



## Détecteurs à photo-ionisation (PID)

[ Théorie, usages et applications pour secouristes, policiers, pompiers et techniciens HazMat ]

# Détecteurs à photo-ionisation (PID)

Depuis des années, les services de lutte contre l'incendie, les services de police et les spécialistes en matières dangereuses, ainsi que plus que jamais les services de secours, s'intéressent à la détection et à l'identification des composés chimiques dangereux dans les situations d'urgence. Plusieurs méthodes et technologies sont utilisées, notamment:

- Capteurs catalytiques
- Capteurs électrochimiques
- Chromatographie gazeuse
- Ionisation de flamme
- Photo-ionisation
- Spectrométrie de mobilité ionique
- Ondes élastiques de surface
- Détecteurs colorimétriques

Bien que chacune de ces méthodes ait ses avantages, les détecteurs à photo-ionisation offrent la combinaison parfaite de vitesse de réponse, de facilité d'emploi et d'entretien, de taille, de capacité de détection de basses quantités (de l'ordre du ppm) de nombreux composés dangereux et de prix raisonnable. Les PID sont capables de déceler et de surveiller plusieurs centaines, voire des milliers, de substances toxiques, afin de protéger leurs utilisateurs.

## Qu'est-ce que l'ionisation?

Lorsque le gaz échantillonné absorbe l'énergie de la lampe PID, il passe en état « excité » et son contenu moléculaire change. Le composé perd un électron (e-) et devient donc un ion positif. La substance est alors dite « ionisée ». C'est ce qui se passe à l'intérieur du PID.

Le processus de photo-ionisation est illustré à la figure 1.

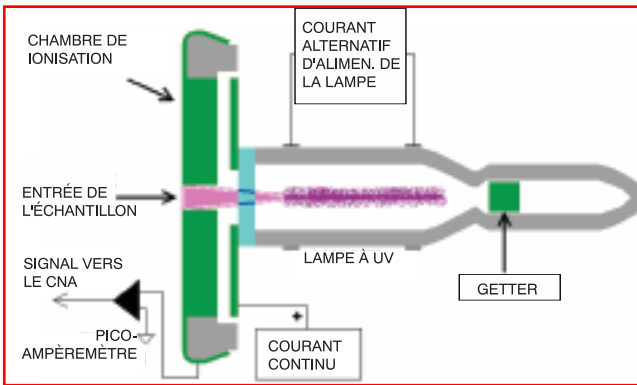


Figure 1. Schéma du processus de photo-ionisation.

## Théorie de fonctionnement

Les PID utilisent l'ionisation comme base de détection. La plupart des substances sont ionisables, certaines mieux que d'autres. La capacité d'une substance à être ionisée est mesurée par son énergie d'ionisation, exprimée en électrons-volts (eV). Cette échelle de mesure généralement va de 7 à environ 16. Les substances de 7 eV sont très faciles à ioniser. Les substances de 12 et 16 eV sont extrêmement difficiles à

| Substance | eV    | Substance           | eV    |
|-----------|-------|---------------------|-------|
| Benzène   | 9.24  | Méthyléthylcétone   | 9.53  |
| Hexane    | 10.18 | Bioxyde de chlore   | 10.36 |
| Toluène   | 8.82  | Hydrogène phosphoré | 9.87  |
| Styrène   | 8.41  | Ammoniac            | 10.18 |

ioniser. Le tableau ci-dessous présente l'énergie d'ionisation de certaines substances communément rencontrées:

Après ionisation des produits chimiques surveillés à l'intérieur de l'instrument, un courant électrique est émis et la concentration du composé est affichée sur le compteur en parties par million (ppm). L'ionisation est effectuée dans les PID par une lampe à ultraviolets. Celle-ci est souvent de la taille d'une ampoule de torche électrique ordinaire et émet une énergie ultraviolette suffisante pour ioniser le composé.

Différentes lampes sont disponibles. En voici deux exemples :

Une lampe de 9,8 eV émet assez d'énergie pour ioniser n'importe quel composé d'énergie d'ionisation inférieure à 9,6 :



- Toluène .....8,82 eV
- Benzène .....9,25 eV
- Propylamine .....8,78 eV
- Styrène .....8,40 eV
- Acétate de vinyle .....9,19 eV

Une lampe de 10,6 eV émet assez d'énergie pour ioniser n'importe quel composé détectable par une lampe de 9,8 eV, plus tout composé d'énergie d'ionisation inférieure à 10,6.



- Alcool propylique .....10,22 eV
- Hydrogène phosphoré ..9,96 eV
- Chlorure de vinyle .....10,00 eV
- Acétaldéhyde .....10,22 eV

## Substances détectables par les PID

Les PID mesurent des composés organiques tels que le benzène, le toluène et le xylène, ainsi que certains composés non-organiques tels que l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène. En général, si les composés mesurés ou détectés contiennent un atome de carbone (C), un PID peut être utilisé. Ce n'est cependant pas toujours le cas: Le méthane (CH<sub>4</sub>) et le monoxyde de carbone (CO), par exemple, ne sont pas détectables par un PID.

Ci-après est une liste de substances communément rencontrées et détectables par un PID :

- Benzène
- Toluène
- Chlorure de vinyle
- Hexane
- Ammoniac
- Isobutylène
- Carburacteur A
- Styrène
- Alcool allylique
- Mercaptans
- Trichloroéthylène
- Perchloroéthylène
- Oxyde de propylène
- Hydrogène phosphoré

## Substances non détectables par les PID

Les PID ne peuvent pas être utilisés pour mesurer les substances communes suivantes:

- Oxygène
- Azote
- Dioxyde de carbone
- Anhydride sulfureux
- Monoxyde de carbone
- Méthane
- Fluorure d'hydrogène
- Chlorure d'hydrogène
- Fluor
- Hexafluorure de soufre
- Ozone

## Facteurs de réponse

La meilleure façon de calibrer un PID pour différents composés est d'utiliser un standard du gaz visé. Ceci n'est cependant pas toujours possible car nécessitant de conserver à cet effet un certain nombre de gaz différents, potentiellement toxiques. Des facteurs de réponse sont donc utilisés à la place. Un facteur de réponse mesure la sensibilité d'un PID à un gaz donné. À l'aide des facteurs de réponse, un utilisateur peut mesurer un grand nombre de composés sur la base d'un seul gaz de calibrage, en général l'isobutylène. Il lui suffit pour cela de simplement multiplier le relevé de l'instrument (calibré pour l'isobutylène) par le facteur de réponse pour obtenir la valeur correcte du composé recherché.

Les modes d'emploi de la plupart des PID comprennent une liste des facteurs de réponse. Certains PID ont les facteurs de réponse des gaz les plus communs préprogrammés dans le logiciel de l'appareil, permettant le calcul automatique des concentrations. Si le composé présent sur le site de contrôle est connu, l'instrument peut être réglé pour afficher directement la mesure du gaz recherché.

## Valeurs seuil de limite (TLV) et Limites d'exposition (PEL)

Les seuils haut et bas d'alarme sont réglés pour l'isobutylène. Si l'utilisateur désire mesurer un autre gaz, il doit déterminer le seuil TLV de ce dernier, puis changer conformément le seuil d'alarme de l'appareil. Le mode d'emploi doit être consulté pour éviter les erreurs de réglage. Les seuils d'exposition chimique se trouvent sous les références ACGIH, NIOSH ou OSHA.

## Un indicateur, pas un analyseur

On fait souvent l'erreur de penser que les PID sont des

analyseurs. Nombreux sont ceux qui s'attendent à ce qu'ils identifient les vapeurs se dégageant d'une fuite de produit, par exemple. C'est une erreur. Bien que les PID soient des appareils extrêmement sensibles et efficaces, ce ne sont pas des analyseurs. Ils ne sont pas capables de déterminer si le produit répandu est du benzène, du kérosène ou de l'iode. Un PID détecte la présence d'une substance et peut vous prévenir dans les situations potentiellement dangereuses, mais des mesures supplémentaires sont nécessaires pour identifier la substance en question et la quantifier.

Voici un exemple de méthode de détermination de la concentration d'une substance sur un site de déversement accidentel:

1. Régler le PID sur l'isobutylène
2. Détecter et enregistrer la mesure
3. Identifier la substance à l'aide d'un panneau ou d'une fiche signalétique.

Si le panneau ou la fiche signalétique indique que la substance est du chlorure de vinyle, régler le facteur de réponse du PID selon ce composé pour obtenir un relevé direct du niveau réel de chlorure de vinyle.

## Applications des PID

### Sécurité nationale

Les attentats terroristes possibles peuvent inclure des produits chimiques industriels tels que le bioxyde de chlore ou l'ammoniac. Les secouristes peuvent utiliser les PID pour déterminer avec confiance si l'un des ces agents chimiques est présent et dans quelle concentration.

Aucune technologie ne fournit une assurance totale, mais l'utilisation de détecteurs PID avec d'autres appareils, comme des détecteurs à ondes élastiques de surface ou des spectromètres de mobilité ionique, garantit une réponse

## Trois façons d'utiliser les facteurs de réponse sur un PID

| Méthode   | Exemple  |
|---|--|
| <b>Méthode n°1 : Facteurs de réponse préprogrammés</b><br>En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Les autres gaz ont reçu des valeurs correctives équivalentes appelées facteurs de réponse. De nombreux facteurs de réponse sont préprogrammés sur le PID. Une fois que l'utilisateur a choisi le gaz à mesurer dans le menu de l'instrument, l'appareil calcule automatiquement à partir du relevé la concentration de gaz corrigée. Le relevé affichera dès lors directement la concentration du gaz recherché. | L'instrument est calibré pour lire les équivalences en isobutylène et montre un relevé de 100 ppm à l'aide d'une lampe de 10,6 eV. L'éthylbenzène est le gaz recherché, avec un facteur de réponse de 0,62. Sélectionner le facteur de réponse préprogrammé. L'instrument affiche environ 62 ppm lorsqu'il est exposé au même gaz, relevant directement la concentration d'éthylbenzène. |
| <b>Méthode n°2 : Facteurs de réponse personnalisés</b><br>En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Si l'utilisateur ne peut pas trouver le gaz désiré dans le menu préprogrammé de l'instrument, l'utilisateur peut lui-même programmer l'appareil avec le gaz et son facteur de réponse. Si l'utilisateur ne connaît pas le facteur de réponse, il peut appeler MSA pour le lui demander.  | Le gaz visé est le tétrahydrofurane. Le facteur de réponse du tétrahydrofurane est 2,1 sous une lampe de 10,6 eV. Lors du calibrage de l'appareil réglé sur 100 ppm d'isobutylène, entre 2,1 fois 100, ou 210, lorsque la concentration de calibrage est demandée à l'écran. L'instrument relève désormais directement la concentration de tétrahydrofurane.                             |
| <b>Méthode n°3 : Facteurs de réponse calculés manuellement</b><br>En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Si l'utilisateur désire lire le relevé d'isobutylène pour un gaz différent et ne souhaite pas utiliser le menu préprogrammé, ni entrer un facteur de réponse personnalisé; il peut calculer manuellement la concentration du gaz recherché. S'il connaît le facteur de réponse, il lui suffit de multiplier le relevé d'isobutylène par cette valeur. Le résultat peut être enregistré extérieurement.   | L'instrument est calibré pour lire les équivalences en isobutylène et montre un relevé de 10 ppm à l'aide d'une lampe de 10,6 eV. Le cyclohexanone est le gaz recherché, avec un facteur de réponse de 0,82. Multiplier 10 par 0,82 pour obtenir une concentration corrigée de cyclohexanone de 8,2.   |

appropriée en cas d'attentat.

### Détection des fuites

Souvent, une fuite est trop faible pour être détectée à l'odeur par les humains. Les PID permettent de déceler les fuites peu abondantes. Ils sont capables de mesurer des concentrations en dessous de 1 ppm.

Les PID peuvent aussi servir à découvrir l'origine d'une fuite. De plus grandes concentrations de gaz se trouvent à l'endroit du problème ou à proximité. Une fois que l'utilisateur a détecté la substance, il peut avancer dans la direction montrant des concentrations plus élevées (à condition de porter un équipement de protection individuel ad hoc) afin de déterminer la provenance de la fuite.

### Monitoring de périmètre

Sur les sites de matières dangereuses, des périmètres sont définis pour délimiter les zones dangereuses. Les PID peuvent être utilisés pour déterminer ou, si l'environnement change, modifier le périmètre. Par exemple, la concentration de toluène est de 5 ppm à la ligne A du périmètre à 10h50. A 11h05, le relevé à la ligne A passe à 10 ppm à la suite d'un changement de direction du vent. Ceci signifie que le périmètre peut avoir à être étendu plus loin.

### Démarquage des déversements

Parce que l'eau et la mousse sont souvent utilisés sur les sites contenant des matières dangereuses, différents liquides peuvent se trouver sur le sol en outre du produit déversé. Un PID permet de trouver plus facilement les endroits contaminés, tout en « ignorant » les flaques de mousse ou d'eau. Le

détecteur ne réagit pas en présence d'eau ou de mousse.

### Rémédiation

Souvent, les matières dangereuses peuvent contaminer des étendues d'eau ou les sols, posant des problèmes de pollution à long terme. Les PID sont extrêmement utiles pour déterminer sur des échantillons de sol si une rémédiation est nécessaire en conjonction avec les lois applicables.

### Enquêtes sur les incendies

Les PID servent souvent à détecter les accélérateurs sur les lieux d'incendie. Ils sont capables de relever les faibles concentrations des produits utilisés pour accélérer les incendies. Une fois la détection faite par le PID, un échantillon peut être prélevé et envoyé à un laboratoire pour analyse. Dans cette application, il est recommandé de régler le PID sur le facteur de réponse de l'isobutylène pour applications générales.

### Monitoring des seuils TLV Diesel

En chimie marine, les nouveaux seuils TLV définis par l'ACGIH pour le diesel sont désormais ceux mesurés. La présence de diesel sur le lieu de travail et les vapeurs associées sont considérées des facteurs carcinogènes depuis longtemps, ainsi qu'une source de pollution particulaire associée aux maladies pulmonaires. Le nouveau seuil TLV est de 15 ppm de vapeur diesel. C'est un niveau très strict, auquel les chimistes de la mer doivent désormais se conformer. L'échantillonnage des vapeurs diesel et l'enregistrement des résultats sont des aspects importants des inspections. Les mesures sont effectuées dans les réservoirs de

carburant, les soutes et en salle des machines.

### Détermination de l'équipement de protection individuel (EPI) requis

L'une des questions fondamentales à se poser en cas de déversement d'une matière dangereuse est : « Quel type d'EPI utiliser? » Le site est-il réellement dangereux? Un scaphandre de classe A ou un appareil respiratoire autonome est-il nécessaire? Un PID aide à déterminer l'EPI correspondant au problème.

### Décontamination

Après intervention, le PID peut servir à déterminer si l'un des techniciens intervenus doit être décontaminé, en vérifiant l'absence de contamination de l'équipement de protection. Ceci aide aussi à décider si un vêtement doit ou non être jeté, ce qui peut se traduire par des économies pour le service.

### Conclusion

Les PID sont des outils extrêmement précieux pour la sécurité nationale, la police, la lutte contre l'incendie et les interventions en cas de déversement de matières dangereuses. Leur sensibilité, leur détection de faibles concentrations et leur capacité à détecter de nombreux composés différents leur permet d'être utilisés dans un large éventail d'applications. En d'autres mots, les PID simplifient le dur travail des secouristes, des policiers, des pompiers et des techniciens HazMat.

**Remarque:** Cette brochure ne contient qu'une description générale des produits illustrés. En aucune circonstance ces produits ne doivent-ils être utilisés par des personnes non qualifiées ou n'ayant pas reçu la formation nécessaire et sans avoir lu et compris au préalable les notices d'avertissement et de précautions. Ce sont ces notices et elles-seules qui contiennent les informations complètes détaillées d'entretien et d'usage corrects de ces appareils.  
ID 0803-11FR/Janvier 2004  
©MSA 2004 Imprimé aux États-Unis.



**Siège social:**  
P.O. Box 426, Pittsburgh  
PA 15230 États-Unis  
Courriel [info@MSA.net](mailto:info@MSA.net)  
[www.MSA.net](http://www.MSA.net)  
[www.MSAfire.com](http://www.MSAfire.com)

**Service clientèle aux États-Unis:**  
Téléphone 1-800-MSA-2222  
Fax 1-800-967-0398

**MSA Canada:**  
Téléphone 1-800-MSA-2222  
Fax 905-238-4151

**MSA Mexico:**  
Téléphone 52-55 2122-5770  
Fax 52-55 359-4330

**MSA International:**  
Téléphone (412) 967-3354  
Fax (412) 967-3451

### Des bureaux et des représentants partout dans le monde

Pour plus de détails:

