

www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris



Base de données sur les Barrières Techniques de Sécurité

BADORIS – Document de synthèse relatif à une
Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)

Détecteur de gaz inflammable

19 février 2004



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION TECHNIQUE DU DISPOSITIF.....	2
1.1 La détection catalytique	2
1.2 La détection catharometrique.....	4
1.3 La détection infrarouge	5
1.4 La détection électrochimique	6
2. EXIGENCES TECHNIQUES.....	8
3. RETOUR D'EXPERIENCE.....	9
3.1 Critères généraux liés aux caractéristiques métrologiques	9
3.2 Critères liés aux caractéristiques de la zone à surveiller.....	12
4. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS	17
5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	18

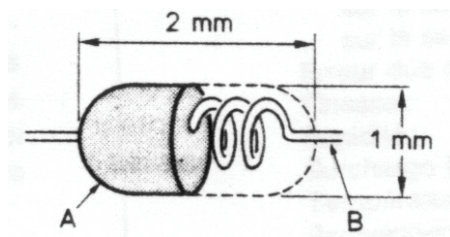
1. PRESENTATION TECHNIQUE DU DISPOSITIF

1.1 LA DETECTION CATALYTIQUE

1.1.1 Principe de fonctionnement

Le principe repose sur l'oxydation catalytique du gaz par le filament de platine chauffé électriquement (entre 400° C et 600° C).

La concentration du gaz est suivie en mesurant les variations relatives de résistance des éléments. Elles résultent d'une augmentation de la température en raison de la combustion.



A : catalyseur
B : fil de platine

Figure 1 : capteur catalytique : filament de platine enroulé et noyé dans une bille de céramique poreuse

Source : [1]

Le temps de réponse dépend du gaz ou de la vapeur ; les grosses molécules présentent des temps de réponse plus importants.

1.1.2 Limitations

Les limitations de ce détecteur sont :

- La non sélectivité de la réponse,
généralement, tous les gaz inflammables donnent un signal mesurable.
- La poussière, qui à haute dose peut inhiber le contact entre le gaz et le capteur.
- L'exposition à des vapeurs telles que les silicones, le plomb, les composés sulfurés, les composés halogénés et les esters phosphoriques ;

elles peuvent provoquer l'inhibition ou l'empoisonnement du capteur. L'effet d'empoisonnement dépend du poison lui-même, du gaz à mesurer et de la température du capteur.
- Les concentrations élevées de gaz inflammables qui rendent une réponse non linéaire;

Ce type de détection n'est pas recommandé pour le mesurage de mélanges inflammables dépassant la limite inférieure d'explosivité.
- Un apport en oxygène insuffisant ;

Pour assurer la fiabilité de fonctionnement du capteur, environ 15 % (V/V) d'oxygène au moins sont nécessaires dans le mélange gazeux mesuré.

1.2 LA DETECTION CATHAROMETRIQUE

1.2.1 Principe de fonctionnement

Cette méthode repose sur la variation de conductivité thermique du mélange gazeux qui entoure le capteur. L'élément est chauffé par effet Joule. La température à laquelle il se stabilise dépend de la puissance fournie et des échanges thermiques avec le milieu gazeux.

Lorsque la composition du mélange varie, sa conductivité thermique est modifiée ce qui a pour conséquence une variation de la dissipation d'énergie de l'élément. Ce phénomène peut être mesuré sous forme de variations de la température et de la résistance électrique de l'élément.

Habituellement, un élément compensateur dans un gaz de référence est présent pour réduire l'influence des fluctuations de la température extérieure.

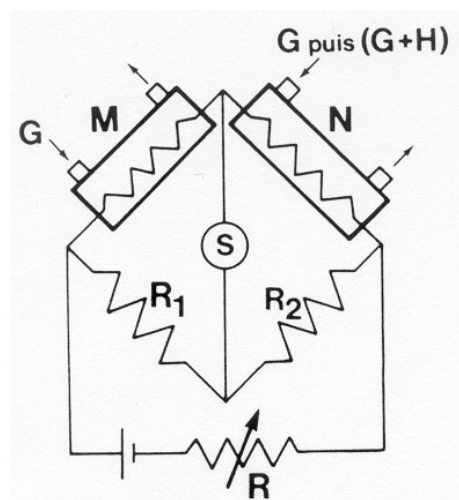


Figure 2 : schéma de principe d'un catharomètre

Source : [1]

Le temps de réponse dépend de la conception du capteur, généralement de quelques secondes à quelques minutes.

La précision est de l'ordre de quelques % (V/V) de gaz.

1.2.2 Limitations

La détection est sensible à :

- la température,
- l'humidité,
- la poussière,
- la vitesse de l'air.

Cette technique convient uniquement aux gaz et vapeurs dont les propriétés physiques diffèrent notablement par rapport à celles de l'air (conductivité thermique, viscosité...).

De plus, elle se limite aux mélanges gazeux binaires du fait que la réponse nette à plusieurs gaz ou vapeurs toxiques est indéterminée, excepté lorsque les proportions des gaz constitutifs sont connues. Dans le pire des cas, un mélange de gaz présentant une

conductivité élevée et une conductivité faible, pourrait ne produire aucune réponse de l'appareillage.

1.3 LA DETECTION INFRAROUGE

1.3.1 Principe de fonctionnement

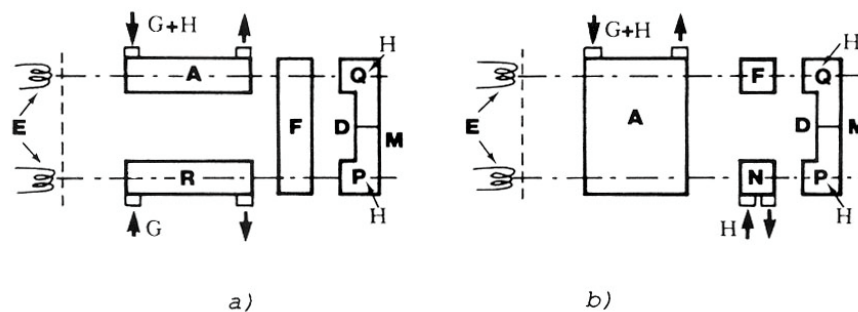
Le rayonnement infrarouge (provenant d'une lampe ou d'une diode laser, et généralement modulé) traverse une cellule d'échantillonnage et est absorbé par le gaz cible. Le trajet optique peut avoir une longueur de plusieurs centimètres et subir des réflexions multiples.

L'absorption est mesurée à l'aide de capteurs thermiques, quantiques ou photoacoustiques. La concentration du gaz est généralement mesurée par comparaison entre un échantillon et une référence dans un appareillage à simple ou à double faisceau afin de compenser les variations de l'intensité du faisceau.

Des techniques non dispersives (par exemple des filtres d'interférence) et parfois dispersives, sont employées pour sélectionner la longueur d'onde infrarouge appropriée. De nombreux gaz et vapeurs absorbent dans la région du milieu de l'infrarouge (de 2 μm à 14 μm).

On ne connaît pas d'effets d'empoisonnement.

Le principe de ce type d'appareillage permet de procéder à des autodiagnostic pour vérifier la réponse au gaz.



a) Filtre positif - b) Filtre négatif.
 H : Gaz analysé absorbant dans l'infrarouge.
 G : Gaz n'absorbant pas dans l'infrarouge.

Figure 3 : spectromètres à infrarouge non dispersifs à double faisceau

Source : [1]

Le temps de réponse peut être de plusieurs secondes, du fait du volume de la cellule et la vitesse de pompage des systèmes fonctionnant par aspiration. La présence de protections contre les intempéries et de filtres peut accroître le temps de réponse.

1.3.2 Limitations

La détection est sensible à :

- la pression ;
- la poussière ;
- les vibrations (selon l'appareillage).

La sélectivité dépend du gaz ou de la vapeur et de la longueur d'onde sélectionnée.

Le détecteur ne peut détecter les molécules monoatomiques ni les molécules diatomiques homonucléaires telles que Hg, Cl₂ et autres halogènes.

1.4 LA DETECTION ELECTROCHIMIQUE

1.4.1 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un capteur électrochimique repose sur les variations des paramètres électriques aux électrodes (en contact avec un électrolyte) dues aux réactions d'oxydo-réduction du gaz ou de la vapeur à la surface des électrodes. Il n'est toutefois pas utile d'avoir une température élevée.

Ces réactions sont généralement catalysées. Le gaz diffuse vers l'électrode sensible et est soit oxydé (ex : CO, H₂S, SO₂, NO, H₂, HCN, HCl), soit réduit (exemple : NO₂, Cl₂). Les sous-produits sont habituellement transportés à travers la cellule vers l'électrode auxiliaire (ou contre-électrode). Les électrodes et les électrolytes sont confinés entre des membranes semi-perméables ; ainsi, le gaz peut migrer vers l'interface électrode-électrolyte.

Seules de faibles quantités de gaz pouvant réagir au niveau de l'électrode, la diffusion peut en outre être limitée par un orifice ou par un capillaire, afin d'éviter une surcharge du système.

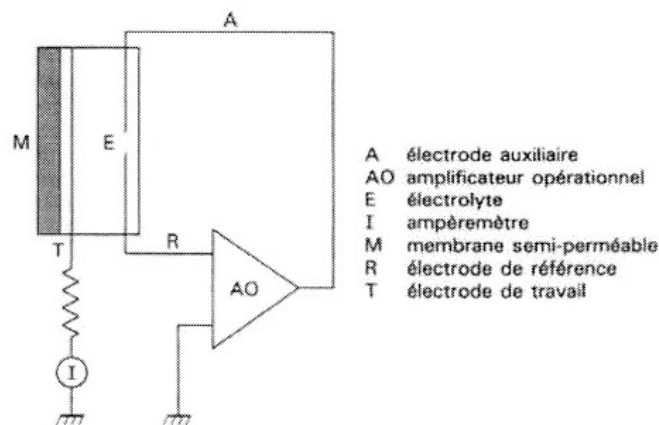


Figure 4 : cellule électrochimique

Source : [4]

1.4.2 Limitations

Les limitations de ce détecteur sont :

- la non sélectivité de la réponse,
- les autres gaz et vapeurs oxydants ou réducteurs peuvent causer des interférences.
- la pression (certains capteurs sont sensibles aux variations statiques ou par impulsion de la pression),
- la température (compensation possible),
- la poussière.

De plus, selon le type de capteur et le gaz à mesurer, le capteur peut être progressivement consommé par une surcharge de gaz.

Enfin, l'orifice d'arrivée de gaz du capteur peut être progressivement réduit, ou même bloqué par des produits de réaction, par exemple par hydrolyse de composés halogénés comme le trifluorure de bore (BF_3), le tétrachlorure de silicone (SiCl_4), etc...

2. EXIGENCES TECHNIQUES

Afin de définir des exigences techniques, il est possible de se reporter aux normes ou codes suivants qui définissent des prescriptions techniques :

- Normes Européennes EN 50054 à EN 50058 - "Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles" – Règles générales et méthodes d'essais ; règles de performances.
- Norme Européenne EN 50073 - "Guide de choix, d'installation et de maintenance des détecteurs industriels de gaz combustibles".

3. RETOUR D'EXPERIENCE

Les éléments indiqués ci-après sont extraits du document intitulé « Recommandations pour la détection d'une atmosphère explosive gazeuse en milieu industriel – D. Jamois ».

Lorsqu'un utilisateur opte pour un système de détection tel que décrit au paragraphe précédent (sondes de mesure déportées et centrale d'acquisition), il est vraisemblable que l'activité ou le procédé à surveiller et l'historique de l'installation du site conditionnent dans une large mesure le choix des éléments ou fonctions en aval de l'opération de détection des gaz : mode de transmission des données, système d'acquisition, gestion des alarmes et des relais.

Ces éléments doivent posséder des caractéristiques intrinsèques telles que leur fonctionnement n'altère pas le niveau de sécurité de la chaîne complète. Ces caractéristiques ne sont cependant pas subordonnées au choix du matériel spécifiquement lié à la détection (sauf cas particulier des détecteurs catalytiques avec pont de mesure déporté. Il convient dans ce cas d'appliquer les critères de choix et les règles d'utilisation propres aux systèmes d'acquisition industriels.

Les critères de choix spécifiques à la détection gaz qui sont développés ci-dessous portent donc essentiellement sur la technique de mesure, ce qui suppose que les différents éléments constituant le reste du système d'acquisition sont conformes aux prescriptions en usage (normes de sécurité électrique, ...).

3.1 CRITERES GENERAUX LIES AUX CARACTERISTIQUES METROLOGIQUES

3.1.1 Temps de réponse

La réactivité de la chaîne complète de détection est essentiellement limitée par le temps de réponse du capteur. Ce temps de réponse dépend de la réactivité de l'élément sensible et de la vitesse avec laquelle la concentration en gaz s'établit par diffusion autour ou à la surface de cet élément.

Les techniques catalytique, semi-conducteur et catharométrique sont caractérisées par un volume de chambre de détection - le volume dans lequel est placé l'élément sensible - très faible (moins de 1 cm³). Le temps de remplissage de cette chambre par un gaz est donc relativement court.

Par contre, le volume de la chambre de détection en technique infrarouge est beaucoup plus grand (de l'ordre d'une dizaine de cm³), en raison de la nécessité d'un parcours optique suffisamment long pour obtenir une sensibilité correcte.

En ce qui concerne la technique électrochimique, l'élément sensible, qui est en fait une électrode, n'est pas contenu dans une chambre mais est exposé directement à l'atmosphère à surveiller à travers différentes membranes de protection (filtres, grille, film anti-condensation) qui génèrent un délai de diffusion des gaz important.

Un classement relatif des différentes techniques du point de vue du temps de réponse est donné dans le tableau ci-après.

Techniques de détection	Réactivité de l'élément sensible	Délai d'établissement de la concentration autour ou à la surface de l'élément sensible	Classement relatif
Catalytique	Quasi immédiate	Court	2
Catharométrique	Immédiate	Court	1
Semi-conducteur	Quelques secondes	Court	3
Infrarouge	Immédiate	Assez long	4
Electrochimique	Quelques secondes	Long	5

Tableau 1 : classement relatif des différentes techniques du point de vue du temps de réponse

3.1.2 Gamme de mesure

Chaque technique de détection possède sa propre gamme de mesure, dont l'étendue dépend du principe qu'elle utilise. Cette caractéristique conditionne très souvent le choix d'un appareil pour une application donnée.

L'étendue de la gamme de mesure d'un appareil de détection gaz est cependant indissociable de la notion de "plus petite quantité de gaz mesurable de façon significative et reproductible". Cette notion est une combinaison de la limite de détection, de la résolution de l'appareil et de l'incertitude sur la mesure. Elle dépend de la sensibilité du principe de détection au gaz à détecter – rapport signal/bruit, hystérésis, quantification du signal, facteur d'amplification -, et de l'influence des facteurs extérieurs non maîtrisés sur la mesure – facteurs climatiques, interférents électrique, mécanique ou gazeux.

Dans la majorité des cas, l'incertitude sur la mesure est plus grande que la résolution de l'appareil. De même, le seuil de détection est souvent supérieur à la résolution de l'appareil. Ceci signifie que pour une concentration en gaz connue et stable, l'indication d'un appareil peut fluctuer autour de la valeur mesurée. Il arrive également qu'un appareil indique la présence de gaz – en dessous du seuil de détection – alors qu'il se trouve dans l'air. Ce sont donc ces deux caractéristiques – incertitude de mesure et seuil de détection – qu'il convient d'associer à la gamme de mesure. L'expérience montre qu'elles ont souvent la même valeur.

La connaissance de ces caractéristiques permet de fixer des seuils d'alarme raisonnables, de façon à être averti du danger le plus vite possible tout en évitant les alertes injustifiées. Le tableau ci-après fournit des ordres de grandeur, tirés d'expériences sur des matériels courants, pour chacune des techniques de détection étudiées.

Techniques de détection	Gamme de mesure	Incertitude de mesure (% de la gamme de mesure)
Catalytique	0-100 %LIE	1 à 2 %
Catharométrique	0-100 %v/v	1 à 5 %
Semi-conducteur	0-1 à 0-10 %v/v suivant gaz ou élément sensible	5 à 10 %
Infrarouge	0-100 %LIE ou 0-100 %v/v suivant la longueur du chemin optique	2 à 3 %
Electrochimique	0-1000 à 0-10000 ppm suivant le type de cellule	1 à 2 %

Tableau 2 : ordres de grandeur de valeurs pour les différentes techniques de détection

3.1.3 Dérive

Les caractéristiques définies ci-dessus sont en général fournies par le constructeur ou fabricant de matériel. Il est par contre difficile de connaître l'évolution de ces caractéristiques au cours du temps. Les éléments sensibles peuvent en effet vieillir ou subir des agressions, ce qui va provoquer une dérive dans le temps des caractéristiques du signal pour une même concentration de gaz.

D'une façon générale, on peut admettre que le vieillissement et les agressions que subissent les éléments sensibles affectent surtout leur sensibilité et assez peu leur temps de réponse (la technique électrochimique constituant peut être l'exception).

La dérive d'un appareil peut atteindre un niveau tel qu'une situation dangereuse n'est pas détectée - perte de sensibilité – ou bien que de fausses alertes se produisent – dérive positive du signal. Il est donc nécessaire de compenser cette dérive en ajustant périodiquement la ligne de base et le gain. L'amplitude de la dérive d'un appareil a donc une incidence directe sur les opérations de maintenance.

Le tableau ci-après rassemble des indications qualitatives sur l'importance de la dérive en sensibilité des différentes techniques étudiées dans des conditions d'utilisation normales. Le problème très spécifique de l'empoisonnement des capteurs catalytiques sera abordé ultérieurement.

Techniques de détection	Remarques sur la dérive de la sensibilité	Classement relatif (*)
Catalytique	Faible à moyenne - perte de sensibilité	4
Catharométrique	Faible	2
Semi-conducteur	Forte – dérive aléatoire	5
Infrarouge	Faible – perte de sensibilité	1
Electrochimique	Faible à moyenne - perte de sensibilité	3

(*) dérive de la sensibilité croissante de 1 à 5

Tableau 3: classement relatif des différentes techniques du point de vue de la dérive de la sensibilité

3.1.4 Spécificité

La spécificité d'un détecteur représente sa capacité à ne détecter que le gaz pour lequel il a été choisi. En fonction de l'application, il peut être nécessaire de choisir un détecteur très spécifique ou au contraire capable de détecter une grande variété de gaz. On cherche le plus souvent à utiliser un détecteur spécifique du danger identifié.

La spécificité d'un détecteur dépend du principe de détection utilisé et quelquefois de certains paramètres de fonctionnement choisis. Ces différentes possibilités sont résumées dans le tableau ci-après.

Techniques de détection	Remarques sur la spécificité des techniques de détection utilisées
Catalytique	Non spécifique : tous gaz ou vapeurs combustibles. La sensibilité varie en fonction du gaz.
Catharométrique	Peu spécifique : la sensibilité aux gaz dépend de la différence de conductivité thermique de ces gaz par rapport à celle de l'air.
Semi-conducteur	Non spécifique : le choix de la température de chauffage de l'élément sensible peut permettre d'améliorer la sensibilité à certains gaz par rapport aux autres.
Infrarouge	Peu spécifique : le choix de la longueur d'onde permet d'obtenir une relative spécificité par famille chimique de gaz.
Electrochimique	Assez spécifique : la sensibilité aux gaz à détecter est souvent beaucoup plus grande qu'aux autres gaz combustibles.

Tableau 4 : spécificité des différents détecteurs

3.2 CRITERES LIES AUX CARACTERISTIQUES DE LA ZONE A SURVEILLER

3.2.1 Nature du gaz à détecter

Avant de choisir une technique de détection, il est important de connaître la nature du gaz ou de la vapeur qu'il s'agit de détecter dans la zone à surveiller. Il existe en effet quelques cas spécifiques pour lesquels certaines techniques sont à éviter. C'est le cas, par exemple, de la détection catalytique en présence de gaz organochlorés (effet inhibiteur).

Il peut arriver que la zone à surveiller soit exposée à la présence de plusieurs gaz ou vapeurs inflammables, simultanément ou non. Si l'une des techniques ne permet pas de détecter l'un de ces gaz, il est malgré tout possible de la mettre en œuvre - à l'exception des organochlorés vis-à-vis de la technique catalytique - si le gaz en question se manifeste toujours en proportion identique par rapport aux autres gaz et s'il n'est pas majoritaire. Il faut dans ce cas tenir compte de sa proportion relative pour fixer les seuils d'alarme.

L'influence des gaz est généralement additive – la réponse d'un détecteur à un mélange de gaz est la somme des réponses de chaque gaz pris séparément. Dans le cas de la catharométrie, il peut arriver qu'un mélange de deux gaz inflammables ne donne pas de réponse si la somme de leur conductivité thermique est proche de celle de l'air.

Le tableau ci-après dresse la liste de ces cas particuliers et des gaz couramment détectés pour chaque technique de détection.

Techniques de détection	Gaz ou vapeurs combustibles indétectables	Gaz ou vapeurs combustibles couramment détectés
Catalytique	Composés organochlorés ATTENTION : phénomène d'inhibition très probable	Hydrocarbures, alcools, cétones, éthers, esters, ammoniac, amines
Catharométrique	Butane, propane, acétylène, éthylène	Hydrogène, méthane, organochlorés
Semi-conducteur	-	Tous
Infrarouge	Hydrogène	Hydrocarbures, alcools, cétones, éthers, esters, ammoniac, amines
Electrochimique	Alcanes légers	Hydrogène, éthylène

Tableau 5 : liste de cas particuliers

Il est important de noter que, même si elle est additive, la réponse d'un détecteur en présence d'un mélange de gaz n'est pas directement proportionnelle à la somme des concentrations de chacun des gaz dans le mélange. Chaque technique de détection produit, pour un gaz donné, un signal relié à la concentration de ce gaz et à un coefficient de réponse spécifique, ou coefficient de sensibilité.

3.2.2 Présence d'autres substances

La composition de l'atmosphère de la zone à surveiller et les différentes sources de composés volatils susceptibles de se trouver dans cette atmosphère, même de façon intermittente et peu fréquente doivent être identifiées. En effet certains composés, même à des concentrations très faibles, sont reconnus pour modifier les caractéristiques métrologiques des détecteurs. Le tableau ci-après établit la liste de ces composés et leurs effets sur la détection.

La recherche des composés "perturbateurs" sur un site est une étape très importante si le choix d'une technique se porte sur la détection catalytique. Il suffit en effet d'exposer un capteur catalytique quelques dizaines de minutes à de l'air contenant quelques ppm d'un composé siliconé volatil pour qu'il soit totalement désactivé. De plus, rien ne permet de détecter cette perte de sensibilité en dehors des opérations de contrôle. Lorsque cela est possible, il convient d'éliminer toute source de composés désactivants dans la zone de surveillance. Lorsqu'il reste un doute sur la présence de ces composés, il faut envisager, soit d'augmenter la fréquence des contrôles de sensibilité, soit d'utiliser des capteurs catalytiques dont les éléments sensibles sont dits "résistants aux poisons". L'activité catalytique de ces éléments sensibles a été fortement augmentée de façon à résister plus longtemps à la présence de substances désactivantes.

En ce qui concerne les détecteurs infrarouge, des solutions existent pour limiter l'effet des aérosols :

- un dispositif de chauffage des pièces optiques présent dans la chambre de détection permet d'éviter la condensation d'eau ou le dépôt de gouttelettes,
- la chambre peut être également protégée par des membranes dont la porosité ne permet pas aux grosses particules de s'introduire.

Techniques de détection	Produits, composés volatils "perturbateurs"	Effets produits
Catalytique	Composés siliconés volatils, composés organiques du plomb et du phosphore (quelques ppm)	Perte de sensibilité irréversible et parfois complète suivant l'exposition
	Composés organosoufrés et organochlorés (quelques centaines de ppm)	Perte de sensibilité plus ou moins réversible suivant les constructeurs
Catharométrie	Aucun	-
Semi-conducteur	Composés siliconés volatils, composés organiques du plomb et du phosphore (quelques ppm)	Perte partielle de sensibilité et/ou modification de la sélectivité lorsqu'elle existe
Infrarouge	Poussières, aérosols (eau, huiles)	Perte partielle de sensibilité, réversible après nettoyage
Electrochimique	Gaz d'échappement moteur	Fausse alarmes

Tableau 6 : liste de composés et de leurs effets sur la détection

Remarque : le fonctionnement des techniques catalytique et semi-conducteur nécessite une concentration en oxygène dans l'atmosphère relativement stable. La manipulation de certains gaz comme l'azote - et autres gaz inertes - ou la formation de dioxyde de carbone en cours de procédés peut entraîner localement une diminution de la concentration en oxygène. En dessous de 10% v/v d'oxygène dans l'air, la présence de gaz inflammables ne pourra pas être détectée par la technique catalytique. La chute de la concentration en oxygène provoquera par contre de fausses alertes si les détecteurs sont équipés de semi-conducteurs.

L'augmentation de la concentration en oxygène dans l'air est une situation peu fréquente, mais il faut savoir que dans cette situation les détecteurs semi-conducteurs risquent d'être inopérants en cas de présence simultanée de gaz combustibles. Les détecteurs utilisant la technique catalytique risquent dans les mêmes conditions de donner de fausses alertes ou des alertes anticipées.

3.2.3 Influences atmosphériques

La zone à surveiller peut être située en extérieur et être livrée aux intempéries et conditions atmosphériques locales, ou bien être située dans un local dont les conditions ambiantes peuvent être soit contraignantes, soit très variables. D'une façon générale, les conditions ambiantes ou climatiques peuvent avoir les effets suivants :

- la pluie peut provoquer la formation d'un film imperméable aux gaz sur la surface qui sert d'interface entre l'extérieur et l'élément sensible du détecteur,
- les brusques variations de température peuvent provoquer la condensation et la cristallisation d'eau sur cette interface,
- la chaleur peut provoquer des dysfonctionnements des systèmes électroniques des transmetteurs,
- en présence d'embruns ou de brouillards salins, les matériaux métalliques constituant les détecteurs, et en particulier certains matériaux frittés placés devant l'élément sensible, peuvent subir une corrosion et finir par se boucher.

Les conditions extérieures peuvent agir également de façon spécifique pour chacune des techniques de détection. Le tableau ci-après liste les principales influences connues dont il faut tenir compte lors du choix d'un matériel.

Techniques de détection	Principales influences extérieures
Catalytique	Très peu d'influence des conditions ambiantes
Catharométrique	La vitesse de l'air et les variations d'humidité peuvent influencer sur le signal
Semi-conducteur	Les variations d'humidité ont une forte influence sur le signal
Infrarouge	L'utilisation de coiffes anti-intempérie peut augmenter de façon importante le temps de réponse
Electrochimique	Un air ambiant très sec peut faire vieillir prématurément les cellules ; les variations de température si elles ne sont pas correctement compensées peuvent induire des variations de sensibilité

Tableau 7 : principales influences connues

3.2.4 Chocs, vibrations, ondes électromagnétiques

L'installation des détecteurs de gaz est tributaire des infrastructures de la zone à surveiller. Ils peuvent de ce fait être soumis à des vibrations mécaniques – moteurs, passage de véhicules - et des perturbations électromagnétiques – soit en mode "rayonné" (à travers l'air, sans contact) ou bien "induit" (par l'intermédiaire des câbles conducteurs). Ces appareils sont théoriquement conçus pour résister à ces perturbations mais quelques précautions doivent néanmoins être prises pour leur assurer un fonctionnement correct :

- éviter de fixer les appareils sur une structure soumise à des vibrations en permanence ou bien à des secousses fréquentes,
- placer les appareils de façon à éviter les chocs directs (opérations de manutention proches) sur le boîtier du détecteur ; ne pas laisser dépasser la tête de détection de l'appareil dans une zone de passage ; protéger mécaniquement les câbles lorsqu'ils sont apparents et accessibles,
- éviter de faire passer les câbles véhiculant les signaux en faisceaux avec des câbles d'alimentation électrique,
- découpler l'alimentation électrique des appareils de détection de celle des appareils contenant des pièces en mouvement ou de gros transformateurs.

Les détecteurs infrarouge sont certainement plus sensibles aux vibrations que ne le sont les autres techniques de détection en raison de la présence d'éléments optiques alignés. Les détecteurs catalytiques peuvent être sensibles aux chocs, surtout ceux utilisant des éléments sensibles dits "résistants aux poisons", plus volumineux et qui peuvent casser plus facilement.

4. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS

La liste suivante regroupe des constructeurs d'explosimètres et de détecteurs de gaz portatifs et automatiques.

Tableau 8 : Fabricants de détecteurs de gaz inflammables

Nom du fabricant	Coordonnées	Adresse Internet
ADS Analyse détection Sécurité	31, route de Paris RN10 - 78310 Coignières Tél : 01 34 61 36 37	
AUTOCHIM	55, Rue de l'Aubépine - 92168 ANTONY Tél: 01.40.96.11.22 - Fax: 01.40.96.11.30	
BACOU DALOZ	ZI Paris Nord - BP50398 95343 Roissy Charles de Gaulle Cedex Tél : 01 49 90 70 00	http://www.bacou-dalloz.com/
BERTIN TECHNOLOGIES	BP 284 - 78053 ST Quentin en Yvelines Cedex Tél: 01.39.30.61.62 - - Fax: 01.39.30.61.45	http://www.bertin.fr/
Cerberus Siemens Building Technologies	617, rue Fourny – BP 20 - 78531 Buc cedex Tél : 01 30 84 66 00	
DESAUTEL / GALLIN	Route de Bourg BP187- 38505 Voiron Cedex tél : 04 76 05 12 50	
DRAEGER INDUSTRIE	3 c, route de la Fédération - 67 100 STRABOURG Tél : 03.88.40.76.76 - Fax : 03.88.40.76.67	
ICARE	Zone Industrielle St Mitre Est, BP554 13682 Aubagne Cedex, France Tél : 33 (0) 4-42-18-06-00 - Fax : 33 (0) 4-42-03-01-19	http://www.icarenet.com/
MSA France	13, rue de la Guivernone – ZI le vert galant 95310 Saint Ouen Tél : 01 34 32 34 32	
OLDHAM France	ZI Est – rue Orfila – BP 417 – 62027 Arras Cedex	http://www.oldham.fr/
PANAMETRIC SA	11, rue du Renard 92253 La Garenne Colombes cedex Tél : 01.47.82 42 81	http://www.panametrics.fr/
SERVOMEX	8, rue Proudhon - BP 50 93 212 Saint Denis La plaine cedex Tél : 01.49.46.22.50 - Fax : 01.49.46.22.51	http://www.servomex.com/
ZELLWEGER ANALYTICS	Les fermes californiennes – 62, Av. de L'Europe – Emerainville 77436 Marne la Vallée Cedex 2	http://www.zelana.com/

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ASCH Georges et collaborateurs – Les capteurs en instrumentation industrielle (5^{ème} édition)– Dunod, mars 1998.-834p.
- [2] Normes Européennes EN 50054 à EN 50058 - "Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles" – Règles générales et méthodes d’essais ; règles de performances.
- [3] Norme Européenne EN 50073 - "Guide de choix, d’installation et de maintenance des détecteurs industriels de gaz combustibles".
- [4] Techniques de l’ingénieur – " Explosimètres. Détecteurs de gaz " - A. Accorsi – R2380
- [5] Recommandations pour la détection d’une atmosphère explosive gazeuse en milieu industriel – D. Jamois