



## SONDES MULTI-CAPTEURS AU SERVICE DE LA SANTÉ ET DE LA PRODUCTIVITÉ



Olivier MARTIMORT  
CEO  
martimort@nano-sense.com



Yann POISSON  
R&D  
poisson@nano-sense.com

NanoSense est une PME francilienne impliquée depuis 2002 dans la qualité de l'air intérieur (QAI dans la suite du texte). La société conçoit et produit différentes sondes QAI Multi-capteurs (CO<sub>2</sub>, COV, T°, RH, Radon, PM) avec des algorithmes de contrôle (de ventilation et de chauffage/clim) et sont compatibles avec les principales interfaces des grands standards du bâtiment intelligent. Le but de cet article est de partager ici son expertise en Qualité de l'Air Intérieur ainsi que d'étudier différents moyens de l'améliorer.

123 rue de Bellevue, 92100 Boulogne Billancourt  
01 41 41 00 02 - [www.nano-sense.com](http://www.nano-sense.com)



es différentes réglementations thermiques successives ont d'abord privilégié l'isolation de l'enveloppe puis son étanchéité à l'air en passant par le chauffage à rendement amélioré (condensation et pompes à chaleur). Depuis la RT 2012 les bâtiments neufs sont donc « étanches à l'air » ce qui nécessite une ventilation mécanique ou naturelle contrôlée.

En effet un bâtiment bien isolé perd principalement des calories par le rejet d'air chaud l'hiver ou d'air frais l'été lié à la ventilation. La consommation de chauffage et de climatisation devient alors majoritairement liée au débit d'air renouvelé.

Il est donc nécessaire de contrôler à bon escient le renouvellement de d'air pour minimiser la consommation énergétique mais il faut tout d'abord se poser la question principale : Pourquoi avons-nous besoin de renouveler l'air des bâtiments ?

Nos fonctions cérébrales nous distinguent des autres mammifères, le cerveau est notre patrimoine le plus précieux. Celui-ci, même s'il ne représente que 2% du poids de notre corps consomme à lui seul 20% de l'oxygène de l'air respiré via le flux sanguin. Le sang fournit également d'autres aliments au cerveau dont il se nourrit avec frugalité.

Le volume respiré en une seule journée représente un volume de 15m<sup>3</sup> d'air. La surface développée de nos poumons représente environ celle d'un court de tennis. Cette surface gigantesque est très poreuse et absorbe, outre de l'Oxygène, des Composés Organiques Volatiles (COV) et des particules fines contenues dans l'air. Si ces éléments n'étaient pas absorbés, le fond de nos poumons serait aussi encrassé en une journée que le dessous de notre lit en un mois. C'est ainsi qu'en respirant des vapeurs d'alcool (un COV parmi d'autres) on peut rapidement devenir ivre sans parler des drogues inhalées.

*Tous ces éléments absorbés par respiration sont véhiculés par le sang pour nourrir principalement notre cerveau.*

C'est pour cette raison que la mauvaise qualité de l'air intérieur altère les fonctions cognitives et la productivité en prime de son impact, plus connu, sur la santé.



Par exemple, une concentration de 1000ppm de CO<sub>2</sub> (l'air que nous expirons), c'est-à-dire le seuil réglementaire pour une salle de classe, correspond à une réduction des fonctions cognitives de plus de 23%. Quand on sait que dans une salle de classe on arrive couramment à plus de 3000ppm après une heure de cours, soit 3x plus que le seuil réglementaire, il ne faut pas s'étonner des résultats médiocres des élèves. On atteint également des taux de CO<sub>2</sub> très élevés dans une chambre à coucher dont la porte est fermée ce qui altère la qualité du sommeil et ce même pour les nourrissons qui ventilent autant que nous.

Si le CO<sub>2</sub> n'a pas d'impact sanitaire (sauf à atteindre des taux extrêmement élevés) les COV et les particules fines affectent la santé. Les particules fines sont à elles seules responsables de plus de 62 000 morts par an en France (Soit 20x plus de morts que sur les routes !). Les COV sont globalement néfastes mais certains font désormais l'objet d'une réglementation spécifique aux établissements recevant du public (ERP) car reconnus comme cancérogènes avérés : Le formaldéhyde et le benzène. On trouve du formaldéhyde dans le bois (naturel) mais surtout dans les colles (bois agglomérés). On trouve du benzène dans certains plastiques et dans les vapeurs d'essence (remplaçant du plomb).

Pour ces différentes raisons il est donc indispensable de ventiler les bâtiments, mais la dilution avec l'air extérieur n'est pas toujours la solution optimale tant sur le plan énergétique que qualitatif comme on le verra plus loin.



## Etat de l'art du pilotage de ventilation

Jusqu'à présent les fuites d'air des bâtiments suffisaient à assurer une ventilation incontrôlée mais suffisante au prix d'une dépense énergétique significative. Les efforts de réduction de consommation énergétique ont commencé à créer une prise de conscience de l'importance de la qualité de l'air intérieur.

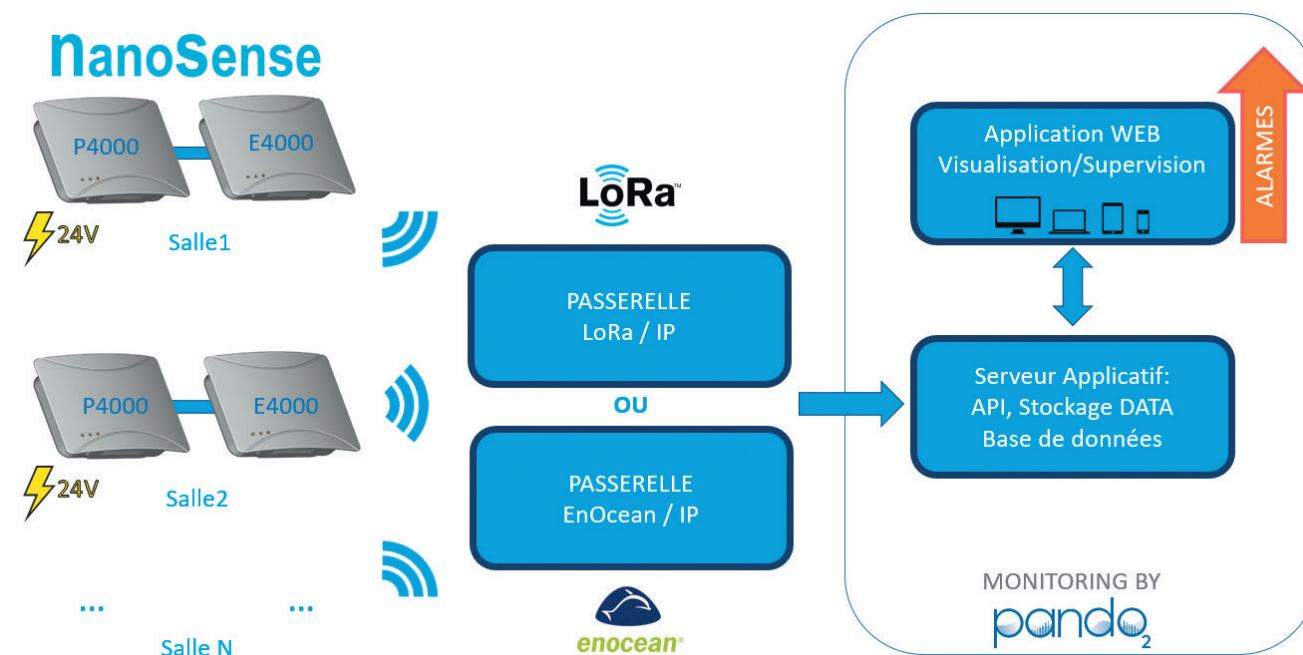
Les VMC (Ventilation mécaniquement Contrôlée) double flux (Air entrant et sortant contrôlés, souvent accompagnés d'un échangeur thermique), du fait de leur coût et de leur contrainte de maintenance, risquent de ne jamais s'imposer dans le domaine résidentiel, c'est pourquoi les VMC et les VMI (Ventilation Mécaniquement Insufflée - soufflage plutôt qu'extraction) dont la récupération de chaleur est inexistante doivent plus que toutes autres être contrôlées en fonction des besoins avec des sondes QAI (Qualité de l'Air Intérieur).

## Solution NanoSense: la QAI pilotée par multi-polluants

Comme on l'a vu précédemment il faut garantir un taux de CO2 suffisamment bas pour que les fonctions cognitives ne soient pas affectées. Mais il ne faut pas négliger la Santé et le confort olfactif.

Malgré une sonde CO2 dans une salle de réunion, combien d'entre nous ont ressenti une gêne olfactive après une pause-café en revenant dans la salle ! L'acide valérique (COV contenu dans la transpiration) comme la plupart des autres COV sont assimilés dans le sang lors de la respiration et affectent, comme le CO2, les fonctions cognitives. C'est une découverte récente mais dont les conséquences sont considérables.

NanoSense a été le premier fabricant de sondes QAI à intégrer des capteurs de COV. Cela permet une ventilation qui assure un confort olfactif, une meilleure productivité (fonctions cognitives) et une meilleure santé sur le long terme.



Mais une bonne régulation de la ventilation doit également tenir compte de l'humidité intérieure qui peut affecter le bâtiment (moisissures, ...) et les occupants : dessécher la peau, les lèvres et irriter les muqueuses et les voies respiratoires.

Naturellement, les sondes QAI NanoSense intègrent des commandes de ventilations sur dépassement de seuils multi-polluants CO2, COV, Humidité, PM1, PM2.5 et PM10...

## Pour aller plus loin: Une prise en compte des effets Cocktail



Un système de mesure et de contrôle multi-polluants est comme nous venons de le voir bien plus pertinent que les systèmes «aveugles» ou de ventilation sur CO2 et/ou Humidité.

Cependant si l'on veut être réellement pertinent il faut regarder l'image dans son ensemble! N'y a-t-il pas plusieurs polluants de l'air intérieur néfastes? Bien qu'il existe pour chacun un seuil qu'il n'est pas conseillé de dépasser, si tous ces seuils atteignent ou dépassent leur limite en même temps, ne serait-il pas plus dangereux de respirer cet air plutôt qu'un air où un seul des polluants serait à la concentration limite?

Dans les médicaments sans ordonnance par exemple, il est écrit «ne pas dépasser X comprimés par jour» mais si vous prenez 10 boîtes de médicaments différents et que vous ingérez la dose limite conseillée à chaque fois... L'impact sur votre corps en sera décuplé et il en va de même pour l'impact sur votre cerveau qui est la partie la plus irriguée du corps.

C'est dans cette optique que NanoSense quantifie et intègre dans ses calculs d'impacts physiologiques les effets cocktail des différents polluants de l'air intérieur.

En effet, une ventilation peut être déclenchée sans qu'aucun des seuils de polluants ne soient dépassés si l'impact global est supérieur à la consigne souhaitée.



Zoom sur les impacts de la Qualité de l’Air

Nous avons vu qu’une représentation optimale de la Qualité de l’air prenait en compte plusieurs polluants, mais comment comparer des polluants différents et des « cocktails différents » ?

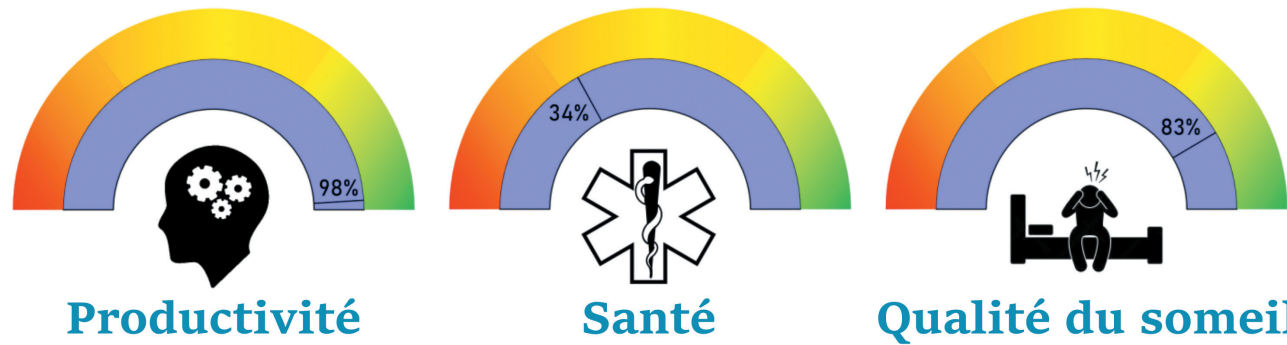
Il est donc indispensable de trouver une manière simple et intuitive de représenter la QAI prenant en compte plusieurs polluants et un effet « Cocktail » de ces derniers.

Une nouvelle manière d’exprimer la QAI est de la faire par ses effets physiologiques induits plutôt que par des mesures.

Le tableau ci-dessous résume les différents effets physiologiques et les éléments de la QAI qui y contribuent.

|  © nanoSense | CO2 | COVt | PM | T° | HR | NOX<br>O3 | Formaldéhyde<br>Benzène | Radon | Bruit | Odeurs | Lumière |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|----|----|----|-----------|-------------------------|-------|-------|--------|---------|
| Cognitif / Productivité                                                                       | ✓   | ✓    | ✓  | ✓  |    |           | ✓                       |       | ✓     | ✓      | ✓       |
| Santé                                                                                         |     | ✓    | ✓  | ✓  |    | ✓         | ✓                       | ✓     | ✓     |        |         |
| Qualité du sommeil                                                                            | ✓   | ✓    | ✓  | ✓  |    |           | ✓                       |       | ✓     |        | ✓       |
| Confort Olfactif                                                                              |     | ✓    |    |    |    | ✓         |                         |       |       | ✓      |         |
| Confort Thermique                                                                             |     |      |    | ✓  | ✓  |           |                         |       |       |        |         |
| Confort Sonore                                                                                |     |      |    |    |    |           |                         |       | ✓     |        |         |
| Confort air sec                                                                               |     |      |    |    | ✓  |           |                         |       |       |        |         |
| Irritations                                                                                   |     |      | ✓  |    | ✓  | ✓         |                         |       |       |        |         |
| Développement de moisissure, de spores et d’acariens                                          |     |      |    |    | ✓  |           |                         |       |       |        |         |

Une représentation sous forme d’impacts physiologiques peut alors voir le jour grâce aux différentes interactions quantifiées des polluants dans l’un ou l’autre des impacts présentés ici :



Il serait ainsi possible de superviser en continu, l’évolution de la santé et de la productivité dans un bâtiment ou un parc immobilier complet !



Nouvelle sonde QAA de Qualité de l’air Extérieur,  
Primée au Challenge AIRLAB 2018

Synthèse

Nous avons vu ici le besoin de piloter les différents moyens de ventilation dû principalement à l’étanchéité accrue des bâtiments dans une optique d’efficacité énergétique. Cependant l’efficacité énergétique recherchée ne doit pas se faire au détriment d’une bonne Qualité de l’air. Il serait donc judicieux, de ne pas sur-ventiler en permanence de peur d’intoxiquer les occupants. Nous avons vu que l’existant, en terme de pilotage de ventilation, se contentait dans le meilleur des cas de piloter en Humidité ou en CO2.

Ce pilotage est loin d’être optimal et c’est pourquoi il est préférable d’utiliser des solutions de pilotage de ventilation par détection multi-polluant (CO2 + COV + PM) et une intelligence de contrôle intégrée dans les sondes.

Pour que ces solutions soient démocratisées, il est important de prendre plusieurs facteurs en compte, les capteurs ainsi que leur déploiement doivent être à moindre coût, l’accès aux données de QAI en termes intelligibles doit se démocratiser grâce à un accès simple et direct. Pour que les occupants soient des acteurs éclairés de leur QAI il semble nécessaire d’utiliser une visualisation des données de la Qualité de l’Air en impacts physiologiques sur smartphones ou tablettes.

L’intégration de la Qualité de l’Air Extérieur, des effets cocktails et d’une considération énergétique nous semble être l’avenir en termes de représentation et de gestion de la Qualité de l’Air Intérieur.

Prise en compte de l’air Extérieur (QAA: Qualité de l’Air Atmosphérique)

Avec les pics de pollution fréquents en zone urbaine ainsi que les feux de bois et les pesticides en zone rurale, est-il toujours pertinent d’ouvrir la fenêtre (ou de ventiler sur « air neuf ») pour améliorer la Qualité de l’Air Intérieur ? Instinctivement, vous me diriez non, et vous aurez raison ! Mais cela dépend des moments, de l’implantation géographique et même du sens du vent !

Il est donc nécessaire de comparer la Qualité de l’Air Intérieur et la Qualité de l’Air Extérieur avant de faire le choix d’ouvrir la fenêtre (ou de ventiler) ! Mais sachant que les polluants ne sont pas les mêmes, comment comparer des « choux » et des « patates » ?

Le cas le plus courant est une exposition forte au CO2 qui affecte principalement les fonctions cognitives avec un air extérieur chargé en particules fines (PM2.5) « une ventilation non filtrée. Les particules affectent non seulement les fonctions cognitives mais aussi la santé sur le long terme. Le compromis concerne donc des conséquences de nature totalement différentes pour des temps d’exposition également très différents.

Nous en revenons à nos indicateurs globaux capables de prendre en compte différents polluants et de quantifier leurs impacts et l’utilisation de sondes de qualité de l’Air extérieur.



Adaptez la ventilation à la Qualité de l’AIR