

# Mesure du pH



Sélection appareil  
Electrodes  
Équipement idéal  
Température  
Opérations délicates  
Contrôle du système  
Maintenance

**Optimisation du flux de travail de mesure du pH**  
en 7 étapes

**METTLER TOLEDO**



## Éditorial

Cher lecteur,

La quasi-totalité des laboratoires des secteurs chimique, biologique, agricole, agroalimentaire et médical sont amenés à déterminer la valeur de pH d'une multitude d'échantillons. Le pH constitue, en effet, l'un des principaux indicateurs de la qualité globale des matières premières, mais aussi des produits intermédiaires et finis. Il peut même avoir un impact direct sur l'expérience du client pour les produits agroalimentaires, et pour l'efficacité du produit pour les médicaments.

À l'instar du processus de pesage, il n'est pas rare que la détermination du pH soit plus qu'une simple étape du flux de travail d'un laboratoire. En effet, les laboratoires doivent obtenir les valeurs de pH rapidement et facilement afin de ne pas ralentir leurs tâches quotidiennes. Ces 7 petites étapes permettent de relever les mesures de pH en l'espace de quelques minutes, voire en moins d'une minute.

METTLER TOLEDO

<b>Éditorial</b>	<b>3</b>
<b>1 Choisir l'instrument adapté à ses besoins</b>	<b>5</b>
1.1 Votre pH-mètre répond-il à vos besoins ?	5
1.2 Critères types et solutions – pH-mètres	6
<b>2 Choisir l'électrode adéquate</b>	<b>7</b>
<b>3 Sélectionner l'équipement idéal d'un pH-mètre pour des résultats fiables</b>	<b>9</b>
3.1 De l'importance de l'agitation	9
3.2 Utilisation d'un passeur d'échantillons	9
<b>4 Pallier l'influence de la température</b>	<b>10</b>
4.1 Compensation automatique de la température (ATC)	10
4.2 Compensation manuelle de la température (MTC)	10
4.3 Mesurer l'échantillon, pas l'électrode	10
<b>5 Gérer les opérations les plus délicates</b>	<b>11</b>
5.1 Mesurer de petits échantillons	11
5.2 Échantillons non aqueux, à faible force ionique ou très visqueux	13
5.3 Risque biologique : nettoyage à l'aide de produits RNase et DNase et passage en autoclave	13
5.4 Contrôle de la contamination des électrodes à pH	13
<b>6 Vérifier et dépanner le système en un tour de main</b>	<b>15</b>
<b>7 Entretien son équipement pour une disponibilité maximale</b>	<b>17</b>
7.1 Entretien et technique de mesure	17
7.2 Nettoyage de l'électrode de pH	18

# 1 Choisir l'instrument adapté à ses besoins

## 1.1 Votre pH-mètre répond-il à vos besoins ?

En suivant quelques règles simples et en sélectionnant évidemment un équipement adapté, vous pouvez obtenir des résultats très précis.



Figure 1 : Exemple d'appareil de mesure de routine – SevenCompact™ dédié aux tâches quotidiennes de précision.



Figure 2 : Exemple d'appareil de mesure de pointe – SevenExcellence™ dédié aux laboratoires réglementés et aux systèmes d'automatisation.

## L'appareil de mesure adapté

Optimisez la précision et la fiabilité en choisissant un appareil de mesure qui :

- présente les limites d'erreur et la plage de mesures adaptées à vos applications ;
- offre un éventail assez large de points de calibrage, ainsi que des algorithmes de calibrage ;
- garantit un niveau de sécurité adéquat via une gestion des utilisateurs, une protection des mots de passe, etc. ;
- répond à vos besoins de conformité et d'automatisation.

## 1.2 Critères types et solutions – pH-mètres

Tous les utilisateurs de pH-mètre ont des besoins et critères différents. C'est pourquoi, les fabricants proposent toute une gamme d'appareils de mesure. Cette gamme s'étend des instruments simples dotés de peu de fonctionnalités aux appareils hautes performances offrant de nombreuses fonctions visant à simplifier l'utilisation, à garantir la conformité des mesures et à prendre en charge l'automatisation.

	<b>Critères types</b>	<b>Solutions types</b>
<b>Niveau de performances professionnelles</b>	Écran tactile	Fonctionnement One Click™
	Affichage facile à lire	Grand écran couleur
	Grande capacité de mémoire	Enregistrement de méthodes et d'analyses, ainsi que de statistiques
	Fonctions d'exportation des données	Exportation vers une clé USB, une imprimante en réseau et une imprimante connectée via l'interface RS232
	Conformité accrue aux réglementations – Gestion des utilisateurs – Procédure de calibrage – Horloge interne	4 niveaux d'utilisateur Rappel de calibrage, tampons personnalisables Horloge automatique contrôlée par radio
	Fonctionnalités ISM <sup>1</sup>	Complètes
	Indice de protection	IP54 <sup>2</sup>
	Option d'automatisation	Passeur d'échantillons, agitateur, logiciel LabX
<b>Niveau de performances de routine</b>	Écran moderne	Affichage couleur
	Grande capacité de mémoire	Enregistrement des données
	Fonctions d'exportation des données	Exportation vers une clé USB et une imprimante connectée via l'interface RS232
	Conformité accrue aux réglementations – Gestion des utilisateurs – Procédure de calibrage – Horloge interne	Modes Routine et Expert Rappel de calibrage, jeu de tampons Réglage de la date et de l'heure
	Fonctionnalités ISM <sup>1</sup>	Complètes
	Indice de protection	IP54 <sup>2</sup>
<b>Niveau de performances d'entrée de gamme</b>	Affichage clair	Affichage LCD des valeurs mesurées et de la température
	Utilisation simple	Clavier avec quelques touches uniquement
	Résolution moyenne	0,1 pH, 1 mV
	Prise en charge de la procédure de calibrage	3 points de calibrage max., 4 jeux de tampons prédéfinis
	Indice de protection	IP54 <sup>2</sup>

Tableau 1 : Critères types et solutions pour pH-mètres

<sup>1</sup> ISM : Intelligent Sensor Management. Les données utiles de l'électrode (nom, numéro de série, données de calibrage) sont automatiquement transmises à l'appareil lors de la connexion de l'électrode.

<sup>2</sup> IP 54 signifie que l'appareil est étanche à la poussière, ainsi qu'à l'eau projetée dans toutes les directions. Cet indice garantit une pénétration limitée.

## 2 Choisir l'électrode adéquate

Qui n'a jamais connu cette situation : l'électrode de pH perd en efficacité au fil des semaines, le diaphragme s'encrasse et la membrane ou l'embout en plastique s'abîme. Que s'est-il passé ? Réponse : la mauvaise électrode de pH a été utilisée ! Trop peu d'attention a été accordée au choix de l'électrode de pH. Il s'agit d'ailleurs de l'une des erreurs les plus courantes lors de la création d'un laboratoire ou de la sélection de son équipement.

Afin d'éviter toute déconvenue, mieux vaut se renseigner au préalable sur les électrodes disponibles sur [www.mt.com/electrode-guide](http://www.mt.com/electrode-guide). La sélection de l'électrode la mieux adaptée permet de réduire la maintenance au strict minimum, de prolonger la durée de vie de l'électrode et d'optimiser vos coûts d'exploitation. Pour en savoir plus sur la maintenance que requiert une électrode adaptée, reportez-vous au chapitre 7.

### Échantillons aqueux

Une simple électrode de pH suffit pour les mesures de routine au sein des laboratoires de chimie qui analysent de nombreuses solutions chimiques aqueuses. L'électrode de pH présente l'avantage d'être très facile à utiliser, mais aussi très robuste. En général, ces électrodes sont en verre et dotées d'un diaphragme en céramique. Elles sont également rechargeables : vous pouvez remplacer l'électrolyte, ce qui nettoie l'électrode et prolonge sa durée de vie. L'électrode **InLab® Routine** avec ou sans capteur de température constitue un bon choix pour réaliser ce type de mesures simples. L'électrode **InLab®Routine Pro**, quant à elle, intègre un capteur de température qui lui permet de mesurer automatiquement la température ambiante et de la compenser au cours des mesures.

### Échantillons de composition inconnue, contenant des matières en suspension et des colloïdes

La mesure du pH de ces échantillons peut s'avérer délicate, car les matières contenues dans l'échantillon peuvent nuire à l'exactitude des mesures. Parmi ces applications figurent les mesures de l'acidité du sol, les contrôles qualité de produits alimentaires, comme les soupes, et les mesures de systèmes chimiques colloïdaux. Si vous utilisez une électrode de pH dotée d'un diaphragme en céramique pour étudier ce type d'échantillon, vous vous exposez à un risque d'obstruction très important. Par conséquent, mieux vaut recourir à une électrode de pH dotée d'un diaphragme ouvert, comme l'**InLab® Expert**, qui dispose d'un électrolyte de référence à polymère solide. Le diaphragme ouvert offre un contact direct entre l'électrolyte et l'échantillon. Afin de compenser les variations de température au cours des mesures, il est possible d'utiliser une électrode équipée d'un capteur de température intégré, comme l'**InLab® Expert Pro**.



Figure 3 : Électrode InLab®Expert.

### Émulsions

Les émulsions, telles que la peinture, l'huile dans des dispersions aqueuses, le lait ou d'autres produits laitiers, sont un autre type d'échantillons qui requièrent une attention particulière lors des mesures du pH. En effet, la phase dispersée de l'émulsion (la partie « mélangée ») est susceptible d'obstruer le diaphragme des électrodes. Les particules de l'émulsion à l'origine du blocage sont très petites, c'est pourquoi il n'est pas nécessaire de réaliser les mesures à l'aide d'une électrode à diaphragme ouvert. Comme les électrodes dotées de polymères solides ont des temps de réaction relativement longs par rapport à ceux des électrodes dotées d'un électrolyte liquide, il vaut mieux mesurer les émulsions à l'aide d'électrodes équipées un diaphragme à manchon. Le diaphragme à manchon ne risque pas d'être obstrué facilement et offre une grande surface de contact avec l'échantillon. Mais en cas de blocage, il suffit de retirer le manchon et de nettoyer l'électrode.



Figure 4 : Électrode InLab®Science.

Les modèles **InLab® Science** et **InLab® Science Pro** sont deux électrodes dotées d'un capteur de température intégré. Les électrodes dotées d'un diaphragme à manchon offrent une grande surface de contact entre l'électrolyte de référence et la solution échantillon, c'est pourquoi elles se prêtent parfaitement aux mesures sur des échantillons présentant un signal instable.

## Échantillons solides ou semi-solides

Rares sont les électrodes de pH standard à pouvoir résister à la pression exercée pour les introduire dans un échantillon solide. Il est donc nécessaire de recourir à une électrode spéciale, capable de pénétrer dans l'échantillon afin de mesurer le pH. La forme de la membrane joue aussi un rôle important, car elle doit pouvoir garantir une grande surface de contact avec l'échantillon, même si l'électrode est introduite de force dans l'échantillon. Les électrodes METTLER TOLEDO les plus adaptées à ce type d'applications sont les électrodes **InLab® Solids** et **InLab® Solids Pro**. Tandis que leur pointe leur permet de percer l'échantillon, la forme de la membrane garantit des mesures précises. Les électrodes **InLab® Solids** disposent également d'un diaphragme ouvert, qui permet d'éviter toute obstruction par des échantillons (semi-) solides. Cette électrode est généralement utilisée dans le cadre de contrôles qualité ou de contrôles de production du fromage et de viande.



Figure 5 : Électrode InLab®Solids.

## Surfaces

Il arrive parfois qu'il soit nécessaire de mesurer le pH d'un échantillon d'un si petit volume qu'il ne couvre pas la pointe de l'électrode de pH. Une seule solution permet de réaliser ce type de mesures : l'électrode de pH plate. Il suffit d'approcher cette électrode de la surface de l'échantillon pour mesurer son pH. Parmi les applications de cette électrode figurent la détermination du pH de la peau lors d'un bilan de santé et la mesure du pH du papier tel que requis dans la fabrication de papier de qualité archive destiné aux documents importants. De nombreuses autres applications, telles que la mesure du pH d'une goutte de sang, offrent de faibles volumes d'échantillons. L'électrode de pH plate est placée directement sur la goutte, ce qui étale l'échantillon sur la surface de la membrane plane. D'autres applications impliquent des échantillons biochimiques très onéreux disponibles uniquement en quantités infimes. L'électrode METTLER TOLEDO la plus adaptée à ce type d'applications est l'**InLab® Surface**.



Figure 6 : Électrode InLab®Surface.



### 3 Sélectionner l'équipement idéal d'un pH-mètre pour des résultats fiables

#### 3.1 De l'importance de l'agitation

Un moyen peu onéreux, mais très efficace, d'obtenir rapidement des résultats reproductibles consiste à utiliser un agitateur, et ce pour 3 grandes raisons :

1. L'intervention humaine est limitée, p. ex. lors du positionnement de l'électrode.
2. Les échantillons sont homogénéisés ou sont, du moins, plus homogènes qu'en l'absence d'agitation.
3. La température est mieux répartie, ce qui permet d'atteindre un équilibre plus rapidement.

Dans l'idéal, il convient d'utiliser les mêmes conditions d'agitation lors du calibrage et lors des mesures. Le débit au niveau du cône de l'électrode influe sur le potentiel de pH, surtout du côté de l'électrolyte de référence.

Les deux gammes de produits SevenCompact et SevenExcellence offrent des options d'agitation puissantes. Le tableau suivant présente les fonctions que ces produits ont en commun et leurs différences :

Fonction	SevenCompact	SevenExcellence
Agitation en cours de calibrage	Oui	Oui
Agitation avant mesure	Oui	Oui
Agitation en cours de mesurage	Oui	Oui
Vitesse d'agitation générale (définie pour le calibrage et la mesure)	Oui	
Vitesse calculée en fonction de la méthode (échantillon)		Oui
Agitation uniquement (sans mesure)		Oui
Agitations multiples au cours d'une même méthode		Oui
Utilisation d'un agitateur suspendu pour les échantillons visqueux	Oui	Oui

Tableau 2 : Options d'agitation sur les modèles SevenCompact et SevenExcellence

la fonction de méthode AGITATION, disponible sur les produits SevenExcellence, offre l'avantage de permettre une agitation plus vigoureuse de l'échantillon avant de procéder aux mesures afin de l'homogénéiser, puis d'utiliser la même vitesse d'agitation que celle employée lors du calibrage pour garantir l'exactitude et la précision des résultats en un court laps de temps.

#### 3.2 Utilisation d'un passeur d'échantillons

La meilleure façon d'obtenir des résultats reproductibles consiste à utiliser un passeur d'échantillons. En effet, l'automatisation intégrale du processus élimine toute influence humaine sur les résultats. N'importe qui peut atteindre une précision optimale dès lors que des options telles que l'agitation constante, le rinçage automatique et le point final automatique, sont utilisées. L'investissement initial est amorti rapidement, notamment si l'appareil est programmé pour réaliser des mesures de nuit ou le week-end.



## 4 Pallier l'influence de la température

Une mesure de pH n'est valable que si elle tient compte de la température de l'échantillon. Ces règles simples mais efficaces permettent d'éviter toute répercussion négative de la température et ainsi d'obtenir facilement des résultats précis et reproductibles.

### 4.1 Compensation automatique de la température (ATC)

La compensation automatique de la température (ATC) fonctionne de façon optimale avec des échantillons de volume normal.

- Utilisez une électrode dotée d'une sonde de température intégrée et attendez que le signal se stabilise. L'instrument corrige automatiquement le signal du pH. La compensation automatique de la température (ATC) fonctionne de façon optimale avec des échantillons d'un volume supérieur à 10 mL.
- Tous les capteurs InLab® « pro » (InLab® Micro Pro, Science Pro, Expert Pro) intègrent des sondes de température, évitant ainsi tout problème lié à un mauvais réglage de la température ou à la non-détection de la température.
- Pour les électrodes qui ne disposent pas de cette option, il est recommandé d'utiliser une sonde séparée.



Figure 7 : Capteur de température d'une électrode InLab®.

### 4.2 Compensation manuelle de la température (MTC)

Bien que très précise, la compensation manuelle de la température (MTC) peut s'avérer fastidieuse.

- Si vous connaissez la température de votre échantillon (vous travaillez dans un environnement à température contrôlée, ou les échantillons sortent juste du réfrigérateur), entrez cette température dans les paramètres de mesure de l'instrument pour corriger le signal du pH.
- Lors de la mesure d'échantillons de différentes températures, la compensation manuelle peut s'avérer fastidieuse, ce paramètre devant être modifié à chaque fois.



Figure 8 : Indication de la température et de la MTC sur un pH-mètre.

### 4.3 Mesurer l'échantillon, pas l'électrode

En cas de quantités infimes d'échantillons, la masse de l'échantillon est négligeable par rapport à celle de l'électrode. Par conséquent, la température de l'électrode peut être prise pour celle de l'échantillon et l'électrode peut alors mettre un certain temps avant d'atteindre un équilibre. Assurez-vous que la température de l'échantillon est identique à celle de l'électrode. Une meilleure pratique consiste à conserver l'électrode avec l'échantillon en les plaçant tous deux au réfrigérateur, dans l'incubateur ou en les laissant à température ambiante. Vous obtiendrez ainsi la meilleure précision, la membrane de verre, le système de référence et l'échantillon étant à la même température.

## 5 Gérer les opérations les plus délicates

### 5.1 Mesurer de petits échantillons

Plus l'échantillon est précieux, plus la quantité à utiliser pour la mesure est petite : Certaines applications de mesure du pH impliquent d'utiliser une électrode capable de mesurer de faibles volumes d'échantillons ou d'atteindre le fond de certains récipients difficiles d'accès, tels que les tubes à essai, les tubes Eppendorf ou les tubes à échantillons RMN particulièrement étroits. Ces récipients qui contiennent de faibles volumes d'échantillons contraignent l'utilisateur à utiliser une électrode de pH étroite afin d'atteindre l'échantillon.

Les électrodes pH micro et semi-micro METTLER TOLEDO s'adaptent à la taille de tous les récipients et s'avèrent particulièrement pratiques pour mesurer les échantillons précieux ou rares.

#### InLab® Nano – technologie de mesure du pH de pointe

L'InLab® Nano mesure le pH dans de faibles volumes, jusqu'à 5 µL. Son aiguille en acier inoxydable est très résistante, malgré son très petit diamètre de 1,7 mm. Sa pointe oblique protège la membrane de pH contre les dommages mécaniques tout en permettant de perforer le septum.



Figure 9 : Détail de l'électrode InLab® Nano.

#### InLab® Ultra-Micro – une électrode micro avancée

À la différence de l'InLab® Micro, cette électrode présente une tige plus courte (40 mm) pour faciliter sa manipulation et réduire le risque de casse. Le diaphragme en céramique est placé plus bas pour permettre la mesure de petits volumes d'échantillon jusqu'à 15 µL, p. ex. dans des flacons à centrifuger, etc.



Figure 10 : Détail de l'électrode InLab® Ultra-Micro.

#### InLab® Micro – le grand classique éprouvé

L'InLab® Micro est la solution idéale pour la mesure du pH dans des tubes centrifuges et des flacons profonds, grâce à sa tige de 60 mm. Strictement testés et éprouvés, ils se prêtent parfaitement à la plupart des applications micro standard. Ce modèle est un grand classique de la gamme InLab® Micro.



Figure 11 : Détail de l'électrode InLab® Micro.

#### InLab® Micro Pro – mesure du pH corrigée en fonction de la température

L'électrode InLab® Micro Pro intègre un capteur de température qui permet de compenser automatiquement la température. La sonde de température est située à proximité de la membrane, ce qui garantit l'exactitude de la compensation.



Figure 12 : Détail de l'électrode InLab® Micro Pro.

## InLab® Semi-Micro – mesures du pH sans maintenance ni contamination

L'électrode InLab® Semi-Micro contient la dernière génération d'électrolyte en polymère : XEROLYT® EXTRA. Cet électrolyte et son diaphragme ouvert garantissent une grande simplicité d'utilisation et d'entretien. En l'absence de diaphragme, le risque de contamination ou d'obstruction est réduit à zéro.



Figure 13 : Détail de l'électrode InLab® Semi-Micro.

## InLab® Flex-Micro – Précision et souplesse de mesure du pH

Cette électrode de pH peut se plier, évitant ainsi d'endommager les microélectrodes. Soyez serein : en cas de faux mouvement, vous n'aurez pas à remplacer l'électrode. Cette électrode est un atout pour votre équipe.



Figure 14 : Détail de l'électrode InLab® Flex-Micro.

## InLab® Redox Micro – Potentiel d'oxydoréduction à la portée de chacun

Essentiel en biologie, l'ORP (potentiel d'oxydoréduction), également connu sous le nom de potentiel redox, se mesure en un tour de main grâce à l'électrode InLab® Redox Micro. Ce produit INGOLD classique utilise un anneau de platine.



Figure 15 : Détail de l'électrode InLab® Redox Micro.

Diamètre de l'électrode	Quantité d'échantillon minimale dans ce type de récipient spécifique		
	1,7 mm	3,0 mm	3,0 mm
Type d'électrode	InLab® Nano	InLab® Ultra Micro	InLab® Micro
Type de récipient et volume d'échantillon type			
Petits tubes à essai > 2 mL	50 µL	100 µL	200 µL
Tubes LiteTouch 1,5 à 1,7 mL	20 µL	25 µL	65 µL
Tubes à échantillons 0,5 mL	20 µL	25 µL	65 µL
Plaques de 96 puits 200 à 300 µL	10 µL	20 µL	45 µL
Plaques de 384 micro-puits 50 à 100 µL	5 µL	15 µL	–

Tableau 4 : Taille d'échantillon minimale pour les mesures du pH

## 5.2 Échantillons non aqueux, à faible force ionique ou très visqueux

Dans le cadre de certaines applications exigeantes, le recours à une électrode de référence SteadyForce® présente un intérêt réel. Les électrodes **InLab® Power** et **InLab® Power (Pro)** ont été conçues afin de maintenir l'électrolyte interne sous pression et, ainsi, d'éviter que l'échantillon n'entre en contact avec l'électrode quelles que soient les caractéristiques de l'échantillon ou de l'application. En d'autres termes, les mesures sont à la fois fiables et rapides, car le flux d'électrolyte toujours constant permet d'obtenir des mesures stables.

L'électrode **InLab® Viscous** est idéale pour réaliser des mesures sur des échantillons très visqueux : l'association de la référence SteadyForce et de cônes spécialement conçus permet d'obtenir des mesures rapidement malgré la complexité de l'application.

## 5.3 Risque biologique : nettoyage à l'aide de produits RNase et DNase et passage en autoclave

Les modèles d'électrode pH InLab® Power, Power Pro, Viscous et Viscous Pro peuvent être stérilisés par autoclave. En nettoyant d'abord les électrodes à l'aide des solutions de décontamination RNase et DNase, le risque de contamination biologique est considérablement réduit.



Figure 16 : Les électrodes InLab® spéciales peuvent passer à l'autoclave.

## 5.4 Contrôle de la contamination des électrodes à pH

La mesure d'échantillons présente toujours un risque de contamination, qu'elle soit de nature chimique, micro-biologique ou génétique. La nature du pont électrolytique des électrodes traditionnelles ne convient pas aux mesures dans les milieux protéinés ou les tampons TRIS. Avec les électrodes InLab®, pas de souci !

### Éviter la contamination de l'électrode à l'aide de tampons TRIS

La précision de la mesure du pH joue un rôle clé dans la qualité du tampon. Les tampons TRIS, largement utilisés dans la recherche biologique allant de la biologie moléculaire à l'histologie, peuvent endommager les équipements de mesure du pH standard.

## Comment le tampon TRIS agit-il ?

L'électrolyte de remplissage des électrodes classiques contient des ions argent qui réagissent avec le tampon TRIS. Cette réaction peut également se produire en cas de présence de protéines, comme l'ASB (albumine de sérum bovin), dans le tampon. Elle entraîne un affichage des valeurs lent ou instable, voire des résultats totalement erronés.

Les électrodes InLab® de METTLER TOLEDO sont spécialement conçues pour être compatibles avec les tampons TRIS, garantissant des résultats fiables et des valeurs de tampons précises. L'électrolyte des électrodes InLab® est garanti sans ions d'argent, éliminant ainsi tout risque de contamination.



Figure 17 : Appareil SevenExcellence et électrode InLab® en cours de calibrage.

## 6 Vérifier et dépanner le système en un tour de main

### Dépannage du système de mesure de pH

La première étape visant à restaurer le niveau de performances initial du système de mesure du pH consiste à localiser la défaillance du système dont les performances ont soudainement chuté.

### Où se trouve le problème ?

Une fois l'instrument de mesure configuré de manière à lire les mV, plongez l'électrode dans un tampon de pH 7. L'appareil doit afficher  $0 \text{ mV} \pm 30 \text{ mV}$  avec une référence Ag/AgCl. Mesurez ensuite un tampon de pH 4 ou 10 : le potentiel de la solution doit différer de plus de 150 mV par rapport à celui de la solution de pH 7. Dans le cas contraire, vérifiez les éléments suivants.

### Application

Utilisez-vous l'électrode qui convient pour votre application ? Il existe différents types d'électrodes de pH pour les applications spéciales : non aqueuse, à faible conductivité, TRIS, etc. Afin de vous assurer que vous utilisez une électrode adaptée, consultez le Guide produit sur les électrodes de METTLER TOLEDO à l'adresse suivante : [www.electrodes.net](http://www.electrodes.net)



### Opérateur

Il est parfois judicieux de vérifier les points les plus évidents :

- L'unité est-elle bien reliée à la terre ou branchée à la prise murale ?
- Les électrodes sont-elles bien branchées dans les terminaux prévus à cet effet et fermement maintenues en place ?
- L'instrument de mesure est-il correctement calibré avec des tampons adaptés ?



Avant d'effectuer des mesures, vérifiez que le capuchon humidificateur est bien retiré et que l'orifice de remplissage latéral est ouvert. Pensez à rincer les électrodes avant de mesurer un autre tampon ou d'analyser un nouvel échantillon.

### pH-mètre

Testez le pH-mètre à l'aide du bouchon court-circuit (fourni) ou du jeu de prises de test. Si cette prise ne définit pas le potentiel sur 0 mV, l'instrument de mesure est probablement défaillant. Dans ce cas, contactez le service maintenance de METTLER TOLEDO.



## Tampons

Vérifiez que vous utilisez les tampons adaptés dans le bon ordre. Utilisez toujours des tampons frais. Vérifier la date d'expiration.



## Câble et connecteur

Testez votre câble amovible en le remplaçant par un câble identique. Si vous ne disposez pas de câble de rechange ou que vous utilisez une électrode précâblée, vérifiez que le signal varie lorsque vous pliez le câble.



Inspectez et nettoyez tous les connecteurs, y compris la prise de l'instrument de mesure. Si vous utilisez une électrode équipée d'un connecteur MultiPin™ ou S7, vérifiez que ce dernier ne contient pas de cristaux de KCl ni d'autres dépôts. Les connecteurs sales ou corrodés produisent des mesures erronées.

## Électrodes

L'inspection visuelle de l'électrode peut souvent fournir des indices importants sur l'origine du problème :



### Solution de remplissage

- Assurez-vous que le niveau d'électrolyte dépasse les éléments internes.
- Videz, rincez et remplissez la chambre de référence de l'électrode.
- Vérifiez que vous utilisez l'électrolyte qui convient, conformément aux instructions indiquées sur la tige de l'électrode ou au mode d'emploi, et que l'orifice de remplissage de l'électrolyte est ouvert.

### Bulles d'air

- Recherchez des bulles d'air dans l'électrode. Si vous en détectez, éliminez-les en secouant délicatement l'électrode vers le bas ou, pour les électrodes dotées d'un électrolyte gélifié, en plaçant l'électrode en position verticale dans de l'eau chaude.

### Diaphragme obstrué

- Voyez-vous des signes d'obstruction ou de décoloration du diaphragme de référence ?
- Placez l'électrode à la verticale pendant 30 minutes pour vérifier que l'électrolyte circule à travers le diaphragme. En l'absence de suintement de KCl, cela signifie que le diaphragme est obstrué et qu'il doit être nettoyé. Procédez alors comme suit :

- a) Plongez l'électrode dans un électrolyte chaud (50 °C–60 °C) pendant quelques minutes. En cas d'échec...
- b) Plongez l'électrode toute la nuit dans une solution d'HCl à 0,1 mol/L.
- c) En cas de contamination par les protéines, plongez l'électrode dans une solution de pepsine/HCl.
- c) En cas de contamination par les ions sulfure, plongez l'électrode dans une solution de thiourée.
- e) En dernier recours, plongez l'électrode dans une solution de régénération de bifluorure d'ammonium pendant une minute environ.

Pour plus d'informations, reportez-vous au chapitre 7.2.



## 7 Entretien son équipement pour une disponibilité maximale

### 7.1 Entretien et technique de mesure

Cette section explique comment entretenir correctement les électrodes de pH et fournit quelques astuces de mesure. Au quotidien, il est crucial de maintenir l'électrode de pH en bon état. C'est le meilleur moyen de garantir l'efficacité du travail et de gagner du temps.

#### Maintenance des électrodes de pH

Une maintenance régulière est essentielle pour prolonger la durée de vie de toute électrode de pH. Les électrodes dotées d'un électrolyte liquide nécessitent un rechargement régulier de l'électrolyte afin d'éviter que le niveau ne soit inférieur à celui de la solution échantillon. Cette opération permet d'empêcher tout reflux de l'échantillon dans l'électrode. L'intégralité de l'électrolyte de référence doit aussi être régulièrement remplacée, tous les mois environ. Ainsi, l'électrolyte reste frais et aucune cristallisation ne se produit malgré l'évaporation qui a lieu lorsque l'orifice de remplissage est ouvert pendant la mesure.

Il faut veiller à ce qu'aucune bulle ne se forme à l'intérieur de l'électrode, en particulier à proximité du diaphragme. En cas de formation de bulles, les mesures seront instables.

Pour éliminer les bulles, secouez doucement l'électrode de bas en haut, comme avec un thermomètre médical.

#### Stockage des électrodes

Les électrodes doivent toujours être stockées dans des solutions aqueuses riches en ions. Ce mode de conservation garantit l'hydratation continue et la teneur en ions de la couche de gel sensible au pH qui se forme sur la membrane en verre. Ainsi, vous avez l'assurance que la membrane réagira de manière fiable au taux de pH des échantillons le moment venu.

#### Stockage de courte durée

Entre différentes mesures ou lorsque l'électrode ne sert pas pendant un court instant, le mieux est de la placer dans un récipient contenant la solution spéciale de conservation InLab<sup>®1</sup>, sa solution d'électrolyte (p. ex. 3 mol/L de KCl) ou un tampon de pH 4 ou 7. Assurez-vous que le niveau de solution du bécher est inférieur à celui de la solution de remplissage dans l'électrode.

#### Stockage de longue durée

Pour une conservation prolongée, placez le capuchon humidificateur de l'électrode dans de la solution de conservation InLab<sup>®1</sup>, de la solution d'électrolyte, un tampon de pH 4 ou une solution de HCl à 0,1 mol/L. Assurez-vous que l'orifice de remplissage de l'électrolyte de référence et de l'électrode combinée est bien fermé pour éviter une perte de solution d'électrolyte par évaporation, susceptible d'entraîner la formation de cristaux à l'intérieur de l'électrode et du diaphragme.

Ne conservez jamais l'électrode au sec ou dans de l'eau distillée, car vous risquez d'abîmer la membrane en verre sensible au pH et donc de raccourcir la durée de vie de l'électrode.

Bien que des procédures de régénération permettent de remettre en état une électrode qui n'aurait pas été conservée dans les règles de l'art, le respect des recommandations fournies plus haut vous donne l'assurance d'avoir des électrodes toujours prêtes à l'emploi.

<sup>1</sup> Vous pouvez commander cette solution de conservation InLab<sup>®</sup> auprès de METTLER TOLEDO (30111142)

## Capteurs de température

Rincez les capteurs de température après utilisation et stockez-les au sec dans leur emballage d'origine afin d'éviter qu'ils ne s'abîment.

## 7.2 Nettoyage de l'électrode de pH

Pour nettoyer l'électrode, rincez-la à l'eau déionisée après chaque mesure, mais ne l'essuyez jamais avec un mouchoir. La surface rugueuse du mouchoir en papier risque de rayer et d'endommager la membrane de verre sensible au pH, éliminant la couche hydratée et créant une charge électrostatique sur l'électrode. Cette charge électrostatique rend le signal très instable. Il peut s'avérer nécessaire de suivre des procédures de nettoyage spécifiques après contamination par certains échantillons. Ces procédures sont détaillées ci-dessous.

### Contamination par du sulfure d'argent ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )

Si l'électrolyte de référence contient des ions d'argent et que l'échantillon mesuré contient des sulfures, le diaphragme sera contaminé par un précipité de sulfure d'argent. Afin d'éliminer cette contamination, nettoyez le diaphragme à l'aide d'une solution à 8 % de thiourée dans 0,1 mol/L de HCl.<sup>1</sup>

### Contamination par du chlorure d'argent ( $\text{AgCl}$ )

Les ions d'argent contenus dans l'électrolyte de référence peuvent aussi réagir avec des échantillons contenant des ions de chlorure, ce qui provoque l'apparition d'un précipité d'AgCl. Ce précipité peut être éliminé en plongeant l'électrode dans une solution concentrée d'ammoniac.

### Contamination par des protéines

Pour nettoyer un diaphragme contaminé par des protéines, il suffit souvent de plonger l'électrode dans une solution de pepsine/HCl (5 % de pepsine dans 0,1 mol/L d'HCl) pendant plusieurs heures.<sup>2</sup>

### Autres types de contamination

Si le diaphragme est obstrué par d'autres contaminants, essayez de nettoyer l'électrode dans un bain à ultrasons rempli d'eau ou de solution de HCl à 0,1 mol/L.

## Régénération et durée de vie de l'électrode de pH

Même les électrodes correctement stockées et entretenues peuvent voir leur efficacité décliner au bout d'un certain temps. Dans ce cas, il est possible de régénérer la membrane en verre sensible au pH et de rétablir l'ancien niveau de performance de l'électrode en utilisant une solution de régénération à base de bifluorure d'ammonium<sup>3</sup>. Cette solution est formulée à partir d'une solution très diluée d'acide fluorhydrique qui élimine une très fine couche de la membrane en verre pour exposer une nouvelle surface.

Veillez toutefois à ne pas laisser l'électrode au contact de cette solution pendant plus de 1 ou 2 minutes sous peine de voir l'intégralité de la membrane sensible au pH disparaître, rendant l'électrode inutilisable.

La durée de vie estimée d'une électrode de pH correctement utilisée et entretenue est d'environ trois ans. Parmi les facteurs susceptibles d'entraîner une diminution de la durée de vie de l'électrode figurent les températures élevées et la mesure de valeurs de pH extrêmes.

<sup>1</sup> Vous pouvez commander cette solution de thiourée auprès de METTLER TOLEDO (51340070)

<sup>2</sup> Vous pouvez commander cette solution de pepsine auprès de METTLER TOLEDO (51340068)

<sup>3</sup> Vous pouvez commander cette solution de régénération auprès de METTLER TOLEDO (51350104)



## Good Measuring Practices

### Cinq étapes pour de meilleures mesures

Le programme Good Measuring Practices se divise en cinq étapes et commence par une évaluation des besoins de mesure de vos procédés et des risques qui y sont associés.

Grâce à ces informations, celui-ci permet de formuler des recommandations claires sur la sélection, l'installation, le calibrage et l'utilisation des instruments et appareils de laboratoire.

- Exactitude et fidélité garanties des résultats
- Conformité réglementaire, audits de sécurité
- Amélioration de la productivité, réduction des coûts
- Qualification et formation professionnelles.

### Good Electrochemistry Practice™

#### Mesures de pH fiables grâce aux GEP™



En savoir plus sur le programme Good Electrochemistry Practices

► [www.mt.com/GEP](http://www.mt.com/GEP)

[www.mt.com/SevenExcellence](http://www.mt.com/SevenExcellence)

Pour plus d'informations

**Mettler-Toledo AG, Analytical**  
CH-8603 Schwerzenbach, Suisse  
Tél. +41 22 567 53 22  
Fax +41 22 567 53 23

Sous réserve de modifications techniques  
© 11/2014 Mettler-Toledo AG  
30374245  
Global MarCom