



Le Ripault

- Démarche de progression dans la sûreté des postes -
de travail dans les laboratoires de chimie :
- **capteurs chimiques à réponse rapide pour les gaz** -

P. Montmeat & Ph. Prené
CEA - Le Ripault, BP 16, 37260 Monts

E-mail : philippe.prene@cea.fr





Le Ripault

- Contexte
- Principe de fonctionnement des capteurs chimiques de gaz
- Démarche entreprise au Ripault pour le développement de capteurs chimiques de gaz pour la détection d'explosifs
- Evolution et enjeux
- Conclusion



Le Ripault

➤ Des besoins en capteurs chimiques liés :

↳ **Sécurité :**

- Produits chimiques toxiques : HSCT (normes actuelles et futures)
- Explosifs (VME de quelques ppb à quelques ppt !!) : travaux depuis la fin des années 80

↳ **aux missions de la DAM :**

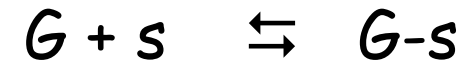
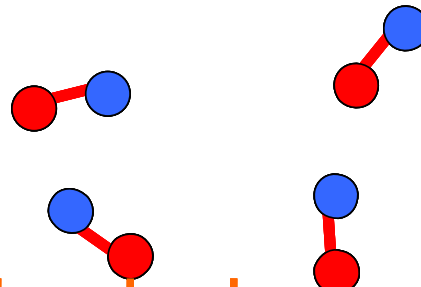
- Non-prolifération, sécurité globale NRBC : HF, explosifs,...

Principe d'un capteur chimique



Le Ripault

Adsorption des molécules de gaz



information physico-chimique

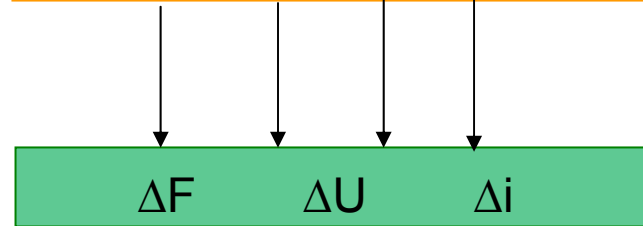


Matériau sensible solide



Résistance électrique

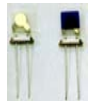
Système Transduction Information électrique



Substrat



Fluorescence



Micro balance à quartz



SAW

MESURE

Le substrat : rôle « support » pour le matériau sensible + transducteur

Le matériau sensible : interaction hétérogène solide-gaz

Le système de mesure : acquisition sous forme de signal électrique

Conception d'un détecteur chimique (1/2)

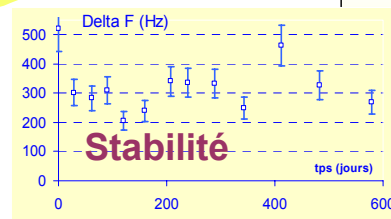
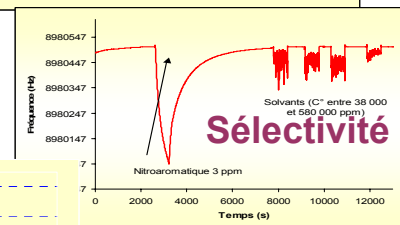
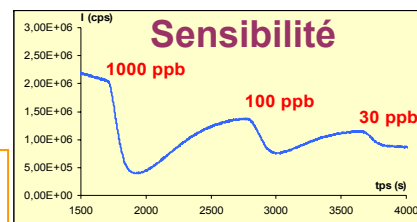


Le Ripault

Métrieologie :
bancs de génération
de gaz à
Conc. calibrée

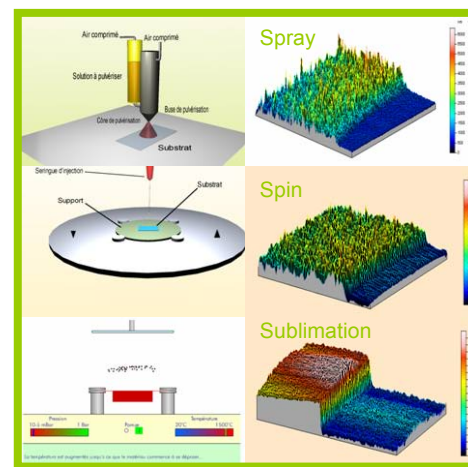
Tests de détection sur banc de mesure

Faisabilité



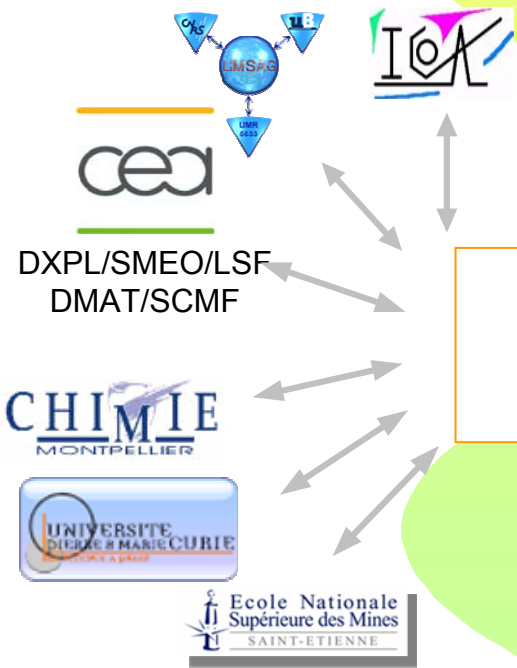
Choix matériaux performants

Dépôts-Characterisations



Choix Matériaux processables

Matériaux sensibles :
synthèse, mise en forme
et caractérisations



⇐ Transduction sélectionnée : QCM

Conception d'un détecteur chimique (2/2)



Le Ripault

Nous sommes ici

Production

Industrialisation

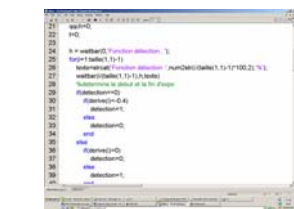
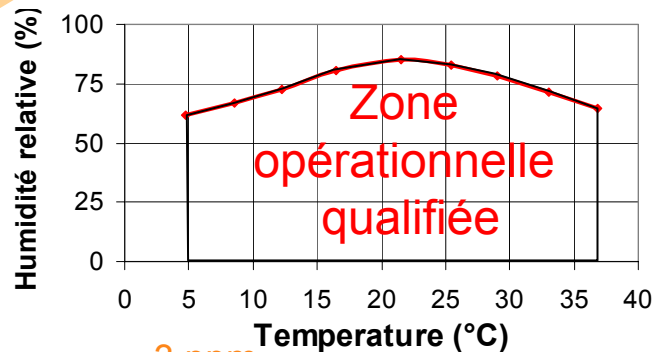


Prototypes détecteurs qualifiés

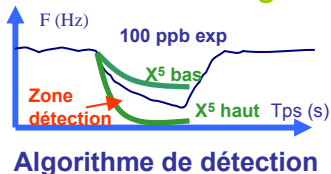
Enceinte environnementale



Développement



Traitement du signal



Intégration miniaturisation prototypage et qualification



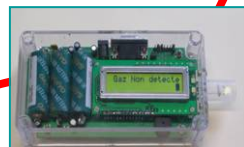
3 ppm

Définition Détecteur (boîtier + Capteur)

Définition



Version initiale



Batterie



0,1 ppm



Design/ergonomie



Le Ripault

➤ Besoins :

- Détection d'explosifs à très faible concentration (ppb ou ultratraces) et/ou de composés à très faible P_{vap}

⇒ dispositifs à très haute sensibilité

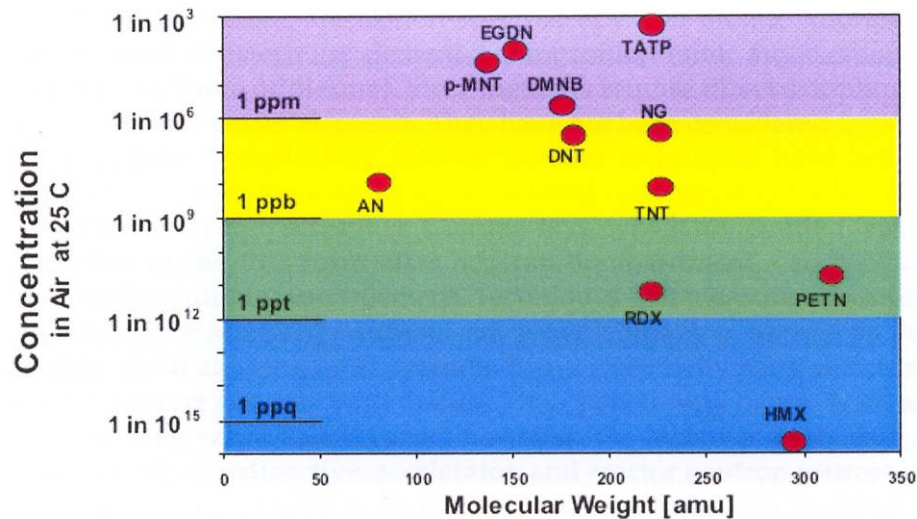


FIGURE 4.2 Vapor pressures of high explosives and additives. (Courtesy of J. Parmeter et al., Sandia National Laboratory)

- Très faible niveau de fausses alarmes et/ou capacité de déterminer la nature de(s) molécule(s) présente(s)

⇒ dispositifs à très haute sélectivité et robustes / conditions environnementales

- Capacité de détection en continu et/ou durable dans le temps

⇒ dispositifs réversibles dont le matériau sensible évolue peu sous les effets du transducteur

- Rapidité de détection

⇒ dispositifs à très haut niveau de performances

➤ Principaux axes de développement



Le Ripault

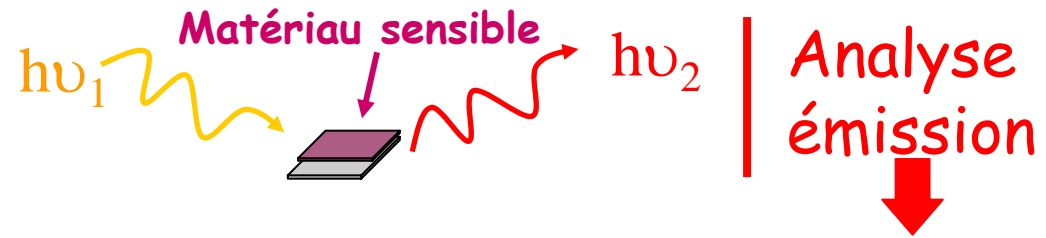
Fonction Axes	Sensibilité	Sélectivité	Robustesse /conditions environnementales	Durabilité	Rapidité de détection
Transducteurs (SAW, Fluorescence)	😊	😐	?	?	?
Pré-concentrateur	😊	😐	?	?	😊
Multi-capteurs	😊	😊	?	?	?
Matériaux sensibles	😊	😊	😊	😊	😊



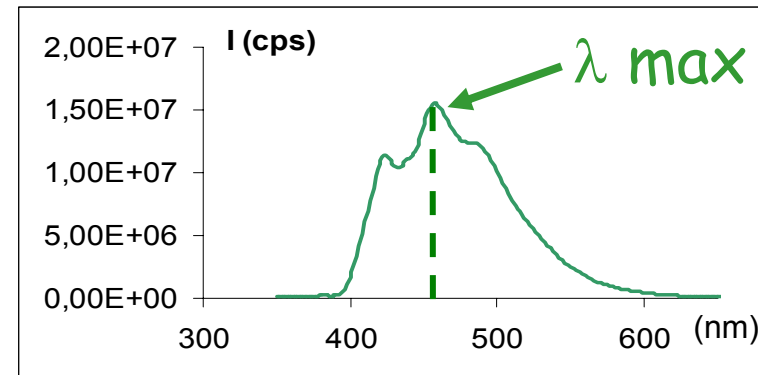
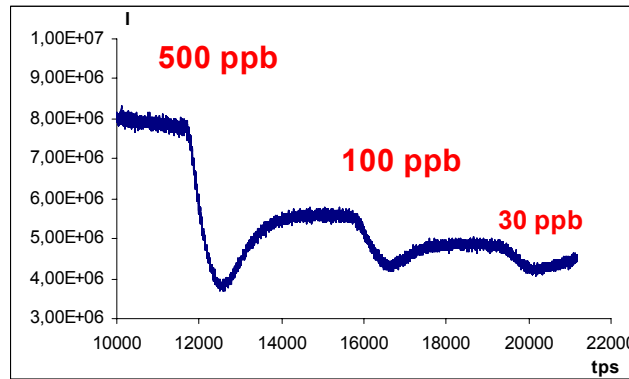
Le Ripault

➤ Fluorescence

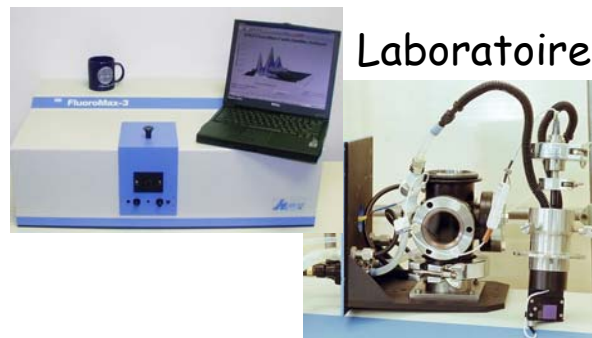
Excitation



☞ R & D

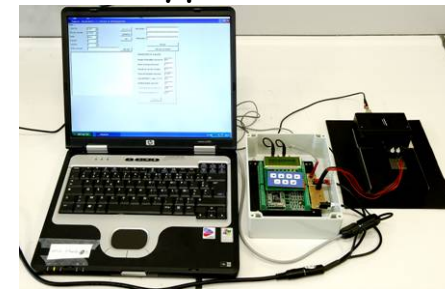


☞ Techno.



Laboratoire

Prototype miniaturisé



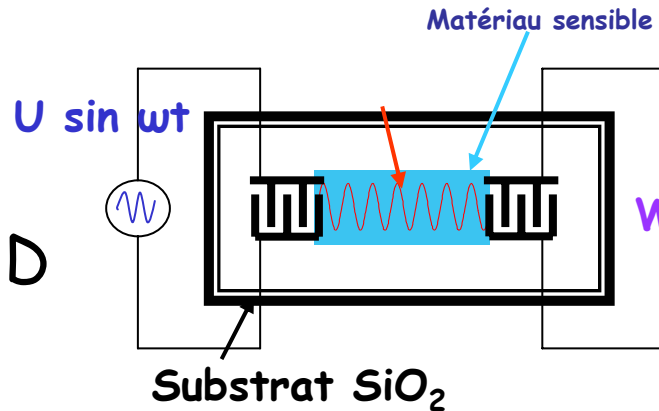
☞ **Démonstration de faisabilité et d'amélioration des performances**

➤ SAW (Surface Acoustic Wave, 100 MHz):

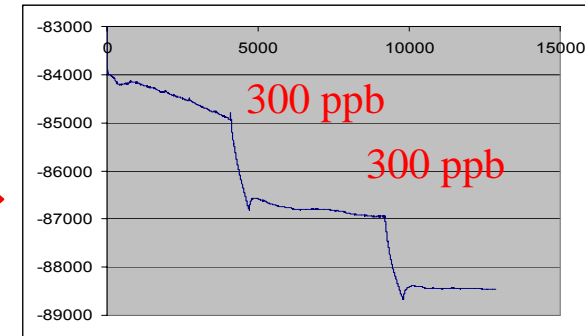


Le Ripault

R & D



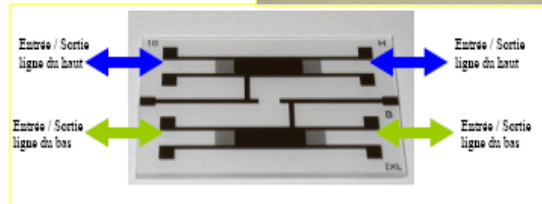
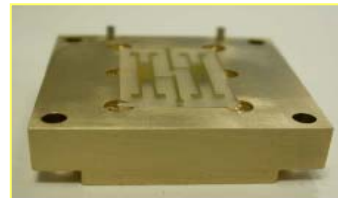
$F = f(t)$



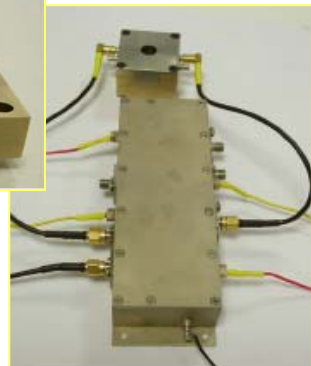
$F = f(\text{atmosphère})$

Techno.

Cellule



Substrat



Electronique



Fréquencemètre

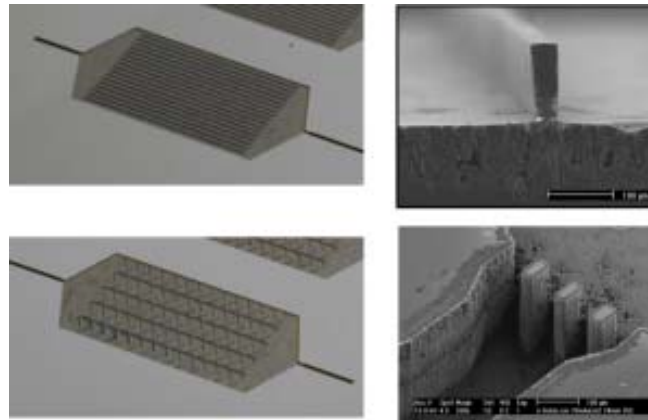
➤ Démonstration de faisabilité et d'amélioration des performances

➤ Pré-concentrateurs :

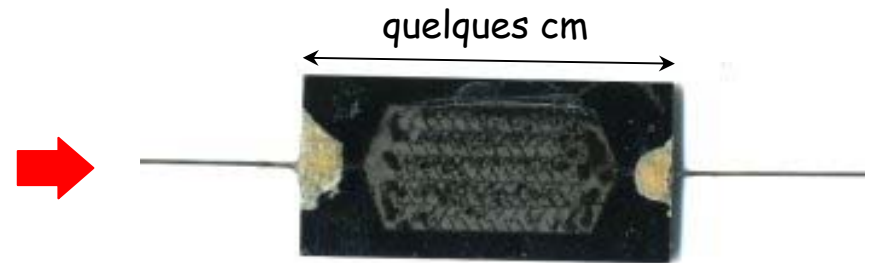


Le Ripault

Techno.

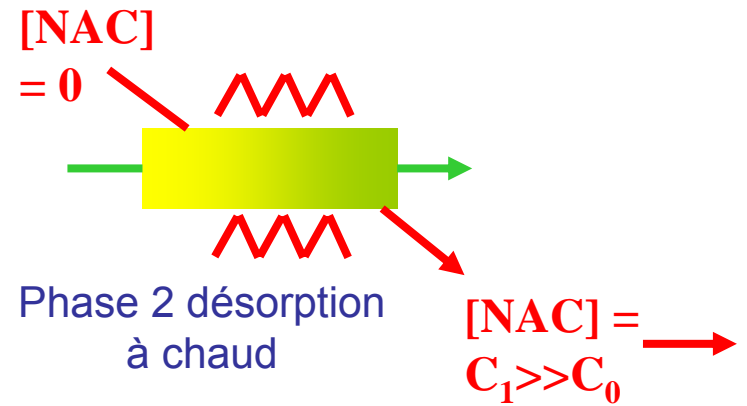
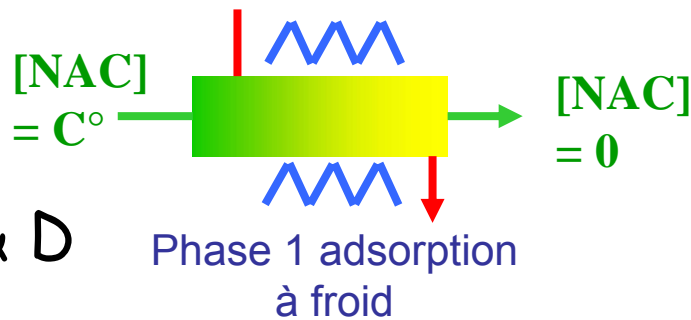


μ -réacteurs/Si



Pré-concentrateurs/Si

R & D

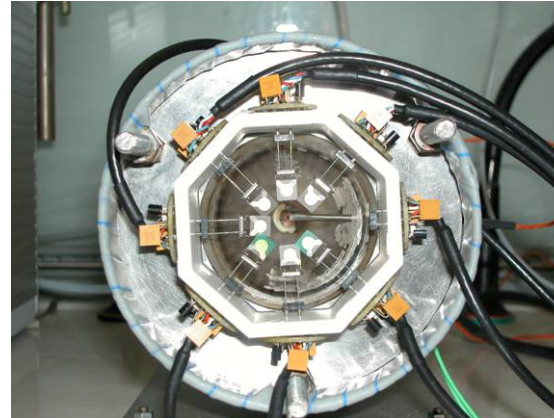
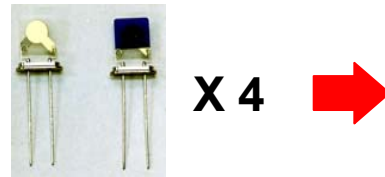


➤ Multi-capteurs :

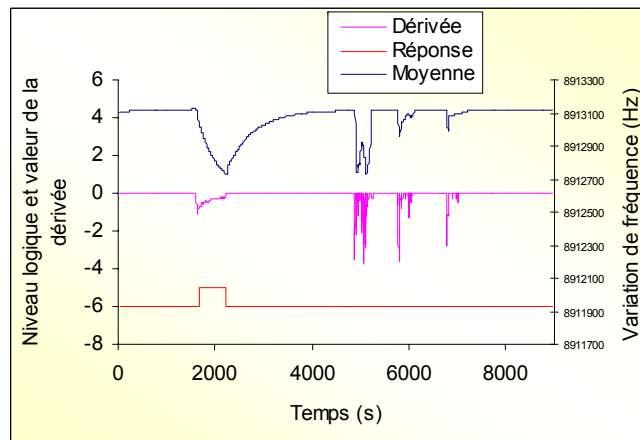


Le Ripault

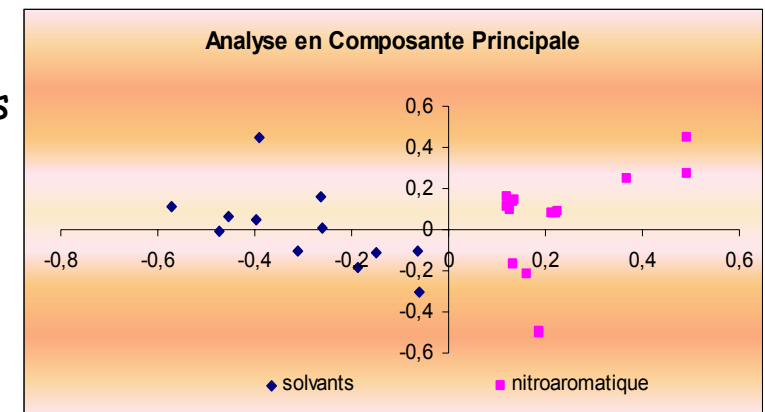
👉 Techno.



👉 R & D



dvlt
d'algorithmes
spécifiques
➔
(réseaux de
neurones,...)





Le Ripault

➤ Développement de détecteurs chimique au Ripault :

- Approche « intégrateur »

⇒ Définition, développement et qualification des dispositifs de détection dans leur ensemble

Métrologie :
bancs de
génération
de gaz à
conc. calibrée

Transduction :
maîtrise de plusieurs
systèmes et de leur
technologie associée
(miniaturisation, TdS,...)

Matériaux sensibles :
synthèse, mise en
forme et caractérisation
de matériaux
multifonctionnels
(O, I, hybrides)

**Assemblage
multi-systèmes**
(pré-concentrateurs,
multi-capteurs,...)

+ Démarche de compréhension de phénomènes mis en jeu lors de la détection couplée à de la modélisation (aspects prédictifs)

☞ **Meilleure adéquation**

(matériau sensible/transduction/traitement du signal/système)

☞ **Amélioration des performances des capteurs chimiques de gaz**