

La fabrication d'une électrode de pH combinée : voyage au coeur de la production



Depuis la fabrication de son premier pH-mètre à Copenhague il y a presque 70 ans, Radiometer Analytical a constamment développé son expertise dans le domaine de l'électrochimie.

En fournissant à ses utilisateurs des instruments de mesure, logiciels, capteurs et solutions d'étalonnage, Radiometer Analytical maîtrise l'ensemble d'une chaîne de mesure en pH-métrie, conductimétrie, titrage potentiométrique, polarographie, voltammétrie et impédance électrochimique.

La société est particulièrement fière de sa gamme de plus de 300 électrodes - électrodes de pH combinées, de verre ou de référence, électrodes métalliques, électrodes sélectives et cellules de conductivité - pour toutes les applications et tous les budgets.

Leur fabrication sur notre site de Villeurbanne requiert à la fois un savoir-faire traditionnel et une véritable technologie de pointe.

La fabrication d'une électrode de pH nécessite de 2 à 11 jours de travail, en fonction du type de capteur. L'électrode décrite ci-dessous présente la technologie Red Rod - un concept unique développé par Radiometer Analytical qui offre un temps de réponse très court sur une large gamme de températures.



Photo 1 : étape de flambage

Des tubes de cristal de 2 m de long et d'un diamètre variant de 2 à 12 mm constituent la première étape pour fabriquer les parties interne et externe de l'électrode de pH combinée.

Les tubes de cristal sont, dans un premier temps, travaillés à froid pour être coupés et percés à l'aide d'une scie (sèche ou humide) et d'une perceuse dont les lames et le foret sont diamantés. A la fin de cette étape, les éléments passent dans l'atelier "chaud". L'agressivité du diamant provoque des angles vifs et coupants. Le flambage au chalumeau permet d'arrondir les angles (photos 1 et 2).



Photo 2 : résultat du flambage sur l'orifice de remplissage : avant (à dr.), après (à g.)

L'étape suivante, dite étape recuit, permet à la flamme du chalumeau d'égaliser les tensions (inégalités de la matière)

sur la longueur du tube. L'étape des doubles soudures permet d'obtenir la compartimentation intérieure (photo 3).

L'étape de mise en place du poreux



Photo 3 : à droite : avant la double soudure, à gauche : après

(céramique de \varnothing 1 mm) est fondamentale (photos 4 et 5) car si le montage est réalisé à une température trop élevée, la céramique poreuse sera bouchée et les échanges ioniques ne se feront pas. A l'inverse, si la température est trop faible, des fuites apparaîtront.

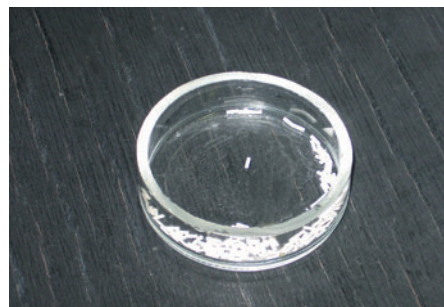


Photo 4 : poreux

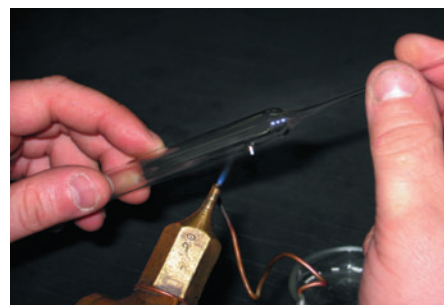


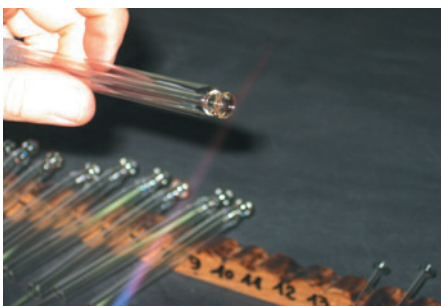
Photo 5 : mise en place du poreux

Maintenant voici l'étape la plus spectaculaire, mais aussi celle qui nécessite un véritable savoir-faire. La bouche et l'œil deviennent de véritables outils de précision, si l'on considère que la boule de

verre (verre sensible) doit, sur certains types d'électrodes, respecter des cotes de \varnothing 10,5 mm avec une marge d'erreur de 1 mm, toute erreur étant de surcroît "irratrappable".



Photos 6 et 7 :
préparation de l'ébauche pour trempage



D'abord la base de l'électrode est préparée pour former une surface adhérente. Une première boule en verre est soufflée (photo 6) puis cassée pour créer un socle (photo 7) pour le prélèvement du verre sensible en fusion dans un four à 1200 °C (photo principale page précédente). Ce verre sensible, dont la formulation est confidentielle, détermine la performance de l'électrode.

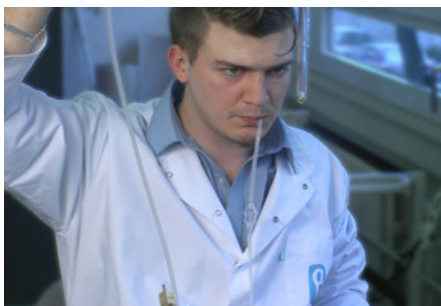


Photo 8 : soufflage de la boule de verre

Ce verre est soufflé (photo 8) pour former la boule de verre, membrane sensible de l'électrode.

Après un dégraissage et un contrôle unitaire mécanique, les éléments en verre partent vers la chaîne d'assemblage. C'est là que l'électrode est remplie de cristaux de KCl et d'une solution interne. Vient ensuite l'insertion des éléments de référence Red Rod, interne et externe, qui contiennent de l'AgCl en poudre (photo 9). Une première étape de collage assure l'étanchéité.

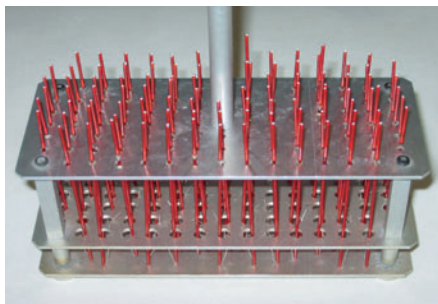


Photo 9 : Eléments de référence Red Rod

Un blindage de cuivre est mis en place pour permettre la connexion électrique de l'électrode de référence et le blindage de la tête, puis le câble est fixé. Chaque électrode est marquée unitairement pour assurer une parfaite traçabilité.

Une seconde étape de collage est nécessaire pour assurer l'isolation de l'électrode, suivie de 24 heures de séchage. A ce stade, les électrodes sont pratiquement terminées. Il ne reste plus que l'étape du collage de la tête, déjà disponible sur le câble et parfaitement visible sur la photo 10. L'électrode est ensuite conditionnée dans une solution d'hydratation pendant 12 heures afin d'amorcer le verre sensible.

Les spécifications de chaque électrode sont contrôlées par un banc automatique (photo 11) permettant d'établir un certifi-

cat de conformité rassemblant les caractéristiques (pente, temps de réponse...).

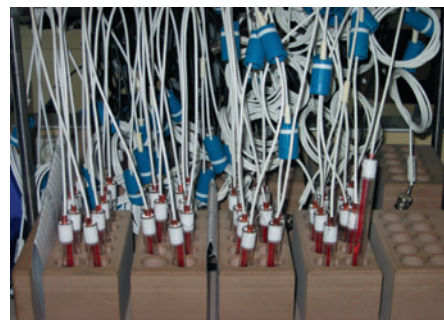
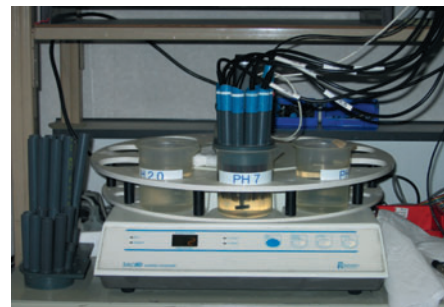


Photo 10 : en cours de fabrication
Photo 11 : banc de contrôle final



Les électrodes sont enfin emballées (photo 12) en attendant de rejoindre votre laboratoire.



Photo 12 : emballage final
avec certificat de conformité

Peu de gens réalisent combien d'opérations délicates sont nécessaires à la fabrication des électrodes qu'ils utilisent tous les jours. En achetant une électrode Radiometer Analytical, vous faites aussi le choix de l'expérience en électrochimie et de la garantie d'obtenir des résultats de mesure toujours exacts et reproductibles.



RADIOMETER ANALYTICAL SAS

72 rue d'Alsace, 69627 Villeurbanne Cedex, France

E-mail: radiometer@analytical.com Web: www.radiometer-analytical.com

Tel. : +33 (0)4 78 03 38 38 - Fax: +33 (0)4 78 68 88 12