

SÉMINAIRE MICRO-CAPTEURS

Veille technologique Dernières publications

Muriel FERNANDES

23/11/2018

- **Sensor ou élément sensible**

Le sensor est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable de type signal électrique



Capteurs électrochimiques

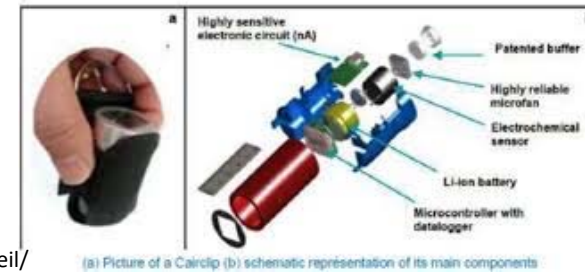
Source : <http://www.membrapor.ch/mini/>

- **Micro-capteur (mono polluant)**

Le micro-capteur est un système intégrant un élément sensible et fournissant des résultats en concentration.

CairClip (Cairpol)

Source : <http://cairpol.com/fr/accueil/>



- **Système micro-capteur (multi polluants)**

Dispositif conçu par des fabricants (intégrateurs) qui assemblent un ou plusieurs sensors et d'autres composants de soutien nécessaires pour créer un système de détection entièrement fonctionnel et autonome.

GreenBee (Azimut)

Source : <https://pro.hagerservices.fr/wp-content/uploads/sites/2/2017/08/HSE-Fiche-technique-greenbee.pdf>

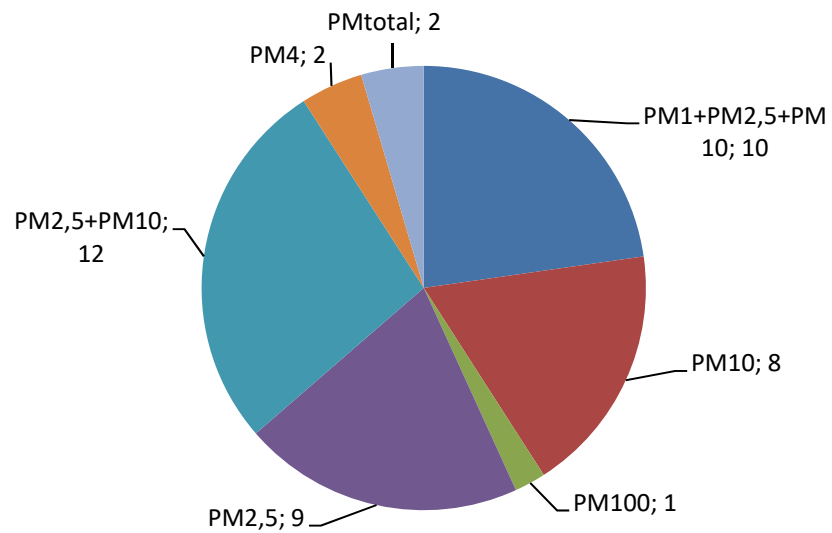


Technologie utilisée	Polluants mesurés	Avantages	Inconvénients/limites
<u>Electrochimiques</u>	NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ et CO	Bonne sensibilité, temps de réponse rapide, bonne autonomie.	Influence importante des conditions ambiantes, possibilités de réactions croisées, sensibles à certains interférents (O ₃ pour NO ₂ et inversement), durée de vie limitée (1 à 2 ans)
<u>Les détecteurs à photo-ionisation (PID)</u>	COV	Sensibles (sensibilité augmentant avec le nombre de carbones), temps de réponse rapide, détectent plusieurs composés.	Non spécifiques, Problèmes d'analyse si mélange de COV, forte concentration de COV => contamination du capteur La pollution particulaire peut donner des faux positifs.
<u>Semi-conducteurs</u>	NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ et CO	Peu coûteux, peu consommateurs d'énergie, temps de réponse rapide	Micro-capteurs non sélectif, de nombreux composés gazeux vont induire une réponse du micro-capteur sans que l'on puisse différencier ces composés. Mauvaise stabilité à long terme.

Technologie utilisée	Polluants mesurés	Avantages	Inconvénients/limites
<u>Capteurs optiques pour la mesure de particules</u>	PM	Coût << technologies de laboratoires , temps de réponse rapide, capteurs sont neufs, bonnes limites de détection/quantification, et bonne sensibilité	Dérive dans le temps (nécessité d'étalonnage régulier), pas de distinction des différents types de particules détectées, la conversion concentrations en nombre => concentrations massiques : modèles théoriques (approximations sur la forme et la nature des particules=>biais sur les concentrations massiques particulières), signal dépendant de : indice de réfraction, l'humidité, la densité et la forme des particules
<u>Capteurs optiques pour polluants gazeux</u>	NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ et CO	Méthode fiable et relativement stable, bonne sensibilité, temps de réponse relativement rapide, dérive limitée dans le temps.	Sensibles aux conditions ambiantes, on ne trouve de petits capteurs à infra-rouge que pour très peu de gaz (CO ₂ et de CO).

Fabricants ou assembleur	Nombre de micro-capteurs suivant les polluants																				Total général			
	H ₂ S/ CH ₄ S	Bruit	CH ₂ O/ Solvants organiques	PM	CO	CO ₂	COV	Cl ₂	H ₂ S	HCnm	NH ₃	NO	NO ₂	NO ₂ ou NO ₂ /O ₃	NOx	O ₂	O ₃	SO ₂	O ₃ /NO ₂	P		HR	T°	
42 Factory		1		1																	1	1	1	5
Aeroqual				1	2	1	2	1	1	1			1				2	1						13
AirBeam				1																		1	1	3
AirMatrix				1																				1
Alphasense				1																				1
Azimut Hager				1					1					1										3
BETTAIR		1		1	1				1			1	1				1	1			1	1	1	11
CairPol	3		1	0	1	1	1				1		1					1	1					11
Clarity				1			1				1		1									1	1	6
Comde Derenda				1																				1
Dylos				1																				1
EcologicSense				1																				1
Ecomesure				2	1	1	1						1				1							7
GROUPE TERA (EcologicSense)				4																				4
Ionscience				0			1																	1
Liberaintentio				0	2							2	1					3						8
Luftdaten				1																		1	1	3
Nano Sense				1																				1
Nova Fitness				5																				5
Palas				2																				2
PLANTOWER				2																				2
Plume labs				1			1								1		1					1	1	6
RUBIX				1					1		1	1	1											5
SHARP				1																				1
Shinyei				2																				2
ThermoFisher				2																				2
TZAO				1																				1
VAISALA				2	1								1				1	1						6
Winsen				2	2	2			2				1			1	1	1						12
Wuhan Cubic Optoelectronics Co.,Ltd				4	1	2																		7
Total général	3	2	1	44	11	7	7	1	6	1	3	4	9	1	1	1	10	5	1	2	6	6	132	

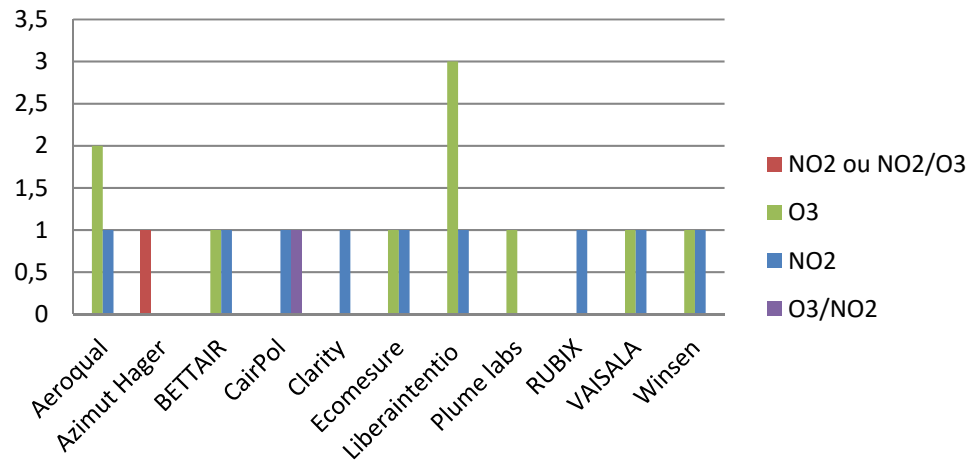
Exemple des micro-capteurs mesurant des particules en fonction de leur taille



- ⇒ 44 micro-capteurs pour des mesure de PM entre 0,3 et 100 ppm;
- ⇒ 88 % des micro-capteurs recensés mesurent les PM_{2,5} et les PM₁₀

Répartition des micro-capteurs mesurant O₃/NO₂

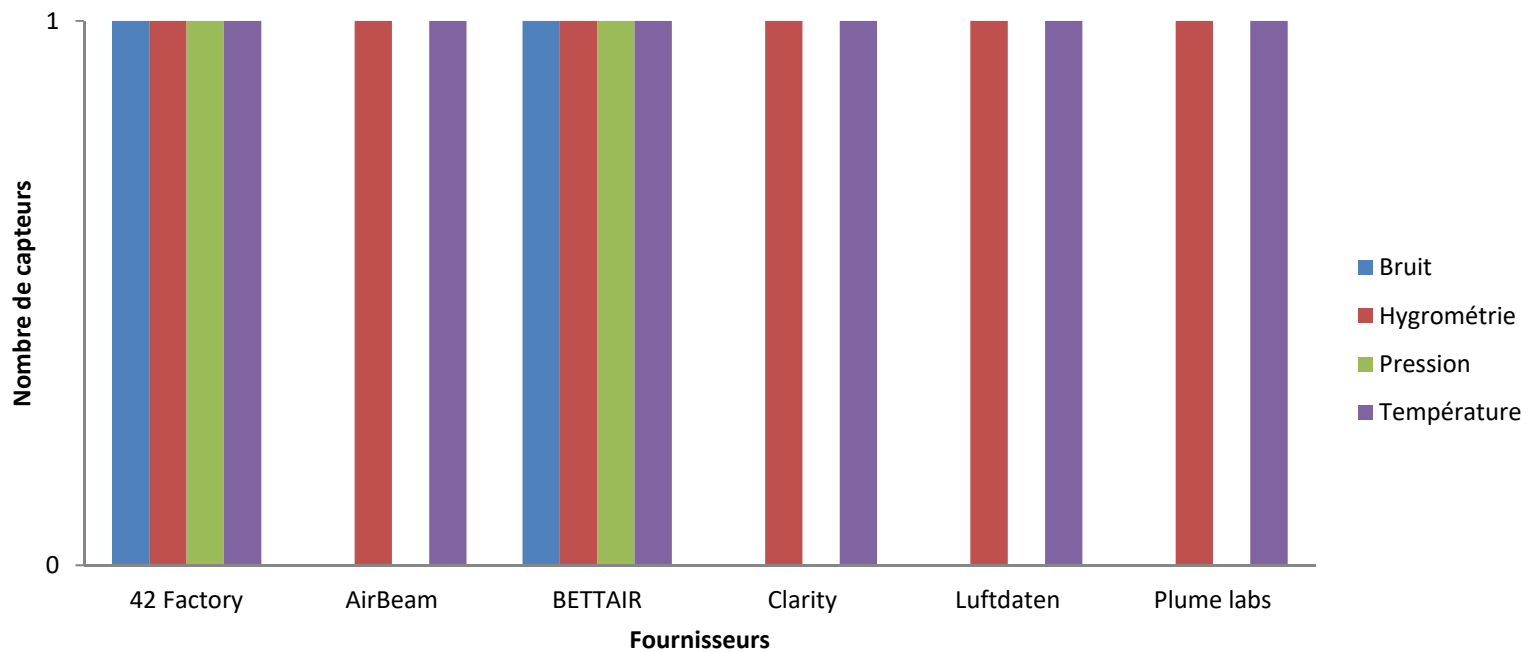
Titre du graphique



(1 ppm = 1000 ppb)

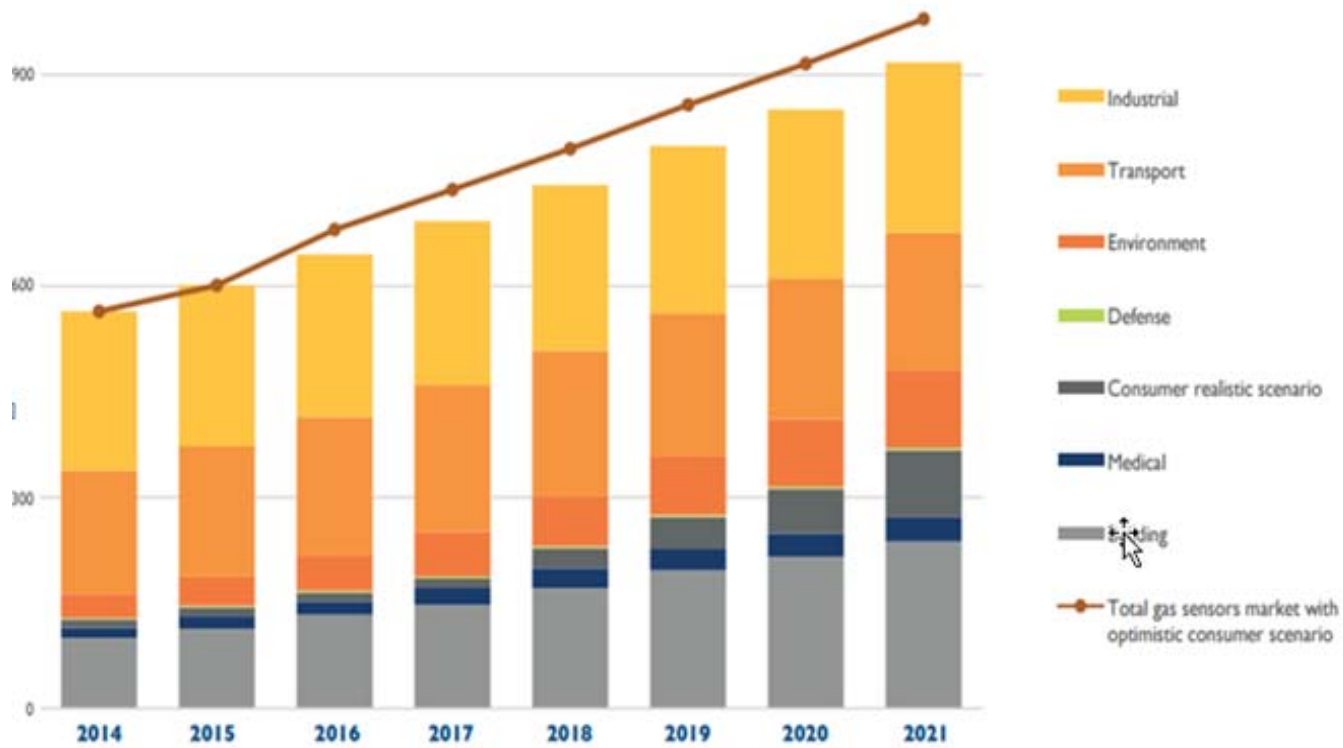
- ⇒ 21 micro-capteurs pour des mesure de O₃/NO₂ de 0-0,15 ppm et 0-20 ppm pour O₃ et 0-0,25 ppm à 0-50 ppm pour NO₂
- ⇒ 16 % des micro-capteurs recensés mesurent les O₃/NO₂

Fournisseurs recensés de capteurs de mesurant aussi les conditions ambiantes



LCSQA SUJET EN FORT ESSOR

- Prévision du marché des micro-capteurs (US\$M)



Yale développement, feb 2016

- Low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: overview of topic and future applications (WMO)
- 1er Essai national d'Aptitude des micro-Capteurs (EA μ C) pour la surveillance de la qualité de l'air : Synthèse des résultats (LCSQA)
- Challenge micro-capteurs – Résultats (Airlab)

Low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: overview of topic and future applications (WMO) (1/2)

- =>Opinion d'experts consensuelle d'un groupe international réuni par WMO, à partir de la littérature évaluée par les pairs.
- Possibilité d'utilisation des μ capteurs :
 - Détermination des variation temporelles => données en temps réel des variations de la pollution en un endroit
 - Détermination des variations spatiales => Utilisation d'un réseau de μ capteurs étalonnés. Nécessité de μ capteurs avec une bonne reproductibilité
 - Mesure indicative de la pollution dans des zones en limite de seuil => déclencher en cas de doute des essais complémentaires avec des équipements de référence
 - Exposition personnelle => La précision et les performances des μ capteurs ne sont pas encore suffisantes quantifier les expositions personnelles. Données indicatives de la qualité de l'air

Low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: overview of topic and future applications (WMO) (2/2)

- Conclusions :
 - Qualité des données des μ capteurs est variables en fonction des fabricants
 - le même type de capteur peut avoir des performances différentes en fonction de la fabricant
 - Règle générale qui mérite d'être appliquée => les μ capteurs doivent être traités comme tout autre système d'analyse à savoir :
 - Étalonnage réguliers (dérive, changement de sensibilités ..)
 - Evaluation des limites de détections, conditions optimales d'utilisation (conditions ambiantes, utilisation fixe ou mobile ...)
 - Ils sont peu utilisés pour soutenir les activités réglementaires => grande incertitude et nécessité de certification

1er Essai national d'Aptitude des micro-Capteurs (EA μ C) pour la surveillance de la qualité de l'air : Synthèse des résultats (LCSQA)

- cet essai, réalisé en hiver 2017, a regroupé 16 participants, 44 dispositifs au total, pour 17 systèmes de conception et d'origines différentes
- Evaluation sur 4 critères qualitatifs et 4 critères quantitatifs
- Conclusions :
 - aucun des systèmes ne respecte les objectifs de qualité de données (OQD) des Directives Européennes 2008/50/CE et 2015/14/80 pour les mesures en sites fixes en NO₂, O₃ et PM
 - certains peuvent prétendre répondre aux critères des méthodes indicatives,
 - Les systèmes micro-capteurs ont été testés en conditions fixes. Ainsi, les résultats obtenus ne peuvent pas être extrapolés à une mise en œuvre en mobilité.
 - Les résultats seront présentés de façon détaillées
 - un second essai d'aptitude a été réalisé durant l'été 2018 => effet saisonnalité (Ozone et dioxyde d'azote)

Challenge micro-capteurs – Résultats (Airlab)

- Evaluation multicritères de 28 capteurs : 41 paramètres testés pour 12 polluants
- Plusieurs usages : fixes ou mobile/ Air intérieur ou air ambiant/sensibilisation du public ...
- Familles de critères d'évaluation : Exactitude, ergonomie, pertinence des polluants, cout et portabilité
- Conclusions :
 - 8 capteurs ont reçus une note de 4 étoiles dans deux catégorie : piloter et gérer l'air dans un bâtiment, sensibilisation sur la qualité de l'air intérieur. Aucun capteur n'est primé pour l'air ambiant
 - Différence de maturité sur la marché
 - Les μ capteurs ne sont pas des substituts aux mesures de référence
 - Source complémentaire d'information
 - Cout global (achat + fonctionnement) => de 100 € à 16 000 €
 - Résultats complet sur www.airlab.solutions



Merci de votre attention !