



IMT Lille Douai
École Mines-Télécom
IMT-Université de Lille

LES MICROCAPTEURS POUR LE SUIVI DE LA QAI : ÉTAT DE L'ART, ATOUTS, LIMITES ET PERSPECTIVES

Nathalie REDON

IMT Lille Douai – Département SAGE

adebiotech **La Qualité de l'Air Intérieur** 27 et 28
enjeu majeur de santé publique juin 2017

**Innovations et réglementation :
une nécessité**

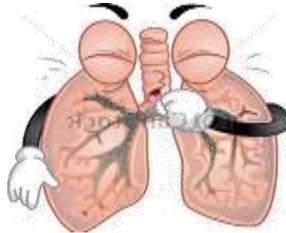
QAI

Biocitech - Romainville - Grand Paris

La QAI: enjeu majeur de santé public



Zones tempérées



4.3 Million de morts/an*



*OMS 2012



20 Billion €/an**

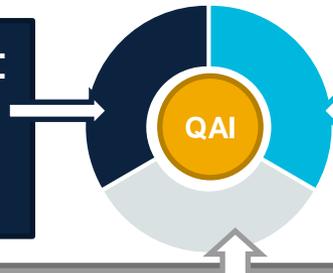
**en France, ANSES 2011

LES POUVOIRS PUBLICS PLANIFIENT DES ACTIONS POUR CONTRÔLER ET RÉDUIRE LA POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR

Mais le problème est complexe...

Sources multiples :

- ✓ Polluants chimiques
- ✓ Particules et Fibres
- ✓ Bio contaminants



Topologies de bâtiments:

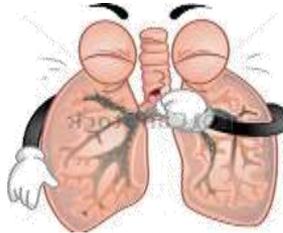
- ✓ Nombreuses pièces
- ✓ Nombreux matériaux
- ✓ Profils de pollution diversifiés

Outils analytiques de référence:
complexes, lourds, bruyants, intrusifs, chers

La QAI: enjeu majeur de santé publique



Zones tempérées



4.3 Million de morts/an*



*OMS 2012



20 Billion €/an**

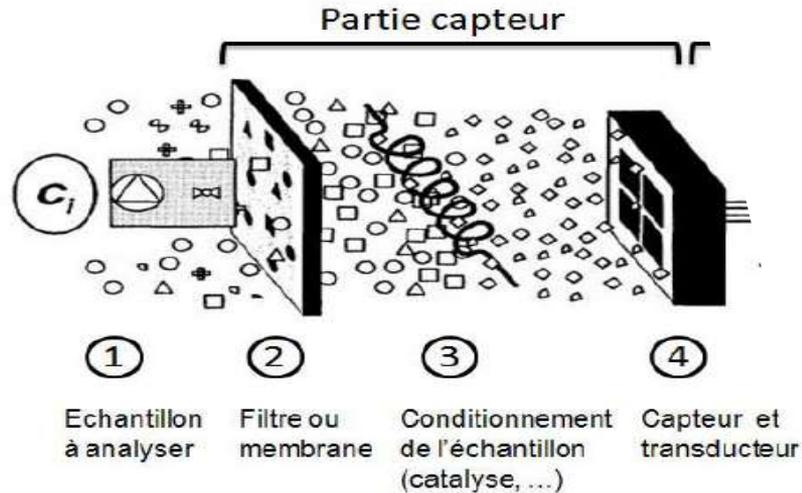
**en France, ANSES 2011

LES POUVOIRS PUBLICS PLANIFIENT DES ACTIONS POUR CONTRÔLER ET RÉDUIRE LA POLLUTION DE L'AIR INTÉRIEUR

Le domaine de la **QAI** a besoin d'**outils simples** et **faciles à utiliser**, qui puissent être **distribués en nombre** dans les bâtiments afin d'avoir **une meilleure compréhension** de la dynamique de la pollution de l'air intérieur

LES **MICRO-CAPTEURS** PROPOSENT-ILS UNE RÉPONSE PERTINENTE AUX PROBLÉMATIQUES DE LA QAI ?

Qu'est-ce qu'un μ -capteur ?

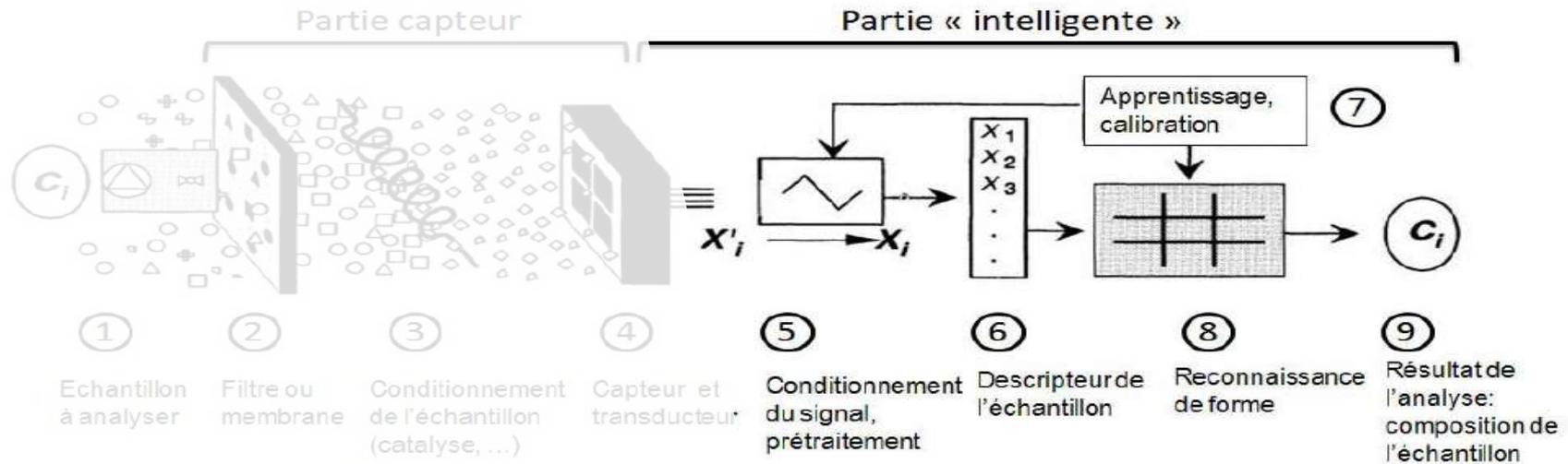


Fabricants d'éléments sensibles



Source : P. MENINI – HDR 2011

Qu'est-ce qu'un μ -capteur ?

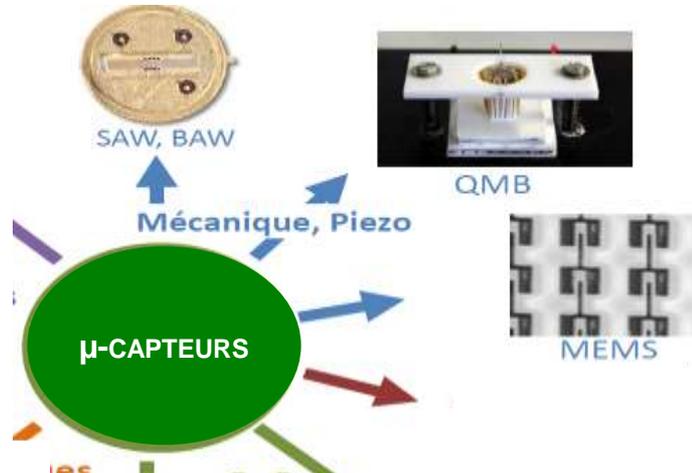


Source : P. MENINI – HDR 2011



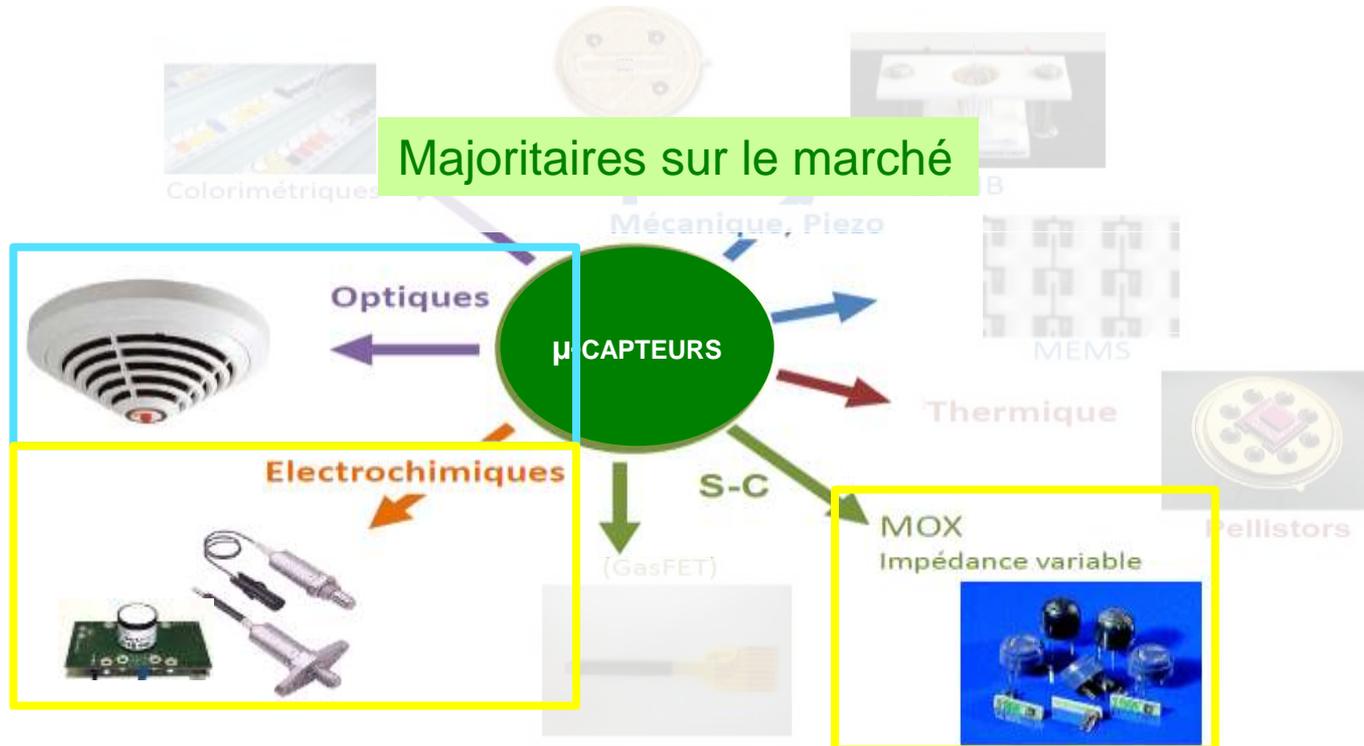
μ -capteurs : **partie sensible**

5 familles de « μ -capteurs » → 5 principes physico-chimiques de détection



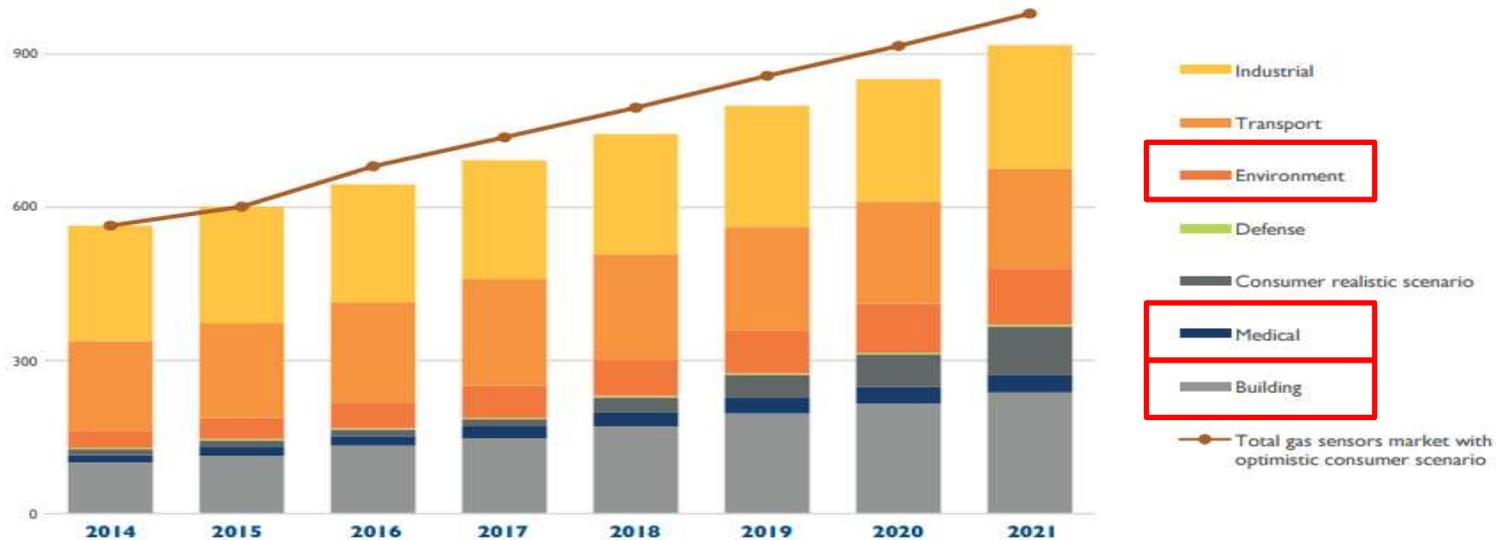
μ -capteurs : **partie sensible**

5 familles de « μ -capteurs » → 5 principes physico-chimiques de détection



Le marché des μ -capteurs : en pleine effervescence

2014-2021 Gas sensors forecast in US\$M value



(Yole Développement, February 2016)

Les μ -capteurs : les critères de choix

Principales Caractéristiques	Familles de capteurs de gaz/particules
Sensibilité	
Précision	
Sélectivité	
Temps de réponse	
Stabilité	
Robustesse	
Consommation énergie	
Coût	
Intégrabilité (pour un système portable)	

-- Performance Très Faible ; - Faible ; + Bonne ; ++ Très Bonne; +++ Excellente

G.Korotcenkov: Metal oxides for solid-state gas sensors: What determines our choice?
Materilas Science and Engineering 2007, B:1-23

Les μ -capteurs : les critères de choix

Principales Caractéristiques	Familles de capteurs de gaz/particules						
	Semi conducteur (MOX, FET)	Combustion catalytique (Pellistors CC)	Piézoélect. (SAW, BAW, QMB)	Electro chimique	Conduct. thermique (Pellistors CT)	Absorption infrarouge (IR, NDIR)	Photo ionisation (PID)
Sensibilité	++	+	+++	+	--	+++	++
Précision	+	+	++	+	+	+++	++
Sélectivité	-	--	-	+	--	++	-
Temps de réponse	++	+	+	-	+	-	+
Stabilité	-	-	+	--	-	+	+
Robustesse	+	+	-	--	+	++	+
Consommation énergie	+	-	-	-	-	--	--
Coût	++	++	-	+	+	-	-
Intégrabilité (pour un système portable)	++	+	+	-	+	--	++

-- Performance Très Faible ; - Faible ; + Bonne ; ++ Très Bonne ; +++ Excellente

G.Korotcenkov: Metal oxides for solid-state gas sensors: What determines our choice?
Materials Science and Engineering 2007, B:1-23

Les μ -capteurs : les critères de choix

Capteurs Spécifiques

Quantification d'une espèce cible

Electrochimiques



NDIR sensor



100 à 200 €

NO, NO₂, O₃, CO, CO₂,
NH₃, H₂S, particules...

Intérêt QAI

- Impact de la pollution venue de l'air extérieur
 - Ventilation, Aération, ...
- Impact des phénomènes de combustion
 - Chauffage au bois, cuisine, bougies, ...
- Impact du confinement
 - Présence de personnes dans la pièce
- Nuisances olfactives (marqueurs)

Capteurs Non-Spécifiques

Identification de signatures de pollution

MOX



15 à 40 €

PID



100 à 200 €

Les μ -capteurs : les critères de choix

Capteurs Spécifiques

Quantification d'un gaz cible

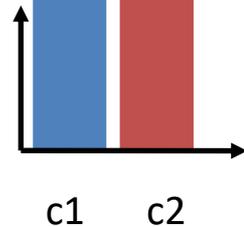
Electrochimiques



NDIR sensor



NO, NO₂, O₃, CO, CO₂
NH₃, H₂S, particules...

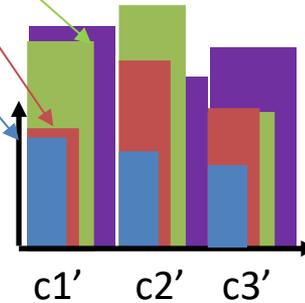


Capteurs Non-Spécifiques

Identification de signatures de pollution

Mélange gazeux

APPRENTISSAGE



MOX



PID



Les μ -capteurs : les critères de choix

Capteurs Spécifiques

Quantification d'un gaz cible

Electrochimiques



NDIR



NO, NO₂, O₃, CO, CO₂,
NH₃, H₂S, ...

Intérêt QAI

- Impact de la pollution venue de l'air extérieur
 - Ventilation, Aération, ...
- Impact des phénomènes de combustion
 - Chauffage au bois, cuisine, bougies, ...
- Impact du confinement
 - Présence de personnes dans la pièce
- Nuisances olfactives (marqueurs)

Capteurs Non-Spécifiques

Identification de signatures de pollution

NO, NO₂, O₃, CO, CO₂,

NH₃, H₂S, + #familles COV

+ APPRENTISSAGE

- Identification de sources de COV
 - Nature : Ameublement, Revêtements, Peintures ...
 - Origine : sol, murs, plafond, ...
 - Activités anthropiques : ménage, parfums d'ambiance, ...
- Nuisances olfactives (comparaison à BD)

MOX



PID



Les μ -capteurs : **les critères de choix**

Capteurs Spécifiques

Quantification d'un gaz cible

Capteurs Non-Spécifiques

Identification de signatures de pollution

Idéal = système multi-capteurs



Les μ -capteurs : **adaptés à la QAI ?**

Les micro-capteurs

Sont-ils des outils alternatifs pertinents pour répondre aux problématiques de la QAI ?



- Mesures temps réel
- Peu chers
- Petits, sans bruit, facile à utiliser
- **Haute résolution spatiale et temporelle**
- **Mesures qualitatives ou semi-quantitatives**
 - ✓ incertitude <25% pour des mesures indicatives
 - ✓ incertitude <75% pour une estimation objective

MAIS... Pas (encore) de cadre normatif pour la qualification métrologique des micro-capteurs

- Confiance modérée dans les fiches techniques constructeurs
- Suivre les recommandations du protocole LCSQA

