

I. Introduction

L'amélioration de la vie courante sur le plan de la santé humaine et de l'environnement est une préoccupation prioritaire.

La détection de composés chimiques et / ou biologiques dans l'air suscite par concept un grand matériel. Depuis une dizaine d'années, les capteurs de gaz ont connu des améliorations de sensibilité telles qu'elles permettent d'envisager l'emploi de ces technologies pour la mesure de certains polluants atmosphériques. Il est donc intéressant de suivre ces développements, qui pourraient fournir la base d'appareils complémentaires aux analyseurs en continu utilisés par les réseaux, voire des capteurs portatifs.

II. Généralité sur les capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (information entrante) une autre grandeur physique de nature différente (la plus part du temps, électrique). Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, est utilisable à des fins de mesure ou de commande [1].

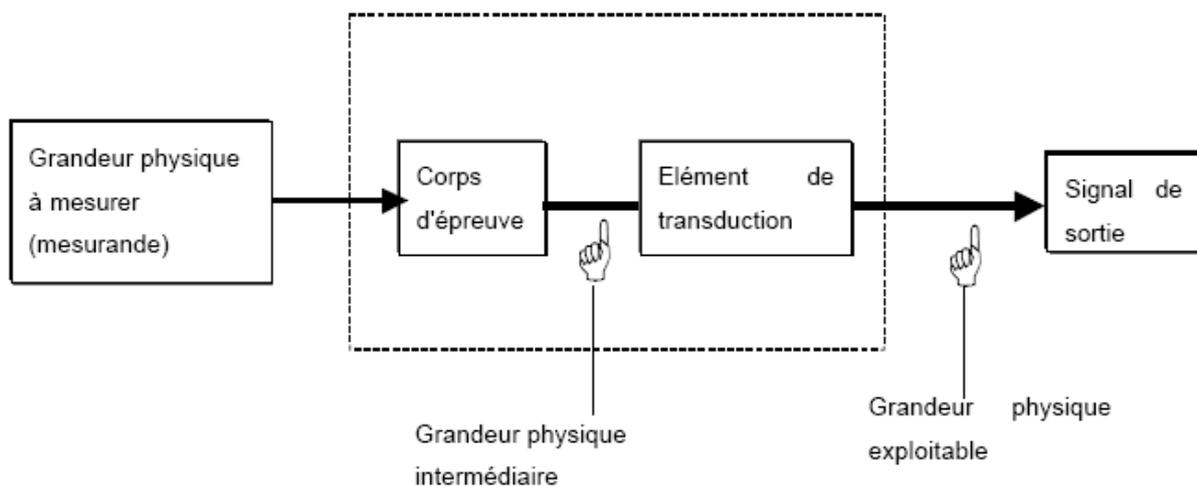


Figure 2.1 : Schéma de principe d'un capteur [2].

II.1. Constitution d'un capteur

Certains capteurs sont des capteurs dits « composites », c'est à dire composés de 2 parties ayant un rôle bien défini :

Corps d'épreuve : C'est un élément qui réagit sélectivement aux variations de la grandeur à mesurer. Il a pour rôle de transformer cette grandeur en une autre grandeur physique dite mesurable.

Élément de transduction : C'est un élément lié au corps d'épreuve qui traduit ses réactions en une grandeur physique exploitable [1].

II.2. Grandeurs d'influence

Les grandeurs d'influence sont des grandeurs étrangères qui, selon leur nature et leur importance, peuvent provoquer des perturbations sur le capteur. C'est donc une cause d'erreurs agissant sur le signal de sortie. Les principales grandeurs d'influence sont :

- la température qui modifie les caractéristiques électriques, mécaniques et dimensionnelles des composants du capteur ;
- La pression, l'accélération et les vibrations susceptibles de créer dans certains éléments constitutifs du capteur des déformations et des contraintes qui altèrent la réponse ;
- L'humidité à laquelle certaines propriétés électriques comme la constante diélectrique ou la résistivité peuvent être sensibles et qui risque de dégrader l'isolation électrique entre composants du capteur ou entre le capteur et son environnement ;
- Les champs magnétiques variables ou statiques ; les premiers créent des f.é.m. d'induction qui se superposent au signal utile, les seconds peuvent modifier une propriété électrique ;
- La tension d'alimentation [3];

II.3. Classification des capteurs

La classification se fait par :

- la mesurande qu'ils traduisent (capteur de température, de pression, ...)
- de leur rôle dans un processus industriel (contrôle de produits finis, de sécurité, ...)
- du signal qu'ils fournissent (capteur analogique, capteur logique, capteurs digitaux)
- de leur principe de traduction du mesurande (capteur résistif, à effet Hall,...)
- de leur principe de fonctionnement : Les capteurs fonctionnent selon deux principes de base suivant l'origine du signal électrique de sortie. On distingue

- ✓ *Capteur actif*: Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme propre au mesurande : énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.
- ✓ *Capteur passif* : Il s'agit d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la mesurande [4].

III. Capteurs de gaz

Dans le domaine de la surveillance de l'environnement, le besoin en réseaux de surveillance avec des capteurs distribués pour le monitoring de la qualité de l'air est de plus en plus important pour répondre aux normes en vigueur. Pour l'atmosphère, les espèces à suivre sont les polluants classiques provenant de la pollution automobile NO_x , CO , CO_2 , O_3 , les polluants d'origine industrielle SO_x , H_2S et les micropolluants, composés organiques volatiles (COV) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) [5].

Les capteurs-gaz partent pratiquement tous du même principe de base : sur un substrat est déposée une couche de matériau actif qui interagit avec le composé gazeux, ce qui entraîne la modification d'une propriété physique de cet ensemble substrat-couche active.

La propriété ainsi modifiée peut être électrique (résistivité, constante diélectrique), thermique (température) ou massique (mise en évidence par l'effet piézoélectrique dans un quartz).

Parfois, cet ensemble est intégré à un composant actif (transistor), ce qui permet de fournir directement un signal électrique exploitable [6].

III.1. Principales familles de capteurs

De nombreux auteurs classent les capteurs en fonction de leur principe de détection. Le tableau suivant basé sur cette classification, présente les principaux types de capteurs. Dans ce qui suit, nous donnons un aperçu du principe de détection de quelques types de capteurs.

Principe	Grandeur mesurée	Exemple de capteur
Potentiométrique	Tension	Cellule électrochimique
Ampérométrique	Courant	Cellule électrochimique
Capacitif	Capacité/ charge	Capteur d'humidité
Calorimétrique	Température	Pellistor
Optique	Pic d'absorption	Détecteur infrarouge
Fluorescence	Intensité lumineuse	Fibre optique
Résistif	Résistance	Capteur MOX

Tableau 2.1 : Classification des capteurs de gaz selon leur principe de détection [7].

III.2. Capteurs à variation de résistance

III.2.1. Capteurs à oxyde métallique

Les capteurs de gaz à base d'oxydes métalliques (capteur MOX) ont été développés par Seiyama et Taguchi dans les années 60. Ils utilisaient ZnO et SnO₂ comme matériaux sensibles pour la détection des gaz de pétrole liquéfiés LPG (liquid petroleum gases). Depuis, de nombreux travaux de recherches ont été réalisés et le sont encore à ce jour pour améliorer leurs performances. Le principe de détection repose sur la variation de conductivité électrique d'un oxyde métallique quand celui-ci est mis en contact avec un nouvel environnement gazeux [7].

III.2.1.1. Matériaux sensibles

Certains oxydes métalliques tels que ZnO, WO₃, et SnO₂ sont des matériaux semi-conducteurs de type n utilisés en tant que couche active de capteurs depuis de nombreuses années. Les capteurs industriels disponibles permettent de détecter ainsi la présence de quelques dizaines ou centaines de ppm à quelques ppb de gaz suivant le matériau utilisé.

Le film d'oxyde métallique peut être déposé par différentes méthodes [8] tel que :

- la *pulvérisation cathodique*,
- la *voie sol-gel*,
- *PLD (Pulsed Laser Deposition)*. L'ablation laser,

Des études ont démontré que la sensibilité et la sélectivité sont directement reliées à la taille de grain, la morphologie de la surface, et à la porosité du film déposé, et donc à la technique de dépôt.

Le tableau suivant regroupe des exemples de quelques matériaux sensibles et la température de fonctionnement optimale du capteur, ainsi que les gaz détectés [9].

Oxydes métalliques	Gaz ciblés	Température optimale (°C)
SnO ₂	O ₂ , CH ₄ , CO, H ₂ , NH ₃ , C ₃ H ₈ , SO ₂ , Cl ₂	300
TiO ₂	O ₂ , CO, H ₂ , C ₃ H ₈ , SO ₂ , H ₂ S	500
WO ₃	O ₂ , CH ₄ , H ₂ , C ₃ H ₈ , SO ₂ , H ₂ S	500
La ₈ Sr ₂ MnO ₃	Co, H ₂ , NH ₃ , NO ₂ , Cl ₂	350
CrNbO ₄ (p)	Co, H ₂ , C ₃ H ₈ , NH ₃	280
WNB ₄ O ₁₃	H ₂ , C ₃ H ₈ , NH ₃	450
CoTa ₂ O ₆ (p)	H ₂ , CO, NH ₃	550
CuTa ₂ O ₆	O ₂ , CO, H ₂ , C ₃ H ₈ , NH ₃	380
Rb ₄ SiW ₁₇ O ₄₀	SO ₂ , H ₂ S	300
GeO ₂	O ₂	700-1100
Ga ₂ O ₃	O ₂ , H ₂ , CH ₄ , NH ₃	550
SrTiO ₃ (1%Fe)	CH ₄	650
SrTiO ₃ (1%Fe)	CO ₂	620

Tableau 2.2 : Matériaux sensibles utilisés pour capteurs de gaz [9].

III.2.1.2. Structure d'un capteur MOX

Du fait que les capteurs MOX fonctionnent à température élevée (typiquement entre 300°C et 500°C), ils nécessitent une structure comportant une couche sensible associée à un élément de chauffage.

La figure 2.2 présente la structure la plus ancienne, proposée par Taguchi (capteur Figaro série TGS8xx). La couche sensible est déposée sur un tube en céramique poreux de diamètre de 1 mm et de longueur de 3 mm. L'élément de chauffage est un fil métallique bobiné à l'intérieur du tube. Les contacts électriques de la couche sensible sont fixés aux deux extrémités du tube avec une colle conductrice.

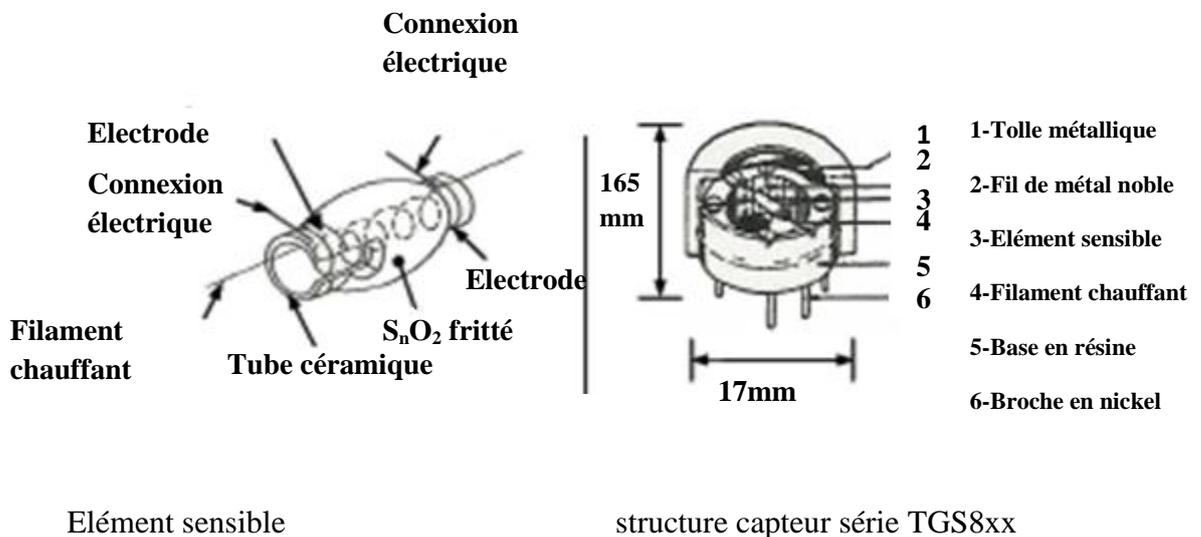


Figure 2.2 : Structure d'un capteur Figaro (série TGS8xx) [7].

Les progrès de la microélectronique permettant la miniaturisation des composants électroniques, une nouvelle génération des capteurs de gaz est apparue. La figure 2.3 présente la structure d'un microcapteur de gaz, réalisée en technologie silicium. Ces microstructures permettent de réduire la consommation électrique. La miniaturisation permet d'associer plusieurs capteurs sur un même substrat et ainsi de réaliser un réseau de capteurs [7].

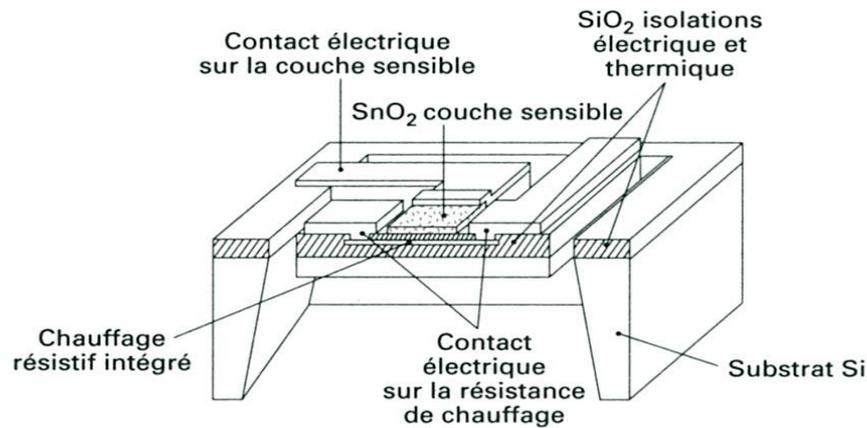


Figure 2.3 : Schéma d'un microcapteur à semi-conducteur SnO₂ micro-usiné sur substrat silicium [10].

III.2.1.3. Principe de fonctionnement

Dans un semiconducteur de type N, la conduction est assurée par les électrons libres situés dans la bande de conduction. Leur concentration est faible (10^{15} à 10^{18} cm⁻³) et peut donc être facilement modifiée par une influence électrique créant un champ de drainage.

Si, pour de tels matériaux, des espèces chimiques dotées de propriétés de donneur ou d'accepteur d'électrons sont adsorbées en surface (H ou O⁻ par exemple), cela induit, de façon électrostatique, une modification de la distribution des électrons sous la surface et donc de leur conductivité superficielle. Pour un matériau de type N, une adsorption de donneur d'électrons (H par exemple) augmente la conductivité superficielle. Les matériaux utilisés, SnO₂ et ZnO, sont des réfractaires chimiquement stables, semi-conducteurs de type N. Ces matériaux sont faits de grains frittés. La conduction est donc pelliculaire et intergranulaire, seule la surface des grains ayant sa conductivité modifiée par l'adsorption des gaz. Dans ZnO, les lacunes d'oxygène sont des donneurs d'électrons, de même que dans SnO₂ [10].

III.2.1.4. Conductivité du SnO₂

La conductivité d'un semi-conducteur est définie par l'équation suivante :

$$\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$$

où q est la charge de Coulomb, n et p les concentrations en électrons libres et en trous, $n\mu_n$ et $p\mu_p$ la mobilité des électrons et des trous [7].

Le dioxyde d'étain est un semi-conducteur extrinsèque de conductivité de type n (les porteurs électroniques majoritaires sont les électrons). Le nombre d'électrons libres est très supérieur à celui de trous. Sa conductivité peut donc s'écrire :

$$\sigma \approx n\mu_n q$$

Comme dans tous les semi-conducteurs, l'augmentation de la température entraîne un passage des électrons de la bande de valence vers la bande de conduction. Le nombre de porteurs de charges libres croît de façon exponentielle avec la température. D'autre part, la conductivité de SnO₂ dépend également de la morphologie de la couche sensible (conduction dans les grains et aux joints de grains, état de surface...) [7].

III.2.1.5. Caractéristiques

C'est un capteur beaucoup employé dans les appareils, car il n'est pas cher, il est facile à mettre en œuvre, il est robuste et il se caractérise par une grande durée de vie. Le seuil de détection peut atteindre le ppm pour certains gaz, mais son principal inconvénient est sa faible sélectivité, sa sensibilité à l'humidité et la consommation électrique requise pour son chauffage aussi le risque d'empoisonnement par des composés de poids moléculaire élevé, comme les solvants, constitue l'une des limitations de ce type de capteurs.

III.2.2. Capteurs catalytiques ou pellistors

Comme dans le cas des oxydes métalliques, Ces capteurs sont destinés à la détection des gaz combustibles en faible quantité dans l'air, ces gaz étant oxydés au contact d'un catalyseur de combustion chauffé. Ils sont donc essentiellement utilisés pour des opérations de surveillance, d'alerte. Néanmoins, cette fois, ce n'est plus la conductivité électrique de l'oxyde qui constitue le signal de mesure, mais bien sa température : la réaction de combustion engendre en effet une augmentation de la température de l'élément sensible, proportionnelle à la concentration du gaz réducteur qui l'a générée [6].

III.2.2.1. Description

Le principe de ces capteurs est présenté sur la figure. Un fil de platine est noyé dans une pastille d'oxyde fritté ($\text{ThO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) (taille : 1 mm) recouverte d'un catalyseur poreux de combustion, généralement à base de platine ou de palladium. Le fil de platine sert à la fois à maintenir, par effet Joule, le capteur à une température convenable ($600\text{ }^\circ\text{C}$) et à mesurer (par son augmentation de résistance ΔR) l'élévation de température qui accompagne la combustion.

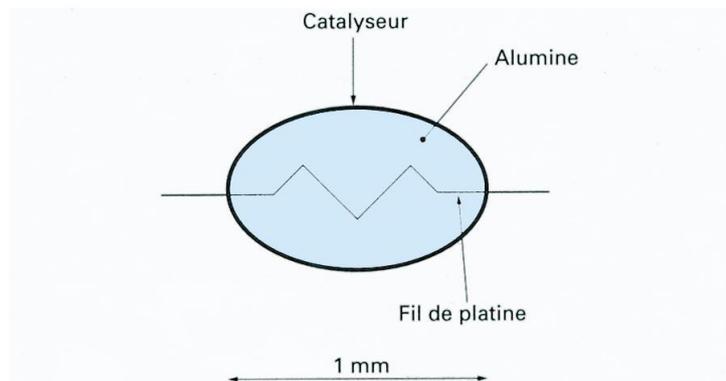


Figure 2.4 : Schéma d'un capteur catalytique de type pellistor [10].

III.2.2.2. Caractéristiques

Le capteur est simple dans sa conception, de petite taille (1 mm), de faible coût et facile à mettre en œuvre dans un circuit électronique (en général un pont de Wheatstone) [10].

Pourtant, les pellistors sont relativement peu utilisés actuellement : leur faible sélectivité, leur sensibilité trop faible (quelques %) et leur température de fonctionnement élevée ($500\text{ }^\circ\text{C}$... $600\text{ }^\circ\text{C}$) ne rencontrent pas les exigences requises par les mesures d'ambiance. D'autres limitations peuvent également être citées, comme le risque d'empoisonnement du catalyseur, notamment par les composés chlorés et sulfonates, ainsi que la consommation électrique importante.

Néanmoins, l'apparition récente de micropellistors fait naître un intérêt nouveau pour ce type de senseur [6].

III.3. Capteur électrochimique

Nous allons classer les capteurs électrochimiques selon leur mode de transduction: potentiométrique, conductométrique ou ampérométrique comme dans la figure :

<u>Potentiométrie</u>	<u>Conductométrie</u>	<u>Ampérométrie</u>
Accumulation de charge, Potentiel	Migration d'ions, Résistance	Transfert des électrons, courant

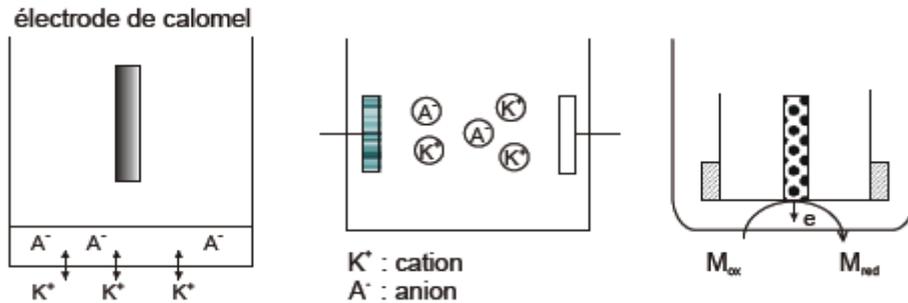


Figure 2.5 : Détection électrochimique [11].

Le principe le plus couramment utilisé pour la détection des gaz toxiques à des concentrations de l'ordre de la ppm (partie par millions, soit 1 cm³ par m³) est l'ampérométrie, c'est-à-dire la mesure du courant produit par une réaction d'oxydoréduction [6].

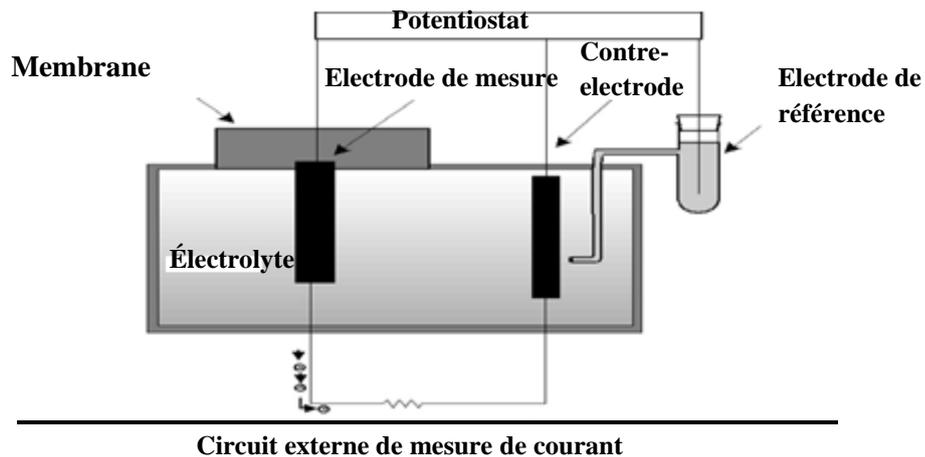
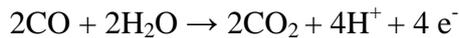


Figure 2.6 : Principe du capteur électrochimique ampérométrique [6].

Pour la détection du monoxyde de carbone on utilise une membrane semi-perméable en Téflon. Au départ, dans l'air ambiant, en l'absence de gaz réactif, l'oxygène diffuse dans la cellule, sans engendrer de différence de potentiel aux électrodes et sans générer de courant.

Si le capteur est mis en présence d'un gaz réducteur, comme de monoxyde de carbone (CO), par exemple, ce gaz diffuse vers l'électrode de mesure ou il est oxydé (en dioxyde de carbone dans le cas présent), en libérant un proton (H^+) et des électrons, selon la réaction :



Simultanément, la contre-électrode est le siège d'une réaction avec l'oxygène de l'air ambiant :



L'électrode de mesure est reliée à la contre-électrode par un circuit externe. Les électrons produits à l'électrode de mesure et consommés à la contre-électrode passent donc par cette résistance externe.

Quant au CO_2 produit, il est rejeté par l'électrolyte et ressort par la cellule à travers la membrane.

Caractéristiques

La fabrication est reproductible, le capteur est robuste et de coût raisonnable. Il permet de travailler à température ambiante, ce qui évite la consommation de puissance électrique pour le chauffage, il est peu perturbé par l'humidité et possède une sensibilité relativement bonne.

Le domaine de concentrations mesurables dépend beaucoup de la nature du gaz (de l'ordre du ppm). C'est un capteur qui possède une bonne sélectivité, qui ne coûte pas cher, et la mesure est quasi instantanée (de 20 à 100 s). Cependant, l'électrolyte s'empoisonne relativement rapidement, limitant ainsi le temps de vie du capteur à 6 mois ... 1 an. Les progrès récents dans ce domaine ont cependant permis d'améliorer la longévité du capteur électrochimique pour un grand nombre de substances. Le domaine de température d'utilisation s'étend de -40°C à +50°C. Il peut en outre subir des interférences d'autres gaz [6].

III.4. Capteurs optiques

Les capteurs optiques se répartissent en plusieurs catégories selon leur mode de fonctionnement d'une part (spectroscopie ou changement de propriétés optiques) et le type de dispositif qu'ils requièrent d'autre part. Les capteurs optiques pour la détection des gaz fonctionnent selon le principe de l'absorption d'un rayonnement traversant le gaz considéré.

Au travers d'un gaz hétéroatomique (au moins deux atomes différents), le rayonnement ultraviolet (longueur d'onde λ entre 0,002 et 0,4 μm), visible (λ entre 0,4 et 0,7 μm) ou infrarouge (λ entre 0,7 et 500 μm) subit une atténuation (absorption) à différentes longueurs d'ondes spécifiques au gaz présent [6].

III.4.1. Capteurs spectroscopiques

L'analyse spectroscopique d'un gaz est réalisée dans l'infrarouge proche car c'est le domaine d'absorption de la plupart des gaz. L'utilisation de fibres optiques limite, pour certains dispositifs, cette analyse à un domaine de longueur d'onde correspondant aux fenêtres de transmission des fibres classiques.

La technique d'absorption différentielle est utilisée depuis de nombreuses années pour la détection de traces de gaz. Le principe de fonctionnement repose sur la comparaison de la transmission de deux longueurs d'onde λ_{ON} (référence) et λ_{OFF} , comme l'indique la Figure. En absence de gaz, les deux raies ont un facteur de transmission égal. En présence du gaz à détecter, l'intensité de la raie λ_{ON} reste constante tandis qu'on assiste à une diminution de l'intensité pour λ_{OFF} [8].

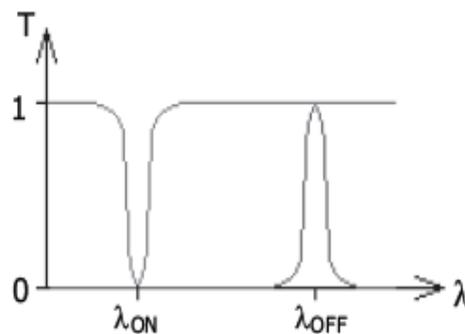


Figure 2.7 : Schéma de principe de détection d'un capteur à absorption différentielle.

III.4.2. Capteurs infrarouges

L'air à analyser se trouve dans la chambre de mesure, qui est traversée par un rayonnement infrarouge à large spectre. Ce rayonnement atteint un séparateur par lequel une partie du rayonnement atteint la cellule de mesure et l'autre, la cellule de référence. Ces deux cellules comprennent des filtres interférentiels qui n'autorisent que le passage d'une longueur d'onde donnée : dans la cellule de mesure, celle correspondant à la vibration de la molécule que l'on désire détecter et dans la cellule de référence, une autre longueur d'onde, correspondant à une absorption minimale pour ce gaz. Si le mélange gazeux dans la chambre contient une proportion détectable du gaz, une partie du faisceau sera absorbée à la longueur d'onde spécifique, et la cellule de mesure délivrera un signal électronique atténué, le signal de la cellule de référence restant, lui, inchangé [6].

Les variations d'énergie de l'émetteur, l'encrassement du miroir et des fenêtres, ainsi que des perturbations liées à la présence de poussières ou d'aérosols dans l'air influencent de la même manière les deux cellules et se compensent ainsi mutuellement.

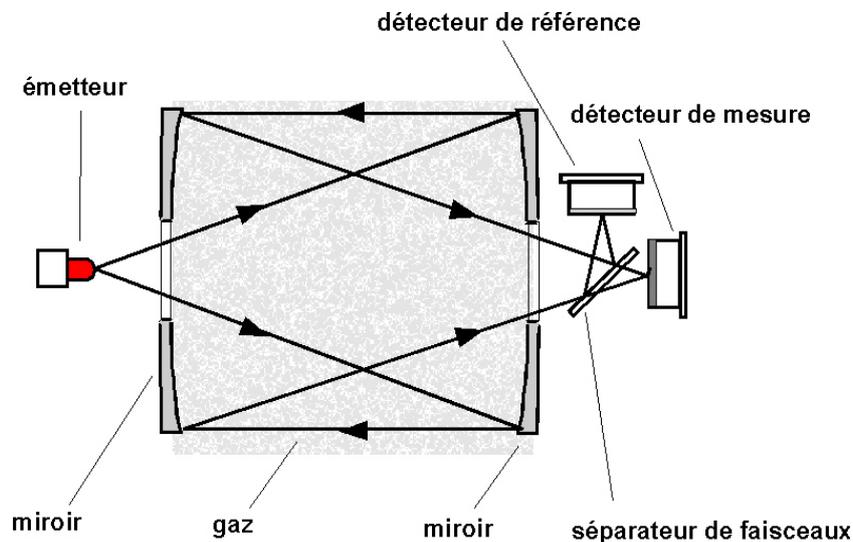


Figure 2.8 : Schéma d'un capteur infrarouge [6].

Ces capteurs sont utilisés en particulier pour des applications où importent précision de mesure, grande sélectivité, insensibilité aux poisons, possibilités de forte concentration gazeuse, maintenance réduite. Ils sont particulièrement adaptés aux mesures dans les milieux sans oxygène. Le domaine de concentration détectable pour ce type de capteur va de la ppm. La performance se paye cependant par un prix généralement plus élevé que celui des autres capteurs, sauf pour des applications courantes de détection de gaz toxiques ou explosifs [6].

III.5. Performances d'un capteur de gaz

Les auteurs définissent souvent les performances d'un capteur de gaz par « la règle des 3S » (Sensibilité, Stabilité, Sélectivité). Les caractéristiques présentées ci-dessous sont utilisées pour évaluer les performances des capteurs de gaz.

III.5.1. Sensibilité

La sensibilité est définie comme étant le rapport entre la résistance \mathbf{R}_0 dans l'air pur et la résistance \mathbf{R} en présence d'une certaine concentration de gaz dans l'air. Elle dépend généralement de la concentration de gaz ainsi qu'on peut le deviner au vu du principe de fonctionnement du capteur. De plus, la résistance augmente ou diminue selon le milieu du gaz oxydant ou en milieu réducteur [12].

On exprime également la sensibilité comme la variation relative du courant :

$$\begin{cases} \mathbf{S} = \frac{\Delta I}{I_0} \\ \Delta I = I - I_0 \end{cases} \text{ avec } I_0 \text{ et } I, \text{ les courants avant et après contact avec le gaz respectivement.}$$

III.5.2. Stabilité

Ce paramètre est utilisé pour caractériser la dérive du signal du capteur dans le temps.

Il existe un vieillissement du capteur, ce qui limite son utilisation à long terme. Différentes solutions sont proposées pour y remédier, notamment par un traitement préalable de la couche sensible.

III.5.3. Sélectivité

La sélectivité est définie comme étant la capacité d'un capteur à répondre à un certain gaz en présence des gaz interférents. C'est le paramètre le plus important car le capteur est souvent utilisé pour détecter un gaz dans une atmosphère contenant plusieurs gaz.

Actuellement, les capteurs à base d'oxydes métalliques souffrent d'un manque important de sélectivité et de nombreuses méthodes sont étudiées pour résoudre ce problème.

III.5.4. Température de fonctionnement

Le processus d'adsorption et de désorption des molécules de gaz à la surface du capteur dépend fortement de sa température de fonctionnement. Afin de garantir une bonne réversibilité des phénomènes d'adsorption et de désorption, les capteurs MOX fonctionnent à température élevée, typiquement entre 300°C et 500°C. La réduction de la température de fonctionnement entraîne une diminution de la puissance électrique consommée. Dans ce but, des recherches sur des capteurs fonctionnant à des températures plus basses ou à température ambiante sont en cours [7].

III.5.5. Temps de réponse

Le temps de réponse est défini comme étant le temps nécessaire pour que la réponse du capteur atteigne 90% de son amplitude maximale lorsqu'il est exposé au gaz (figure 2.9).

Ce temps dépend de plusieurs paramètres tels que la température de fonctionnement du capteur et la cinétique de réponse au gaz. Pour les capteurs MOX, le temps de réponse est relativement court, en particulier avec des capteurs à base de couches minces constituées de grains de taille nanométrique. Ce temps est de l'ordre de quelques millisecondes pour l'oxygène.

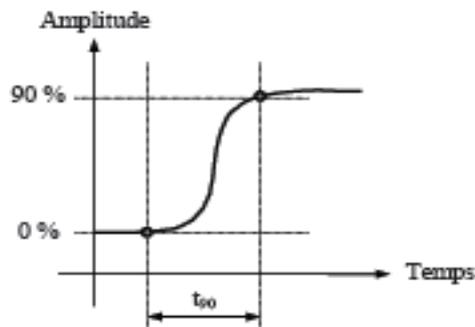


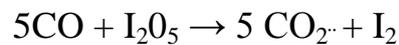
Figure 2.9 : Définition du temps de réponse d'un capteur.

III.5.6. Autres performances

Outre les trois caractéristiques les plus importantes décrites précédemment (règle des 3S), la puissance électrique consommée, l'encombrement et le coût du capteur jouent aussi un rôle important. Ces performances sont plus facilement maîtrisables avec les technologies de la microélectronique que celles décrites précédemment [7].

IV. Tubes à indication colorée

Les tubes réactifs à indication directe sont des tubes en verre contenant une solution chimique qui réagit par virage de coloration avec la substance à mesurer. Le tube réactif est un "minilaboratoire" sous scellés dans lequel se déroule une analyse chimique en phase aqueuse. Différents réactifs peuvent être utilisés dans les couches de remplissage des tubes, selon que l'on désire une sélectivité à une seule substance, à un groupe ou à une classe de substances. Par exemple, la transformation suivante du monoxyde de carbone (CO) avec du pentoxyde d'iode en conditions acides, produit une molécule d'iode élémentaire qui forme, avec l'amidon des composés inclus dans le remplissage, un produit de coloration bleue.



Cette réaction est cependant valable, non seulement pour le CO, mais pour toutes les substances facilement oxydables. La sélectivité à une substance peut être améliorée par des couches préliminaires choisies de façon judicieuse.

Pour pouvoir respecter la durée de stockage et la stabilité du système d'analyse, les extrémités du tube sont soudées. Ainsi, le tube réactif sert également d'emballage chimiquement inerte pour la préparation interne [6].

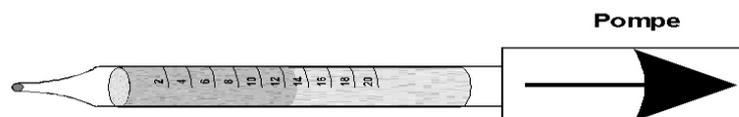


Figure 2.10 : Principe d'utilisation des tubes à indication colorée.

V. Colorimétrie

La colorimétrie est un cas particulier de la spectrophotométrie dans le domaine du visible. Le principe est d'envoyer un rayon lumineux monochromatique au travers du milieu coloré, puis d'apprécier, grâce à une cellule photoélectrique, l'intensité de la coloration du rayon lumineux respectivement transmis ou réfléchi [6].

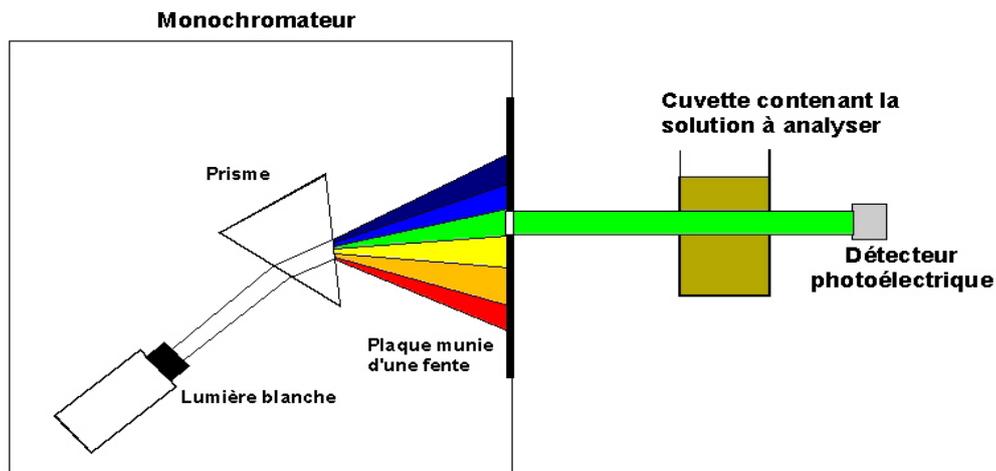


Figure 2.11 : Principe du colorimètre [6].

Cette méthode a une précision de l'ordre de 30% de la teneur mesurée. Ils permettent en particulier des mesures semi-quantitatives, avec des temps de réponse très courts, évitant les analyses coûteuses en délais. Cette méthode permet ainsi de vérifier les mesures données par une autre méthode [13].

VI. Conclusion

Par comparaison aux méthodes lourdes, nécessaires à la réalisation d'un prélèvement d'atmosphère à des fins d'analyse, le détecteur de gaz, d'une mise en œuvre extrêmement souple, peut être utilisé dans des situations variées pour un coût limité. Il peut servir à la fois pour évaluer un niveau de pollution, dans le cadre de la protection de la santé des travailleurs, comme dans celui de la sauvegarde de l'environnement. L'une des plus importantes limites d'un tel appareil réside précisément dans le fait qu'il doit être choisi a priori pour répondre au problème de mesure d'un polluant connu [14].

Références

- [1] S. Poujouly IUT CACHAN / Module2-Capteurs : Capteurs – présentation
- [2] Mlle. Saloua Helali, Conception et réalisation de matériaux biofonctionnels pour des dispositifs capteurs impedimetriques, Thèse de doctorat de L'école Centrale de Lyon, N° d'ordre : 2005 – 49
- [3] Georges Hasch, Les capteurs en instrumentation industrielle
- [4] Gwenaëlle Toulminet, Généralités sur la chaîne d'acquisition des données et sur les capteurs (Chapitre 1), 2002-2003
- [5] B. Chenevier, M. Labeau, Capteurs de gaz (chapitre 6) : Matériaux oxydes semi-conducteurs pour la détection de la pollution atmosphérique
- [6] Dr. Martyna Kuske , Dr jacques Nicolas, Les pollutions dans l'air à l'intérieur des bâtiments, Diagnostic Incidences sur la santé
- [7] Kieu An NGO, Étude d'un système multicapteur pour la détection sélective des gaz, Thèse de doctorat de l'université Paul Cezanne Aix-Marseille III, juin 2006
- [8] Thomas Mazingue, Conception et élaboration d'un capteur optique à ondes guidées pour la détection d'espèces chimiques, Thèse de doctorat de l'université de Paul Cézanne Aix-Marseille III, 2005
- [9] Frédéric Parret, Méthode d'analyse sélective et quantitative d'un mélange gazeux à partir d'un microcapteur à oxyde métallique nanoparticulaire, Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse, 2006
- [10] Nicole Jaffrezic-Renault, Claude Martelet, Paul Clechet, Capteurs chimiques et biochimiques, 12/01/2009
- [11] Anh Tuan Mai, Développement des biocapteurs électrochimiques a base de tyrosinase pour la détection des polluants organiques en phase aqueuse, Thèse de doctorat de l'université de Claude Bernard - Lyon 1, N° d'ordre : 194-2004
- [12] Nabila Zouadi, Effet de la température et de la pression de gaz sur les performances d'une structure Al/CH_x/SiP/Si(p), Mémoire de magister de l'université Houari Boumediene

- [13] Ecole des Mines de Saint-Etienne Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation : analyse des gaz
- [14] Bruno Courtois L'institut national de recherche et de sécurité (INRS) : La détection des gaz et vapeurs dans l'atmosphère des locaux de travaux, Paris 2002