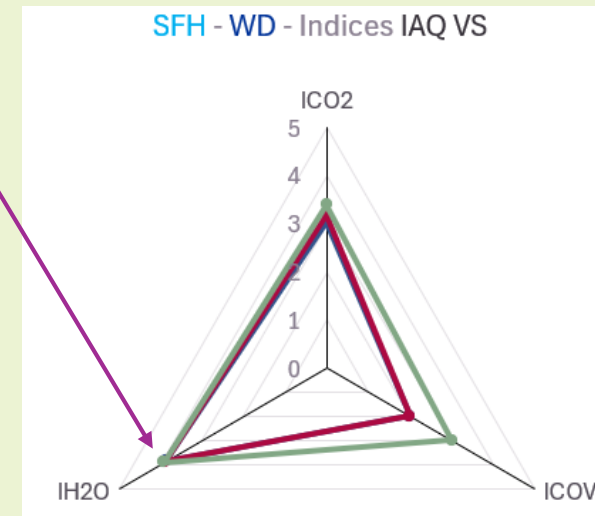
Evaluation différente en fonction du référentiel



Evaluation de l'humidité par local

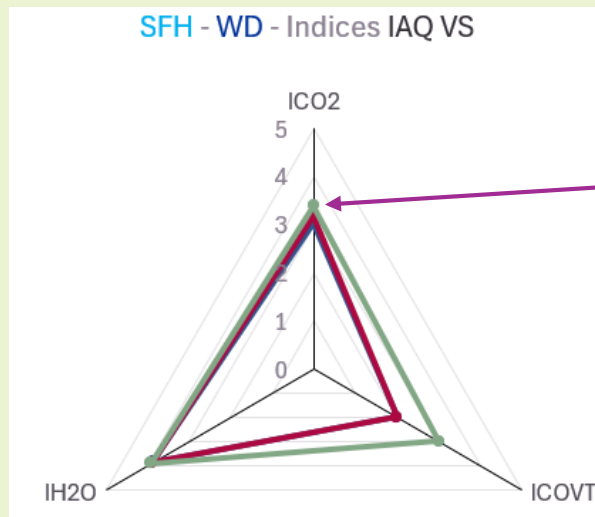


Evaluation de l'exposition de l'occupant à l'humidité

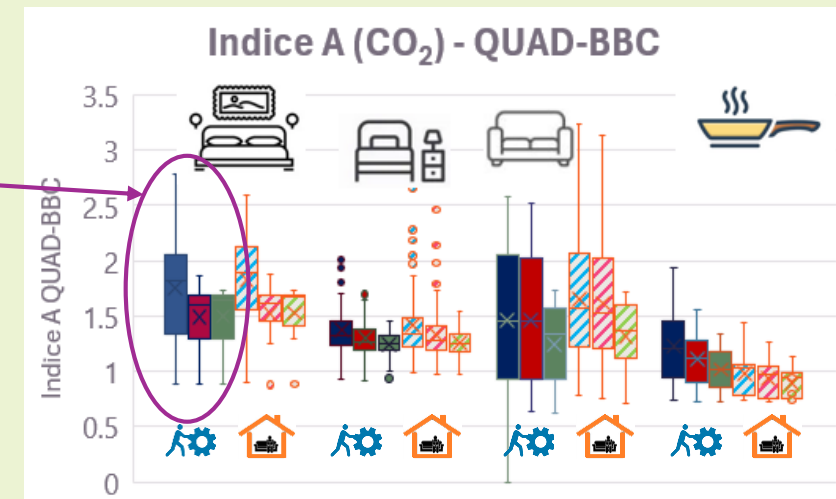


# Observations et constats

Un indice **moyen** ne rends pas compte des **variations**



Même note  
moyenne malgré  
une forte disparité  
des valeurs



# Gestion intelligente et évaluation de la QAI

La ventilation intelligente, un **levier d'avenir** :

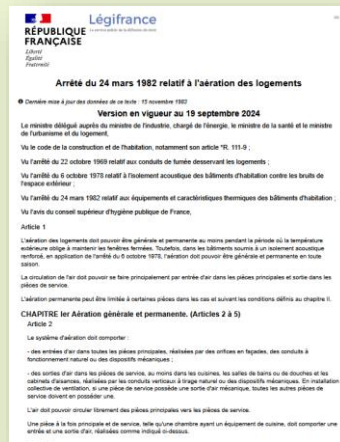
- Amélioration de la QAI
- Gain sur les consommations (chauffage, climatisation et des auxiliaires)

Indices d'évaluation de la QAI :

- Varient selon le message à transmettre (danger pour la personne ou le bâti, évaluation de la ventilation, etc.)
- Dans les labels mais pas encore dans la réglementation

# Et la valorisation, c'est pour quand?

L'alternative à l'arrêté de 82 (ESSOC)



Janvier 2025

Présentation CSTB-DHUP  
demain et jeudi

L'EN 16798-1 repensée et réorganisée



Introduction	
1 Scope	<b>General</b>
2 Normative references	
3 Terms and definitions (in part 1.1)	
4 Symbols and abbreviations	
5 Interactions with other standards	
6 IAQ performance indicator	<b>Indicators</b>
6.1 Objectives for IAQ management	
6.1.1 General	
6.1.2 Health	
6.1.2 Wellbeing (Inc.Comfort)	
6.1.3 Building durability (6.3.1.5 in the actual standard)	
6.2 Principles for defining parameters, indicators and thresholds to evaluate the performance of the air renewal system	
6.3 Parameters to evaluate performance of IAQ management	
6.4 Indicators to evaluate performance of IAQ management	
6.5 Definition of threshold for indicators	
6.5.1 General	
6.5.2 Humidity (6.4 in the actual standard)	
6.5.3 CO <sub>2</sub>	
6.5.4 Olfactive comfort (perceived air quality)	
6.5.5 Harmful contaminants	
6.5.6 Ventilation rate/air renewal rate	
6.5.7 Specificities for Non-residential buildings (6.3.3 in the standard)	
6.5.8 Specificities for Residential buildings (6.3.4 in the standard)	
6.6 Time periods used for designing and assessing IAQ (6.3.1.4 in actual standard)	
6.6.1 Time periods for designing IAQ management	
6.6.2 Time periods for assessing IAQ management	
7 IAQ management design: Methods to reach performance target	<b>Design</b>
7.1 General (6.3.1.1 of actual standard)	
7.2 Source control (6.3.1.2 in actual standard)	
7.3 Ventilation (6.3.1.3 in actual standard)	
7.4 Filtration and air cleaning (6.3.6 in the actual standard)	
7.5 Example of IAQ management design methods (6.3.2 in the actual standard)	
7.5.1 General	
7.5.2 Method 1 based on perceived air quality	
7.5.3 Method 2 using criteria for individual substances	
7.5.4 Method 3 based on pre-defined ventilation air flow rates	
7.5.5 Method 4: Design for airbon transmission	
7.6 Minimum requirements	
7.6.1 Access to operable windows (6.3.5 in the actual standard)	
7.6.2 Minimum flowrate?	
7.7 Design documentation (6.3.1.6 in the actual standard)	
8 Input values for EP- calculations (IAQ, ventilation rate, etc.) (7.3 in the actual standard)	<b>EP-calculation</b>
9 Operation: Input values for control of IAQ management systems	<b>Control</b>
9.1 Demand Control of Ventilation	
9.2 Control during a pandemic	
9.2.1 Increase ventilation	
9.2.2 Air Cleaning	
9.2.3 Reduction of Occupant density	
9.3 Un-occupied periods	
10 Assessment of IAQ and IAQ management performance	<b>Assessment</b>
10.1 Through simulation	
10.1.1 Emission rates	
10.1.2 Scenarios	
10.2 Through on-site measurement and monitoring	<b>Monitoring</b>
10.2.1 Assessment of demand control ventilation	
10.3 Assessment documentation	

Février 2027

Objectif affiché....



# INTERCLIMA



Rejoignez-nous  
**Stand H3-B014**

Built by  
**RX** In the business of  
building businesses

30 SEPT - 3 OCT 2024

PARIS - PORTE DE VERSAILLES

