

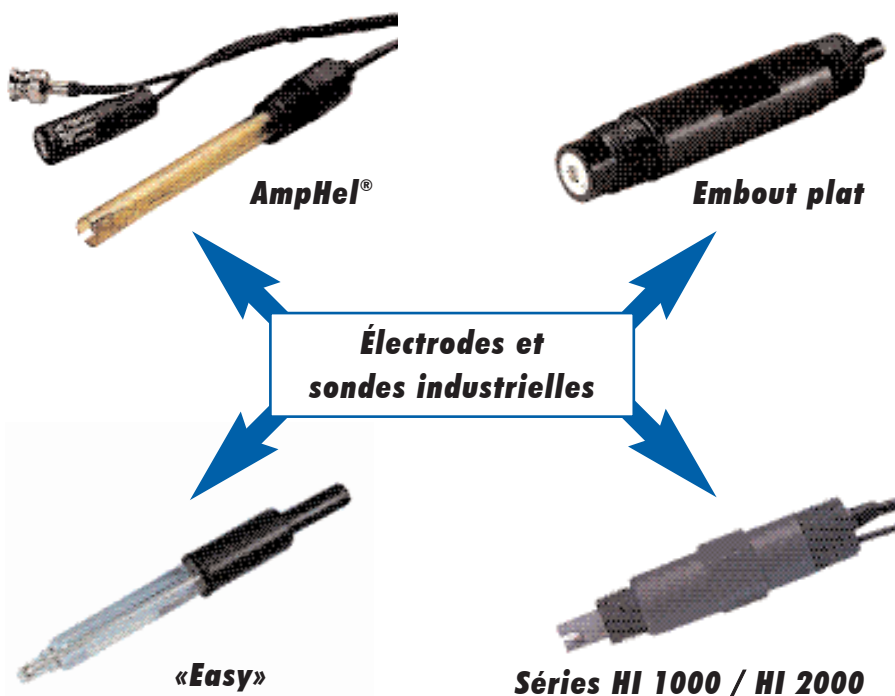
# Électrodes et sondes industrielles



| Table des matières                  | Page  |
|-------------------------------------|-------|
| Introduction                        | T2.2  |
| Électrodes à embout plat            | T2.8  |
| Électrodes de pH et rédox AmpHel®   | T2.12 |
| Séries HI 1000 et HI 2000           | T2.14 |
| Électrodes «Easy» de pH et rédox    | T2.17 |
| Sondes de conductivité              | T2.20 |
| Sondes industrielles de température | T2.22 |
| Supports d'électrode et accessoires | T2.23 |

## Électrodes et sondes industrielles

Depuis le début des années 90, **HANNA instruments**® est chef de file dans la recherche et le développement des électrodes de pH et rédox. Aujourd'hui, **HANNA instruments**® est fière de présenter la toute dernière famille des électrodes industrielles, soit la série à embout plat, qui complète la vaste gamme d'électrodes **HANNA instruments**® convenant à toute application de traitement. Toutes les électrodes de pH et rédox industrielles **HANNA instruments**® sont combinées, c'est-à-dire que la demi-cellule de référence et la demi-cellule de mesure sont assemblées dans le même boîtier.



### Demi-cellule de référence

La demi-cellule de référence procure un potentiel de référence connu et stable. Durant la durée de vie de l'électrode, ce potentiel peut varier, ce qui détermine la fin de durée de vie de l'électrode. Les principales causes de variation du potentiel de référence sont les suivantes :

- contamination de l'électrolyte
- dilution
- réaction électrochimique
- obstruction de la jonction

**HANNA instruments**® a trouvé les solutions permettant de surmonter ces difficultés grâce à plusieurs années d'expérience et aux essais réalisés sur la durée de vie de l'électrode dans des applications industrielles.





### **Contamination de l'électrolyte**

La contamination de la demi-cellule de référence est reliée à la diffusion de substances externes dans la chambre de référence (oxydants puissants, réducteurs, agents complexants).

La combinaison de la technologie à double jonction de **HANNA instruments**® et d'un électrolyte de référence à polymère permet de réduire la vitesse du processus de diffusion et de maintenir la stabilité du potentiel de référence pour une longue période.

### **Dilution**

Lorsqu'une cellule de référence contenant une solution très concentrée entre en contact avec un échantillon de solution d'eau de moindre concentration, un phénomène de diffusion se produit à la jonction de l'électrolyte et de l'échantillon, c'est-à-dire que l'électrolyte (KCl) est diffusé dans la solution échantillonnée. Ce processus provoque une dilution progressive de l'électrolyte de référence et cause une variation conséquente du potentiel de référence.

La technologie à double jonction de **HANNA instruments**® et l'utilisation d'un volume important d'électrolyte (jusqu'à trois fois supérieur au volume utilisé dans les électrodes conventionnelles) rend l'effet de dilution négligeable.

### **Réaction électrochimique**

Dans bon nombre d'applications industrielles, il est possible d'obtenir une différence de potentiel entre le point de mesure et l'instrument. Cette complication émet des courants pouvant détruire l'élément Ag/AgCl de la demi-cellule de référence et crée des potentiels incorrects et instables.

La solution simple et efficace de **HANNA instruments**® pour surmonter ce problème est une entrée différentielle intégrée (matching pin) dans les électrodes industrielles; il s'agit d'une caractéristique unique sur le marché. L'entrée différentielle (reportez-vous aux pages suivantes), constituée d'un élément en acier inoxydable ou en titane, doit être reliée à l'instrument pour éviter les problèmes de mise à la terre, ce qui permet de prolonger la durée de vie de l'électrode.

### **Colmatage de la jonction**

Les applications industrielles courantes demandent un contrôle continu du pH et du rédox. Cela suppose un nettoyage et un entretien périodiques de la jonction d'électrode afin d'assurer un contact stable et reproductible entre l'échantillon et la jonction. La fréquence des procédures de nettoyage dépend du type et du matériau de la jonction.

Les électrodes industrielles **HANNA instruments**® sont dotées de différents types de jonctions. Nous tenons particulièrement à ne pas oublier la jonction poreuse en Teflon® utilisée pour les électrodes à embout plat, lesquelles, de par leur forme, peuvent fonctionner durant des mois sans entretien.

### **Demi-cellule de mesure**

Toutes les électrodes de pH **HANNA instruments**®, pour les applications industrielles, comportent une cellule de mesure pourvue d'un capteur de verre. Même s'il est difficile à manipuler, le capteur de verre demeure tout de même la seule solution à bon nombre d'exigences industrielles. Vous trouverez ci-après une liste des principales causes réduisant la durée de vie des électrodes. Pour corriger le problème,

- pour température élevée
- pour basse température
- pour échantillons contenant de l'acide fluorhydrique



HANNA instruments® peut fournir un capteur de verre pouvant résister aux environnements industriels énumérés précédemment.

| Type de verre | Application                           | Gamme pH | Gamme température |
|---------------|---------------------------------------|----------|-------------------|
| LT            | Basse température                     | 0 à 12   | -10 à 80°C        |
| HT            | Haute température                     | 0 à 14   | 0 à 100°C         |
| HF            | Échantillons avec acide fluorhydrique | 0 à 10   | -5 à 60°C         |

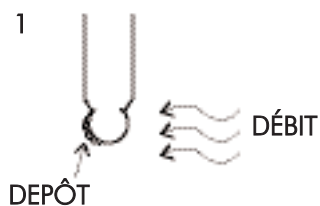
### Stress mécanique

Dans le cas d'une installation en ligne, le capteur de verre de l'électrode pH peut être endommagé par des courants de solutions présentant des matières solides en suspension.

Les électrodes à embout plat constituent la meilleure solution à ce problème. L'embout plat élimine virtuellement les dépôts pouvant encrasser l'électrode, ce qui permet de réduire grandement l'entretien nécessaire.



#### Avantages d'un embout plat



La surface exposée de l'électrode deviendra encrassée, un nettoyage fréquent sera donc nécessaire.



La forme plate de l'embout de l'électrode élimine pratiquement tous les dépôts.

### Matériaux du corps de l'électrode: verre, PVDF ou Ultem®

#### Verre

L'électrode au corps de verre peut résister à des applications soumises à une pression et à une température élevées. Le corps de verre procure aussi une résistance élevée aux produits chimiques agressifs (seules l'acide fluorhydrique et les solutions alcalines puissantes peuvent endommager le verre).

#### PVDF

Le corps en PVDF utilisé pour la série à embout plat résiste aux applications soumises à une pression et à une température élevées, et assure une résistance élevée aux produits chimiques et au stress mécanique. Ces caractéristiques font que le matériau PVDF est le plus recommandé pour bon nombre d'applications industrielles. Le PVDF est également non toxique et compatible avec les aliments.

#### Ultem®

L'Ultem® est un matériau de plastique spécial proposé par HANNA instruments® pour produire des électrodes convenant tant à une application sur le terrain qu'à un environnement industriel. Une électrode constituée d'un corps en Ultem® représente une très bonne combinaison de résistance aux produits chimiques et au stress mécanique. De plus, cette électrode peut être utilisée dans des applications industrielles non critiques (ex. : piscines) ou avec des instruments de mesure portatifs pour le contrôle de routine sur le terrain, par exemple : puits, lacs et rivières ou eaux usées.





### **AmpHel®: pourquoi et quand les utiliser**

La forte impédance du capteur de verre de l'électrode pH (habituellement 100 Mohms, peut atteindre 800 Mohms selon la température) signifie qu'un très faible signal est disponible pour la mesure, qui est difficile à traiter surtout entre l'électrode et l'instrument. Cette distance est habituellement couverte par des câbles spéciaux présentant un taux de blindage très élevé et un isolant électrique. Toutefois, l'utilisation de ces câbles ne permet pas de couvrir une distance supérieure à 5 mètres.

Dans les installations industrielles, il devient difficile de limiter la distance entre l'électrode et l'instrument de mesure à seulement 5 mètres. Les instruments de mesure sont souvent installés dans des locaux éloignés de la zone où les mesures de pH doivent être réalisées. Pour résoudre ce problème, il est possible d'utiliser un amplificateur.

Les amplificateurs sont généralement fournis dans des boîtiers étanches pouvant résister aux pires conditions. L'amplificateur de pH requiert une source d'alimentation et doit normalement garantir l'isolation électrique entre la source d'alimentation et le circuit d'amplification. Il est parfois difficile de disposer d'une source d'alimentation près de l'électrode de mesure. Dans ce cas, il est possible qu'un amplificateur à 2 fils muni d'une sortie 4-20 mA puisse résoudre ce problème (voir produits HI 8614 et HI 8614L de HANNA instruments®). Ces amplificateurs ne peuvent être utilisés que conjointement à des instruments dotés d'une entrée 4-20 mA. Pour surmonter ces difficultés, HANNA instruments® a développé en 1988 l'électrode AmpHel® (Amplified pH Electrode). L'électrode AmpHel® comprend un amplificateur intégré de pH à haute impédance et la pile requise pour le faire fonctionner. La sortie demeure à deux fils, tout comme celle du câble coaxial classique, mais elle est à faible impédance et non plus à haute impédance ce qui permet d'effectuer un raccordement de 75 mètres sans créer de délai dans la mesure.

### **Fragilité des câbles**

Un câble coaxial à haute impédance, lorsque installé à plus de 5 mètres de l'électrode, comporte toujours des risques de dommages. Souvent les installateurs le placent dans des conduits souterrains, comme pour les câbles électriques. Pendant la pose du câble, sa gaine peut facilement être égratignée par l'abrasion. Sous l'isolation se trouve un blindage raccordé à l'électrode de référence qui, dans le cas de câbles enfouis dans des conduits souterrains, peut entrer en contact avec l'humidité de l'air et, par conséquent, avec le circuit de mise à la terre des installations électriques. Il est impossible que l'électrode de pH puisse mesurer correctement dans de telles conditions, et elle fournit alors de fausses indications qui peuvent parfois varier de plusieurs unités de pH. Il s'agit là d'une autre bonne raison d'éviter les câbles d'une longueur supérieure à 5 mètres.

### **Raccordement câble-électrode**

Certains fabricants d'origine allemande ont développé des électrodes de pH sans câble qui utilisent plutôt un connecteur coaxial comme terminal. L'objectif était de pouvoir substituer l'électrode sans devoir substituer le câble de raccordement. Avec le temps, il est apparu évident que cette solution comporte de nombreux dangers puisque l'électrode est souvent insérée à l'intérieur d'un porte-électrode qui la protège du liquide à mesurer (mesures dans des réservoirs).

De la condensation se crée à l'intérieur du porte-électrode en raison des variations de température entre le jour et la nuit. Cette condensation diminue l'isolation du connecteur et l'électrode perd une partie de son signal. Quand une électrode perd son signal, la f.é.m. générée diminue et la mesure se rapproche de 7. Donc, au lieu d'afficher pH 3 par exemple, l'instrument affiche pH 3,5 ou 4 risquant ainsi d'activer des dosages nocifs pour le système.



### **Entrée différentielle**

Dans bon nombre d'applications industrielles, surtout dans les bains de placage, les problèmes de courant induit sont très fréquents.

Lorsqu'une électrode conventionnelle est utilisée, la demi-cellule de référence étant reliée à l'électrode et à l'instrument, une intensité de courant se produit à l'intérieur de la demi-cellule de référence, ce qui entraîne des fluctuations des mesures et endommage gravement l'élément de Ag/AgCl.

La tige d'entrée différentielle protège l'élément de référence contre les champs électriques externes. Comme les schémas l'indiquent, l'entrée différentielle permet de réaliser des mesures afin d'assurer la stabilisation et une régulation efficace du traitement. Afin de bien fonctionner, la tige de l'entrée différentielle doit toujours être immergée dans la solution à mesurer; c'est pourquoi, la tige est insérée près de la jonction de l'électrode.

### **Effets de la température**

La température de l'échantillon est un paramètre très important pour les solutions dont le pH diffère de la valeur 7,0. En fait, à un pH de 7,0, aucune compensation de température n'est requise.

Le capteur de température intégré à l'électrode à embout plat assure une compensation correcte pour les variations de température en tout temps parce qu'il mesure la température de l'échantillon au même endroit que l'électrode de pH, avec la même inertie thermique, ce qui évite toute fluctuation brusque de la mesure. De plus, la sonde de température intégrée facilite toute installation.

### **Une électrode pour chaque application**

Le tableau figurant sur la page suivante énumère les applications industrielles les plus courantes ainsi que les électrodes **HANNA instruments**® correspondantes recommandées.

Pour chaque application, plusieurs modèles sont offerts. Ces modèles présentent différentes options en fonction de:

- la dimension de l'électrode
- les types de connexion
- les exigences en matière d'installation
- les accessoires (entrée différentielle, sonde Pt100 ou Pt1000)

**HANNA instruments**® produit une vaste gamme d'électrodes industrielles pour tout besoin d'application spécifique





### Applications industrielles communes, électrodes de pH

| Application  | Séries d'électrode | Code de produit        |
|--|--------------------|------------------------|
| EAU USÉE DOMESTIQUE  | EMBOUT PLAT        | HI 1026-2005           |
| TRAITEMENT DE FOSSE SEPTIQUE, EAUX USÉES                       | EASY               | HI 1090B/5             |
| EAUX USÉES INDUSTRIELLES                                       | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | HI 1000            | HI 1003/5              |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| INDUSTRIE ALIMENTAIRE<br>(Bière, confiture, produits laitiers) | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | EASY               | HI 1090B/5             |
| NEUTRALISATION CHIMIQUE  | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| EAU POTABLE (> 400µS/cm)                                       | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | HI 1000            | HI 1001                |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| TOURS DE REFROIDISSEMENT                                       | EMBOUT PLAT        | HI 1006-1005           |
|  | AmpHel®            | HI 6291005             |
|  | HI 1000            | HI 1002/5              |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| ADOUCCISSEMENT DE L'EAU  | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 6291005             |
|  | HI 1000            | HI 1001/5, HI 1002/5   |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| DÉMINÉRALISATION   | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | EASY               | HI 1090B/5             |
| SOLUTIONS<br>À BASSE CONDUCTIVITÉ                              | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
| PISCINES   | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
| EAU SALÉE  | EMBOUT PLAT        | HI 1026-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | EASY               | HI 1090B/5             |
| BAINS DE PLACAGE   | EMBOUT PLAT        | HI 1006-3005           |
|  | AmpHel®            | HI 8299505             |
|  | HI 1000            | HI 1003/5              |
|  | EASY               | HI 1210B/5             |
| INDUSTRIE DU SUCRE,<br>INDUSTRIE DU PAPIER                     | EMBOUT PLAT        | HI 1006-2005           |
|  | AmpHel®            | HI 5291005             |
|  | EASY               | HI 1090B/5             |
| INDUSTRIE TEXTILE, TANNERIES                                   | EMBOUT PLAT        | HI 1006-3005           |
| ÉCHANTILLONS AVEC<br>ACIDE FLUORHYDRIQUE                       | EMBOUT PLAT        | HI 1006-4005           |
|  | AmpHel®            | HI 7291005, HI 7299505 |

### Applications industrielles communes, électrodes de pH

| Application  | Séries d'électrode | Code de produit    |
|--|--------------------|--------------------|
| OXYDATION DE CYANURES & NITRITES,<br>OZONISATION & PRODUITS OXYDANTS | EMBOUT PLAT        | HI 2004-2005       |
|  | AmpHel®            | HI 6493005         |
|  | HI 2000            | HI 2013/5          |
| PRODUITS RÉDUCTEURS<br>(Réduction du chrome)                         | EMBOUT PLAT        | HI 2004-1005       |
|  | AmpHel®            | HI 6293005         |
|  | HI 2000            | HI 2003/5          |
|  | EASY               | HI 3210B/5         |
| PISCINES   | HI 2000            | HI 2001, HI 2003/5 |
|  | EASY               | HI 3210B/5         |