

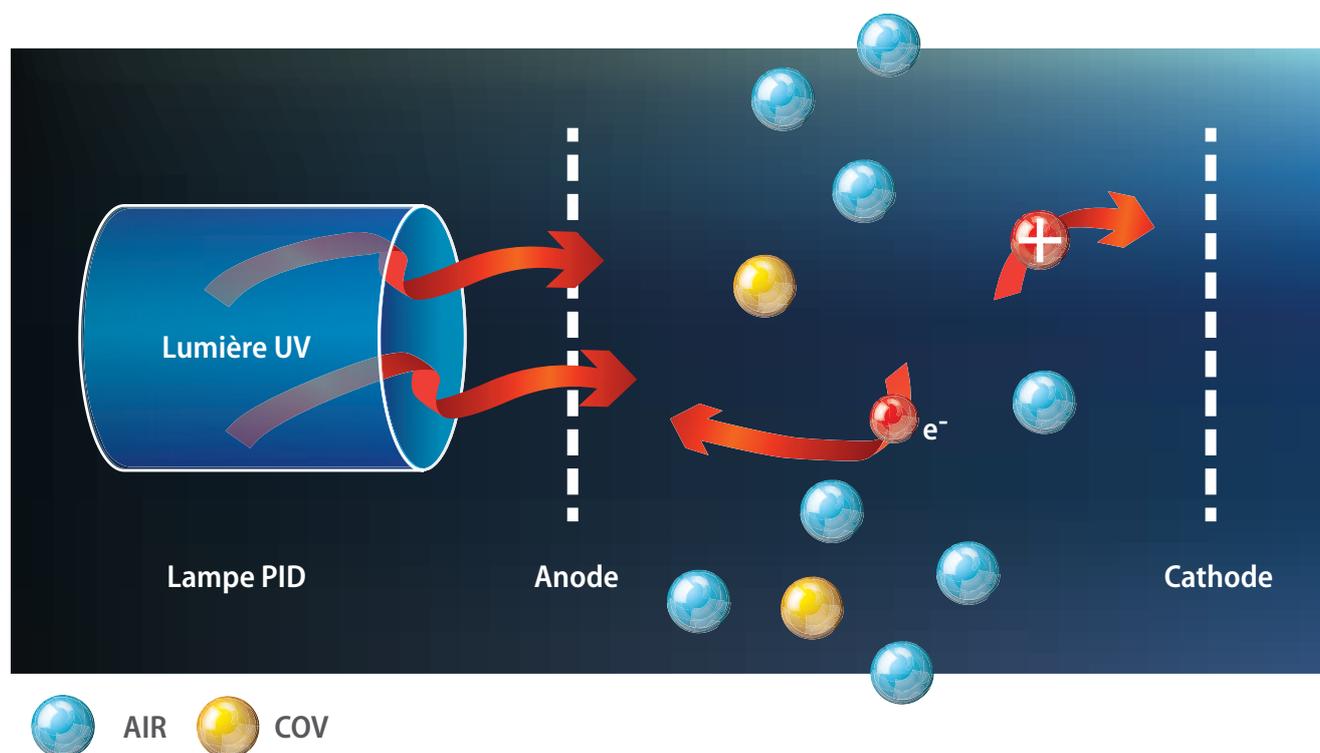
# Détecteurs à photo-ionisation (PID) Théorie, utilisation et applications

## Technologie de photo-ionisation et fonctionnement

Les PID détectent et surveillent efficacement de nombreuses substances dangereuses, offrant ainsi un avantage considérable et une sécurité optimale aux utilisateurs. Bien qu'il existe de nombreuses méthodes de détection des gaz dangereux, les détecteurs à photo-ionisation offrent à la fois une grande rapidité de réponse et une simplicité d'utilisation et d'entretien, tout cela dans un appareil compact capable de détecter de faibles concentrations de substances, y compris la plupart des composés organiques volatils (COV).

La capacité de détection des PID repose sur *l'ionisation*. Lorsqu'un gaz échantillonné absorbe l'énergie d'une lampe PID, le gaz est excité et son contenu moléculaire est altéré.

Le composé perd un électron ( $e^-$ ) et devient un ion chargé positivement. Une fois ce processus achevé, la substance est dite *ionisée*. L'illustration ci-dessous représente une photo-ionisation.



La plupart des substances peuvent être ionisées, certaines plus facilement que d'autres. La capacité d'ionisation d'une substance est mesurée en tant que potentiel d'ionisation (IP), exprimé en électronvolt (eV). Cette échelle de mesure d'énergie va généralement de 7 à environ 16. Les substances de 7 eV sont très faciles à ioniser ; celles entre 12 eV et 16 eV sont extrêmement difficiles à ioniser. Voici les IP de certaines substances courantes :

SUBSTANCE	IP
BENZÈNE	9,25
HEXANE	10,13
TOLUÈNE	8,82
STYRÈNE	8,47
MÉTHYLÉTHYL- CÉTONE (MEK)	9,51
XYLÈNE	8,56
PHOSPHINE	9,87

Lorsque des produits chimiques surveillés sont ionisés à l'aide d'un détecteur PID, un courant électrique est généré et la concentration du composé s'affiche en partie par million (ppm). Les PID utilisent une lampe ultraviolette (UV) pour ioniser le composé à surveiller. La lampe, généralement de la taille d'une ampoule de lampe-torche ordinaire, émet suffisamment d'énergie ultraviolette pour ioniser le composé. Une lampe à 10,6 eV dégage assez d'énergie pour ioniser tout composé avec un IP inférieur 10,6 eV, y compris tous ceux pouvant être ionisés avec une lampe de 9,8 eV. Bien qu'un nombre limité de composés nécessite une lampe à 11,7 eV, les lampes de ce type présentent une instabilité intrinsèque résultant en une durée de vie très courte ; de nombreux utilisateurs recherchent donc des méthodes de détection alternatives pour ces composés.



#### TYPES DE SUBSTANCES QUE LES PID PEUVENT DÉTECTER

Les PID mesurent des composés organiques tels que le benzène, le toluène et le xylène, ainsi que certains composés inorganiques comme l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène. En règle générale, si les composés mesurés ou détectés contiennent un atome de carbone (C), il est possible d'utiliser un PID. Ce n'est toutefois pas toujours le cas, car le méthane (CH<sub>4</sub>) et le monoxyde de carbone (CO) ne peuvent pas être détectés avec un PID. La liste suivante, non exhaustive, répertorie certaines substances courantes qu'un PID peut détecter et surveiller :

- Benzène
- Toluène
- Chlorure de vinyle
- Hexane
- Isobutylène
- Kérosène
- Styrène
- Alcool allylique
- Mercaptans
- Trichloréthylène
- Perchloroéthylène
- Oxyde de propylène
- Phosphine

#### SUBSTANCES QUE LES PID NE PEUVENT PAS DÉTECTER

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

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

#### FACTEURS DE RÉPONSE

La meilleure méthode de calibrage d'un PID pour différents composés est d'utiliser un étalon du gaz concerné. Cependant, cela n'est pas toujours pratique, car il est alors nécessaire de conserver à cet effet un assortiment de gaz parfois potentiellement dangereux. Pour résoudre ce problème, des facteurs de réponse sont utilisés. Un facteur de réponse est une mesure de la sensibilité d'un PID à un gaz donné. À l'aide des *facteurs de réponse*, les utilisateurs peuvent mesurer un grand nombre de composés au moyen d'un seul gaz de calibrage, généralement l'isobutylène. On utilise *l'isobutylène*, car il est proche du point d'ionisation médian de la plupart des COV et n'est ni inflammable ni toxique aux faibles concentrations utilisées pour le calibrage. Les utilisateurs doivent simplement multiplier la lecture de l'instrument (calibré pour l'isobutylène) par le facteur de réponse pour obtenir la valeur corrigée du composé concerné.

Les manuels d'instruction de la plupart des PID incluent une liste des facteurs de réponse ; dans certains PID, les facteurs de réponse des gaz les plus courants sont programmés dans le logiciel de l'instrument, permettant d'effectuer automatiquement tous les calculs des facteurs de réponse. Si le composé présent sur un site de test est connu, l'instrument peut être paramétré pour indiquer directement la mesure du gaz recherché.

## VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (VLEP) ET LIMITES D'EXPOSITION ADMISSIBLES (PEL)

Des valeurs d'alarme haute et basse par défaut sont généralement définies pour l'isobutylène. Si les utilisateurs doivent surveiller un gaz différent, ils doivent déterminer les VLEP pour le gaz concerné et changer le niveau d'alarme de l'instrument en conséquence. Il convient de se rapporter aux manuels d'utilisation de l'instrument pour s'assurer que les instructions appropriées sont respectées. Les valeurs limites des produits chimiques sont disponibles dans les réglementations ACGIH, NIOSH, OSHA ou locales.

## INDICATEUR VERSUS ANALYSEUR

Il est erroné de croire que les PID sont des *analyseurs*. De nombreuses personnes s'attendent à ce qu'un PID identifie exactement la substance présente sur un site, mais ce n'est pas le cas. Même si les PID sont des outils extrêmement sensibles et efficaces, ce ne sont pas des analyseurs et ils ne peuvent pas déterminer si une substance est par exemple du benzène ou du kérosène. Un PID peut détecter la présence d'une substance et alerter l'utilisateur de toute situation potentiellement dangereuse, mais des étapes supplémentaires sont nécessaires pour identifier convenablement la composition exacte de la substance en question et la quantifier. Voici un exemple de procédure d'identification de la concentration d'une substance sur un site de déversement :

1. Régler le PID pour l'isobutylène.
2. Lancer la détection et enregistrer un relevé.
3. Identifier la substance spécifique à l'aide d'un panneau ou d'une fiche de données de sécurité.

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

## APPLICATIONS DES PID POUR L'HYGIÈNE INDUSTRIELLE

Les PID constituent des outils de détection idéaux en matière d'évaluation des risques grâce à leur capacité de détection de risques multiples à des concentrations très faibles. Bien que les PID n'identifient pas de composés spécifiques, ils sont largement utilisés pour identifier les origines de fuite et les types de composés. Une attaque chimique potentielle peut faire intervenir des produits chimiques industriels ; les premiers secours peuvent utiliser les PID pour déterminer avec certitude la présence d'un produit chimique et, le cas échéant, mesurer précisément sa concentration à l'aide d'un facteur de référence.

## ESPACE CONFINÉ

L'activité industrielle produit de nombreux gaz et vapeurs toxiques comme composants ou sous-produits. L'utilisation d'un PID pour le contrôle et la surveillance continue au sein d'un espace confiné permet une évaluation plus complète et une meilleure protection que lorsqu'il n'est utilisé qu'en complément de la configuration standard de l'instrument pour 4 gaz.

## Trois méthodes d'utilisation de facteurs de réponse avec les PID

MÉTHODE	EXEMPLE
<p><b>Méthode n° 1 : facteurs de réponse préprogrammés</b> En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Des valeurs correctives correspondantes, appelées facteurs de réponse, sont appliquées pour les centaines d'autres gaz existants. De nombreux facteurs de réponse correspondants sont préprogrammés sur les instruments PID. Une fois que les utilisateurs ont choisi le gaz à mesurer dans le menu de l'instrument, l'appareil calcule automatiquement le relevé de la concentration de gaz corrigée du gaz concerné. Le relevé direct mesure désormais la concentration du gaz sélectionné.</p>	<p>L'instrument est calibré pour lire les équivalences en isobutylène pour un relevé de 100 ppm avec une lampe de 10,6 eV. L'éthylbenzène est le gaz recherché, avec un facteur de réponse de 0,51. Sélectionner le facteur de réponse préprogrammé ; l'instrument indique maintenant environ 51 ppm lorsqu'il est exposé au même gaz : il relève directement les valeurs de la concentration d'éthylbenzène.</p>
<p><b>Méthode n° 2 : facteurs de réponse personnalisés</b> En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Si les utilisateurs ne trouvent pas le gaz recherché dans la liste du menu préprogrammé de l'instrument, ils peuvent programmer un gaz personnalisé et son facteur de réponse. Si les utilisateurs ne connaissent pas le facteur de réponse correspondant, ils sont invités à contacter MSA et à demander qu'un facteur de réponse personnalisé soit calculé spécialement pour leur application.</p>	<p>Le gaz recherché est le tétrahydrofurane. Le facteur de réponse du tétrahydrofurane est 1,6 avec une lampe de 10,6 eV. Programmer un gaz personnalisé pour le tétrahydrofurane avec un facteur de réponse de 1,6 et sélectionner celui-ci pour utilisation. L'instrument relève désormais directement les valeurs de la concentration de tétrahydrofurane.</p>
<p><b>Méthode n° 3 : facteurs de réponse calculés manuellement</b> En général, les détecteurs PID sont calibrés pour 100 ppm d'isobutylène. Si les utilisateurs choisissent de lire le relevé direct d'isobutylène pour un gaz différent et ne souhaitent pas utiliser les facteurs de réponse préprogrammés ou personnalisés, ils peuvent alors calculer manuellement le relevé direct du gaz recherché. S'ils connaissent le facteur de réponse du gaz à mesurer, ils peuvent multiplier manuellement le relevé d'isobutylène par le facteur de réponse connu. Le résultat de cette équation peut être consigné en dehors de l'instrument.</p>	<p>L'instrument est calibré avec l'isobutylène pour lire les équivalences en isobutylène pour un relevé de 10 ppm avec 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.</p>

## DÉTECTION DE FUITES

La concentration d'une fuite est souvent trop faible pour être détectée à l'odeur par les humains. Les PID sont couramment utilisés pour détecter les fuites peu abondantes en raison de leur aptitude à détecter des composés à des concentrations inférieures à 1 ppm.

Les PID peuvent aussi être utilisés pour détecter l'origine d'une fuite. Des concentrations de gaz supérieures sont relevées à la source de la fuite ou à proximité. Lorsqu'une substance est détectée, les utilisateurs portant un équipement de protection individuelle adapté peuvent se diriger vers les concentrations plus élevées pour essayer d'identifier l'origine de la fuite.

## SURVEILLANCE DE PÉRIMÈTRE

Sur les sites accueillant des matières dangereuses, des périmètres sont définis afin de contenir les zones à risque. Les PID peuvent être utilisés pour définir et, si cela devient nécessaire en raison de conditions environnementales variables, modifier les lignes de périmètre. Par exemple, la concentration de toluène est relevée à 5 ppm sur la ligne de périmètre A à 10 h 50. À 11 h 05, le relevé de la ligne A s'élève à 10 ppm en raison du changement de direction du vent, indiquant aux travailleurs exposés aux matières dangereuses qu'il peut être nécessaire d'étendre la ligne.

## DÉLIMITATION DES DÉVERSEMENTS

De l'eau et de la mousse étant régulièrement utilisées sur les sites accueillant des matières dangereuses, toute substance renversée par inadvertance sur le sol est susceptible de se mélanger à divers autres liquides.

Les PID sont efficaces pour localiser les substances dangereuses sans tenir compte de la mousse et de l'eau, car ils ne réagissent pas à ces dernières.

## ASSAINISSEMENT

Les déversements de matières dangereuses peuvent contaminer les masses d'eau ou le sol, posant potentiellement des problèmes environnementaux à long terme.

Les PID sont extrêmement utiles pour prélever des échantillons du sol et déterminer si un assainissement est nécessaire en lien avec les réglementations environnementales applicables.

## ENQUÊTE SUR UN INCENDIE CRIMINEL

Les PID sont couramment utilisés pour détecter les accélérateurs sur les scènes post-incendie. Lorsque le relevé PID détecte quelque chose, un échantillon de cette zone spécifique peut être prélevé pour analyse en laboratoire. Pour cette application, il est recommandé que les PID soient calibrés sur le facteur de réponse de l'isobutylène pour obtenir des indications d'usage général.

## CONCLUSION

Les PID sont des outils extrêmement précieux pour les applications industrielles, de sécurité nationale, de maintien de l'ordre, de lutte contre les incendies et d'intervention sur des matières dangereuses. La sensibilité des PID, la détection de niveaux de concentrations faibles et la capacité de détecter plusieurs composés différents permettent aux PID de simplifier et d'améliorer l'efficacité de la réalisation de ces tâches difficiles.



## Votre contact direct

**France**  
Zone Industrielle Sud  
01400 Châtillon sur Chalaronne  
Tél. +33 474 550155  
Fax +33 474 554799  
ALTAIR5XPID@MSAsafety.com

**Maroc**  
1, Bd Sidi Mohammed Ben Abdellah  
BP 153- Mohammedia  
Tél. +212 5233 21894/95  
Fax: +212 5233 21922  
msa.assistante@menara.ma

**Suisse**  
Schlüsselstr. 12  
8645 Rapperswil-Jona  
Tél. +41 43 2558900  
Fax +41 43 2559990  
info.ch@MSAsafety.com

**Belgique**  
Duwijkstraat 17  
2500 Lier  
Tél. +32 3 4919150  
Fax +32 3 4919151  
info.be@MSAsafety.com