Nouveau capteur de pH pour l'analyse de l'eau

S. Chebil, M.O. Monod, P. Fisticaro, R. Champion, P. Faure

► To cite this version:

S. Chebil, M.O. Monod, P. Fisticaro, R. Champion, P. Faure. Nouveau capteur de pH pour l'analyse de l'eau. Journées d'Électrochimie 2013, Jul 2013, Paris, France. 2013. hal-02600002

HAL Id: hal-02600002

<https://hal.inrae.fr/hal-02600002>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NOUVEAU CAPTEUR DE pH POUR L'ANALYSE DE L'EAU

S. Chebil^b, M.O. Monod^a, P. Fiscaro^b, R. Champion^b, P. Faure^a

^aIRSTEA, URTSCE, 24 avenue des Landais BP 50085 63172 Aubière Cedex

^bLNE, Département de Chimie Inorganique, 1 rue Gaston Boissier 75724 Cedex 15

INTRODUCTION

Dans le projet ANR SapHire, il a été proposé de développer une approche innovante de la mesure du pH. Les partenaires du projet, IRSTEA (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) et le LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais) appartiennent au réseau AQUAREF qui renforce l'expertise française dans le domaine de la surveillance des milieux aquatiques. Les objectifs du projet s'inscrivent dans la Directive Cadre Européenne d'octobre 2000 (DCE) et la loi sur l'eau de 2006 qui ont établi un cadre législatif pour la protection de la ressource en eau. L'application de ces directives pousse de nombreux secteurs à s'organiser et à innover, notamment le secteur de recherche de nouveaux capteurs pour l'analyse de l'eau toujours plus robustes nécessitant le moins possible d'interventions sur site. Des travaux ont été entrepris pour trouver un matériau conducteur plus sensible au pH, sachant que la réglementation sur les eaux de consommation fixe entre 6.5 et 9 la gamme de pH définissant une eau potable. Nous présentons ici les premiers résultats des recherches réalisées à partir d'un polymère organique conducteur, le polypyrrole, déjà identifié par des travaux récents comme un candidat potentiel à l'élaboration de nouveaux capteurs de pH.

ELABORATION D'UN NOUVEAU MATERIAU A BASE DE POLYPYRROLE ET SA CARACTERISATION

• Synthèse électrochimique du pyrrole

Méthode électrochimique:

Chronoampérométrie

Conditions de synthèse:

- Anions dopants: ClO_4^- et HPO_4^{2-}
- Solvant : Eau
- Potentiel imposé : 0.755 V vs Ag/AgCl
- Charge imposée: 40 mC/cm²

Substrats:

Nickel et Carbone vitreux

• Caractérisation par Microscopie Electronique à Balayage

Synthèse sur Or, Platine et C vitreux [1]

Nanofils de PPy

Synthèse sur Nickel

Micro-escargots de PPy

• Caractéristiques des Micro-escargots de Polypyrrole « μ@PPy »

$d(\mu@PPy) \sim 2 \mu\text{m}$

$$pK_a = pH + \log[(i_{\mu@PPyH} - i_{\mu@PPy^-}) / (i_{\mu@PPy^-} - 1)]$$

Par Voltammétrie Cyclique: $pK_a(\mu@PPy) \approx 7$

PERFORMANCES DES MICRO-ESCARGOTS DE POLYPYRROLE (μ@PPy) EN TANT QUE CAPTEUR PH

• Gamme de pH, sensibilité, et reproductibilité

$$E_{ind} = E_{ind}^0 - 2,3 \frac{RT}{F} pH \quad pH = -\log(a_{H^+}) = -\log\left(\frac{\gamma_{H^+} m_{H^+}}{m^0}\right)$$

➤ Réponse potentiométrique linéaire dans la gamme de pH comprise entre 4 et 10
⇒ Sonde pH applicable aux eaux de consommation humaine

➤ Valeur de la pente mesurée très proche de la valeur théorique à T = 25°C
⇒ $\alpha_{exp} = 58,86 \text{ mV/pH}$ et $\alpha_{th} = 2,3 \frac{RT}{F} = 0,0592 \text{ V/pH}$

➤ Mesures reproductibles sur 5 électrodes de Nickel modifiées par les μ@PPy
⇒ écart type relevé: 0,27 mV/pH

• pH des eaux minérales naturelles

Eau	T / °C	pH mesuré par μ@PPy
EVIAN	25,4	7,207
VOLVIC	25,4	7,108
M.ROUCOUS	25,4	5,809

• Stabilité du nouveau capteur pH

Zone d'incertitude (bleu clair) / Valeur théorique (orange)

CONCLUSION

- ✓ Un nouveau matériau issu de la synthèse électrochimique du polypyrrole a été développé, qui présente une morphologie micrométrique baptisée «μ-snails».
- ✓ Le μ@PPy a montré, dans des conditions contrôlées en température, une réponse potentiométrique nernstienne sur une plage de pH de 4 à 10.
- ✓ Ces premiers résultats permettent de conclure que ce matériau est un bon candidat comme capteur de pH, notamment pour les applications visées telles que l'analyse des eaux naturelles.
- ✓ La stabilité du capteur dans le temps a été démontrée sur une période de 4 mois

& PERSPECTIVES

- Travaux de modélisation pour expliquer le mécanisme de croissance des μ-snails de polypyrrole.
- Caractérisation complémentaire par d'autres méthodes: spectroscopie d'impédance électrochimique (EIS), Spectroscopie Infrarouge (ATR), Spectroscopie des photons X (XPS).
- Etude de la sélectivité du nouveau capteur