



CARACTERISATION DU RESINE DE PIN DANS LE BUT DE L'UTILISATION COMME MEMBRANE SEPARATEUR IONIQUE D'UNE CELLULE ELECTROCHIMIQUE

| Harinaivo Fabrice Randrianirina¹ | Mamiharijaona Ramaroson² | Rabevala Rajaonah³ | Harry Naivo Oelison René Rakoto⁴ | and | Armand Rakotosoa Andrianinarivelo⁵ |

¹ Université d'Antsiranana | Ecole Supérieure Polytechnique | Laboratoire de chimie des matériaux | BP :0, 201, Antsiranana | Madagascar |

² Université d'Antananarivo | Ecole Supérieure Polytechnique | Laboratoire des matériaux | Antananarivo | Madagascar |

| Received January 10, 2020 |

| Accepted January 19, 2021 |

| Published February 01, 2021 |

| ID Article | Randrianirina –Ref3-ajira200121 |

RESUME

Contexte : Ici à Madagascar, la nature est entourée des matières inépuisables, écologiques, exploitables et durables pour améliorer les systèmes électrochimiques. Madagascar est un pays sous développé qui a un problème de production d'énergie électrique à cause du coût élevé des carburants. Et ici, l'accès à l'énergie est encore très difficile suite à l'insuffisance des infrastructures correspondantes et levé cherté. La recherche de sources d'énergies renouvelables qui donnent de l'énergie moins chère est par conséquent d'actualité. **Objectif :** Trouver des matériaux moins chère, accessible, durable et écologique pour améliorer les systèmes électrochimiques existants. **Méthode :** Analyse de perméabilité de la résine de pin à la molécule d'eau et aux ions. Détermination des éléments chimiques de la résine de pin par la méthode à fluorescence X à énergie dispersive. Test à la résistance aux acides. Mesures de variations de valeurs de différence de potentiel, d'intensité de courant et de pH lors de l'utilisation de ce matériau comme membrane séparateur ionique. **Résultats :** La résine du pin est imperméable aux molécules d'eau mais elle est perméable aux ions. Le courant obtenu dépend entièrement du type d'électrodes et des solutions électrolytiques utilisés. Les densités de l'intensité du courant sont aux alentours de 1 A.m⁻² et 7 A.m⁻², les électrolytes sont respectivement des couples eau de mer/H₂SO₄ à 29° bé, eau douce/eau de mer et eau de mer/HCl 0,5M. **Conclusion :** La membrane à base de résine de pin est efficace dans son utilisation comme membrane séparateur ionique dans une cellule électrochimique.

Mots-clés : énergie renouvelable, membrane électrolytique, résine du pin, perméabilité, solution électrolytique, corrosion électrochimique.

ABSTRACT

Context: Here in Madagascar, nature is surrounded by inexhaustible, ecological, exploitable and sustainable materials to improve electrochemical systems. Madagascar is an underdeveloped country which has a problem with the production of electric power due to the high cost of fuel. And here, access to energy is still very difficult due to the inadequacy of the corresponding infrastructure and high cost. The search for renewable energy sources that provide cheaper energy is therefore topical. **Objective :** Find less expensive, accessible, sustainable and ecological materials to improve existing electrochemical systems. **Method:** Analysis of the permeability of the pine resin to the water molecule and to ions. Determination of the chemical elements of pine resin by the energy dispersive X fluorescence. **Method:** Acid resistance test. Measurements of variations in potential difference values, current intensity and pH when using this material as an ion separator membrane. **Results:** The pine resin is impermeable to water molecules but it is permeable to ions. The current obtained depends entirely on the type of electrodes and the electrolytic solutions used. The current intensity densities are around 1 Am⁻² and 7 Am⁻², the electrolytes are respectively seawater / H₂SO₄ pairs at 29 ° bé, fresh water / sea water and sea water / HCl 0.5M. **Conclusion:** The pine resin-based membrane is effective in its use as an ion separator membrane in an electrochemical cell.

Keywords: renewable energy, electrolytic membrane, pine resin, permeability, electrolytic solution, electrochemical corrosion.

1. INTRODUCTION

L'électricité fait partie des éléments clés de développement. Elle a un rôle central dans notre vie [1]. L'exploitation d'énergie électrique renouvelable est le moyen le plus efficace du point de vue de protection de l'environnement. Leur source est partout dans le monde (vent, eau, soleil, déchet,...) [2], mais l'exploitation reste encore insuffisante et difficile. Notre étude propose une exploitation d'énergie électrique simple et plus accessible en surtout en milieu rural qui est le moins coûteux : en utilisant la résine de pin comme membrane séparateur ionique d'une cellule électrochimique. La résine du pin se trouve en abondant dans la région Alaotra - Mangoro de Madagascar et se répand presque partout dans le monde. La résine de pin est utilisée dans un vaste domaine industriel comme additifs dans les peintures, utilisation de son essence de térébenthine dans la médecine, et dans d'autre domaine l'utilisation du goudron de pin [3]. Mais elle n'est pas encore utilisée comme élément du système électrochimique. Dans notre étude, elle est utilisée comme séparateur ionique dans une cellule électrochimique pour séparer physiquement deux solutions électrolytes. Une pile électrochimique est la transformation d'énergie chimique en énergie électrique [6, 7]. L'association d'au moins deux électrodes constituent une cellule électrochimique et un séparateur entre l'anode et la

cathode est nécessaire pour empêcher le mélange des électrolytes, tout en assurant l'écoulement du courant, essentiellement par migration ionique [7, 8].

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Matériels: Les éléments utilisés sont cités dans le tableau ci-après:

Tableau 1: Le tableau montre la liste des matériaux utilisés.

Matériaux	Solvant et Additifs	Solutions électrolytiques	Appareils
Résine de pin	Eau distillée	Eau de mer	PH mètre HW – P80
Electrodes (zinc et graphite)	Huile de tournesol	H ₂ SO ₄ à 29° bé	Multimètre DT 9205A
Pincres crocodiles	Jus de canne à sucre		Microscope digital
Fils			Thermomètre
Cellule électrochimique			Balance de précision

2.2 Méthode

2.2.1 Préparation de la membrane : La résine de pin existe en deux états, soit fluide visqueux et collant (figure 2), soit solide (figure 1). Après plusieurs expériences de préparation de la résine, on arrive à ce dosage idéal, on prend 40g de résine de pin en à l'état solide ou poudreux, on le met dans la boîte à cuisson, et on le chauffe à une température de 70°C à 90°C pour le fondre. La résine est inflammable, donc il faut faire très attention et avoir de la patience à ne dépasser cette température d'inflammation. Durant le traitement, toujours la secouer pour bien répartir la chaleur en évitant qu'il s'enflamme. On la laisse dans cet état liquide au feu pendant 10 minutes environ, c'est le temps que l'on retire les impuretés. Ensuite, on ajoute 4 ml de l'huile de tournesol mesuré avec de la seringue (12 ml dans le cas de jus de canne à sucre) dans la boîte à la cuisson et on le mélange pendant aux environs 10 minutes pour que le mélange soit bien homogène. On la verse ensuite sur une surface plane non collante (figure 3), après 5 minutes on la retire et on obtient un parchemin végétal à base de résine de pin et c'est la membrane voulue (figure 3).



Figure 1 : La figure présente la résine de pin naturel à l'état solide.



Figure 2 : La figure présente la résine de pin naturel à l'état fluide visqueux et collant.



Figure 3 : La figure montre la membrane voulue.

2.2.2 Tests de perméabilités :

Perméabilité aux solvants (molécule d'eau) : Deux compartiments ont été séparés par le parchemin végétale ou la membrane à base de résine de pin. De l'eau distillée a été introduite dans l'un des compartiments et l'autre été resté vide (figure 4).

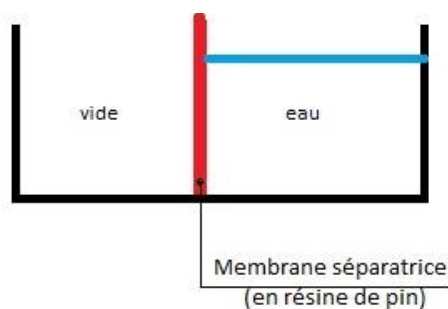


Figure 4 : La figure montre le test de perméabilité aux molécules d'eau de la membrane.

Perméabilité aux ions : Deux compartiments ont été séparés par le parchemin végétal en résine de pin. Comme l'objectif est de vérifier la variation du PH de deux solutions ou liquides différents, le pH a été mesuré en fonction du temps.

- De l'eau distillée de 80 mL a été introduite dans l'un des compartiments et 80 mL et de solution de H_2SO_4 de PH 0,6 dans l'autre.
- De l'eau distillée de 80 mL a été introduite dans l'un des compartiments et 80 ml et de jus de citron pur dans l'autre.
- De l'eau déminéralisé de 80 mL a été introduite dans l'un des compartiments et 80 mL et de l'électrolyte d' H_2SO_4 à 29° bé dans l'autre.

Le pH a été mesuré en fonction du temps. Le principe des installations est résumé dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Composition de l'installation utilisée pour l'analyse de perméabilité aux ions du parchemin végétale ou membrane à base de résine de pin.

Compartiment 1	Séparation	Compartiment 2
Eau douce (80cc)	Membrane en résine de pin traité à l'huile de tournesol pure	Jus de Citron pure (80CC)
Eau distillée (80cc)	Membrane en résine de pin traité au jus de canne à sucre	H_2SO_4 à 29° bé (80cc)

2.2.3 Comportement de la membrane face aux acides concentrés : Les effets des acides tels que l'acide sulfurique (H_2SO_4) pure et de l'acide chlorhydrique pure (HCl) sur ces éléments ont été observés à l'aide de microscope digital de résolution max 6324 x 4742. Pour cela, deux ou trois gouttes de ces acides ont été versées sur les feuilles et l'observation a été faite immédiatement.

2.2.4 Réalisation d'une cellule électrochimique : Les expériences ont été réalisées plusieurs façons différentes. Dans la première cellule, les électrodes utilisées étaient le zinc plongé dans l'eau de mer et le graphite plongé dans l'HCl de concentration 0,5M séparé par le parchemin végétal ou la membrane traitée à la canne à sucre.

La seconde expérience est la même que la première mais avec la membrane traitée avec l'huile de tournesol. À chaque combinaison d'électrolytes utilisés, la résine a été utilisée comme membrane séparateur ionique des deux compartiments de la cellule électrochimique. La figure ci-après montre le schéma de l'installation.

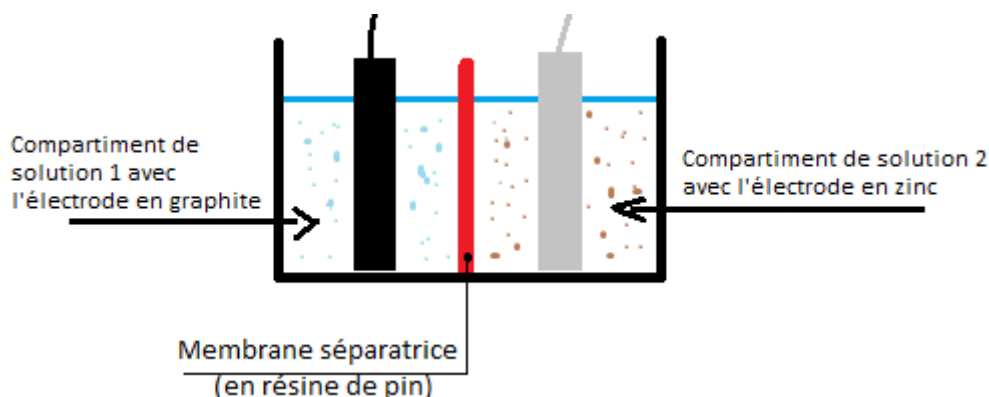


Figure 5 : La figure montre le principe d'installation d'une cellule électrochimique.

Tableau 3: Le tableau montre la composition des électrolytes et les électrodes utilisées.

Electrodes	Séparateur	Solutions électrolytiques
Résine de pin	Eau distillée	Eau de mer
Electrodes (zinc et graphite)	Huile de tournesol	H ₂ SO ₄ à 29° bé
Pincres crocodiles	Jus de canne à sucre	
Fils		
Seringue		
Cellule électrochimique		

Tableau 4: Le tableau montre les compartiments 1 et 2 contiennent deux électrolytes et deux électrodes différents séparés par la membrane en résine de pin.

installation	Compartiment 1	Séparateur	Solutions électrolytiques
1	Eau douce	Membrane traitée au jus de canne à sucre	Eau de mer
2	Eau de mer	Membrane traitée au jus de canne à sucre	HCl
3	Eau de mer	Membrane traitée au l'huile de tournesol	HCl

Le zinc est la borne négative et il est le siège de réaction d'oxydation. Le graphite et le plomb est la borne positive et ils sont le siège de réaction de réduction. Tout au long des expériences, on a branché en permanence une petite charge (laser d'une lampe de poche LED). Les valeurs de différence de potentiel et intensité de courant ont été relevées, à l'aide d'un multimètre, pendant une semaine.

- Pour la première installation, le graphite a été trempé dans l'eau de mer et le zinc étant dans l'eau douce. La surface des électrodes (zinc et graphite) était de 26 cm² et la surface de la membrane était 12 cm². On a utilisé la membrane traitée au jus de canne à sucre [12].
- Pour la deuxième installation, le graphite plongé dans l'HCl et le zinc plongé dans l'eau de mer séparé par la membrane traitée au jus de canne sucre.
- Pour la troisième installation, c'était la même que la première sauf qu'on avait utilisé la membrane traitée à l'huile de tournesol.

Les valeurs de tension du courant mesuré au cours cette expérience sont présentées dans la figure ci-après.

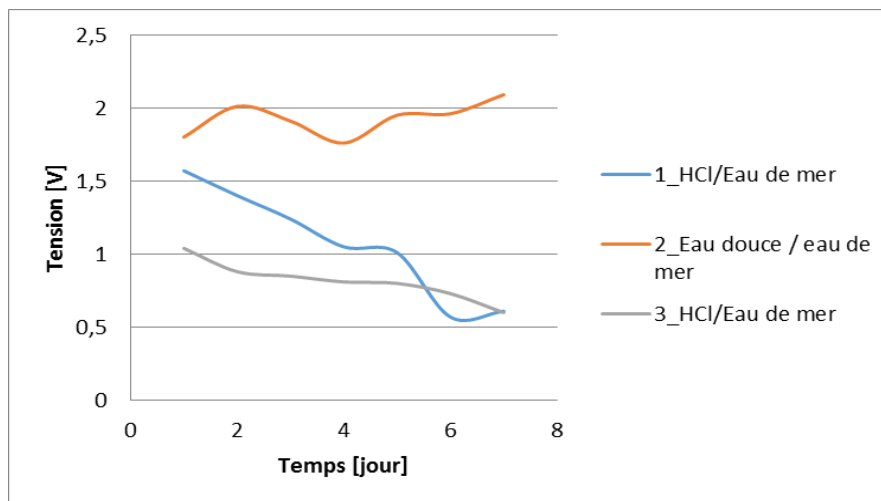


Figure 5 : La figure montre la variation de la tension pour chaque couple d'électrolyte pendant une semaine.

L'électrode utilisée a été l'électrode d'une pile R20 de tension 1,5 V. Dans notre expérience, la tension obtenue a dépassé celle de cette pile, mais elle a ensuite diminué brusquement dans le couple d'électrolyte eau de mer/HCl. Dans cette figure, on voit clairement la diminution de la valeur des tensions pour le couple de l'électrolyte eau de mer/HCl. Cette diminution a été causée par la formation de corrosion sur l'électrode. L'eau de mer et l'HCl est très corrosive pour le zinc, ce qui le rend passif. Dans ces installations, l'électrode en graphite étant dans l'eau de mer et l'électrode de zinc dans l'eau douce. L'auteur [15] a dit que l'oxygène est un facteur accélérateur de la corrosion en milieu aqueux. Donc, l'eau de mer et l'eau douce sont corrosives mais l'eau de mer est plus corrosive. La corrosion des électrodes affaiblit la capacité de transfert des électrons. C'est la raison pour laquelle cette tension diminue fortement. L'eau de mer et l'HCl est très corrosive pour le zinc. Suite à cette propriété, il y a formation de $Zn(OH)_2$ qui, atteint quelque micron mètre d'épaisseur et de ZnO sur l'électrode de zinc, ce qui le rend passif.

2.2.5 Caractérisation chimique de la résine de pin :

Comme la résine de pin n'a pas été encore utilisée comme membrane d'une cellule électrochimique, connaître les éléments chimiques présents dans ceci est nécessaire. C'est pourquoi on a choisi la méthode d'analyse par fluorescence X à énergie dispersive pour connaître ces éléments.

2.2.5.1 Analyse qualitative et quantitative de la résine de pin. [5]

- **Préparation d'échantillon :** Environ 100 mg de l'échantillon est réduit en poudre à l'aide d'un mortier et d'un pilon en agate, la poudre ainsi obtenue est ensuite tamisée en vue d'avoir des grains de taille inférieure à 100 μm . La dernière étape consiste à transformer la fine poudre en pastille (3 mm d'épaisseur et 25 mm de diamètre) à l'aide d'une presse SPECAC (Figure 6) (pression : 5 tonnes, temps de séjour : 1 mn). Aucun liant n'a été appliqué. Les pastilles (Figure 7), prêtes à être mesurées, sont stockées dans des boîtes circulaires en PTFE bien codifiées.



Figure 6 : La presse et ses accessoires.



Figure 7 : La pastille.

- **Matériels et paramètres de mesures :** L'analyse quantitative des échantillons est effectuée au moyen d'un spectromètre de fluorescence X à énergie dispersive (EDXRF) muni d'un tube à rayons X à anode en palladium (Pd) produisant un faisceau primaire de 50 watts et d'un changeur de cible comprenant du polariseur Bragg et des sources secondaires en molybdène et en cobalt.

Les réglages du courant de tube et de la haute tension dépendent des cibles. Les paramètres de mesure sont donnés

dans le tableau 5.

Tableau 5 : Le tableau présente les conditions de mesures.

Excitation	Tension/ courant du tube	Eléments d'intérêt	Temps de mesures
Molybdène (Mo)	40kV/ 0,88mA	Fe, Ni, Cu, Zn, As	300 s
Crystal Graphite (HOPG)	17,5kV/ 2mA	Na, Mg, Si, P	300 s
Cobalt (Co)	35kV/ 1mA	K, Ca, Ti, Cr, Mn	300 s

Un détecteur de dérive au silicium (Silicon Drift Detector, SDD) est utilisé pour collecter le rayonnement de fluorescence issu de l'échantillon. La résolution spectrale du SDD est ≤ 130 eV pour la raie du Mn-K α . Les mesures sont effectuées en mode sous-vide et la durée d'analyses d'un échantillon est de 900 s. L'analyse est contrôlée par un système d'acquisition de données sur ordinateur à l'aide d'un logiciel spécialisé, le SPECTRO X-Lab Pro.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Perméabilité :

- Perméabilité aux molécules d'eau :

Durant une semaine, on n'a observé qu'aucune fuite d'eau dans le compartiment 1. Ce qui nous montre que le parchemin végétal ou la membrane à base de résine de pin est imperméable à la molécule d'eau.

- Perméabilité ionique :

Les courbes suivantes montrent l'évolution du PH des solutions lors de transferts ioniques d'un compartiment vers l'autre durant une semaine.

3.1.1 Première expérience : Les deux électrolytes citron/eau douce ont été séparés par la membrane traitée à l'huile de tournesol.

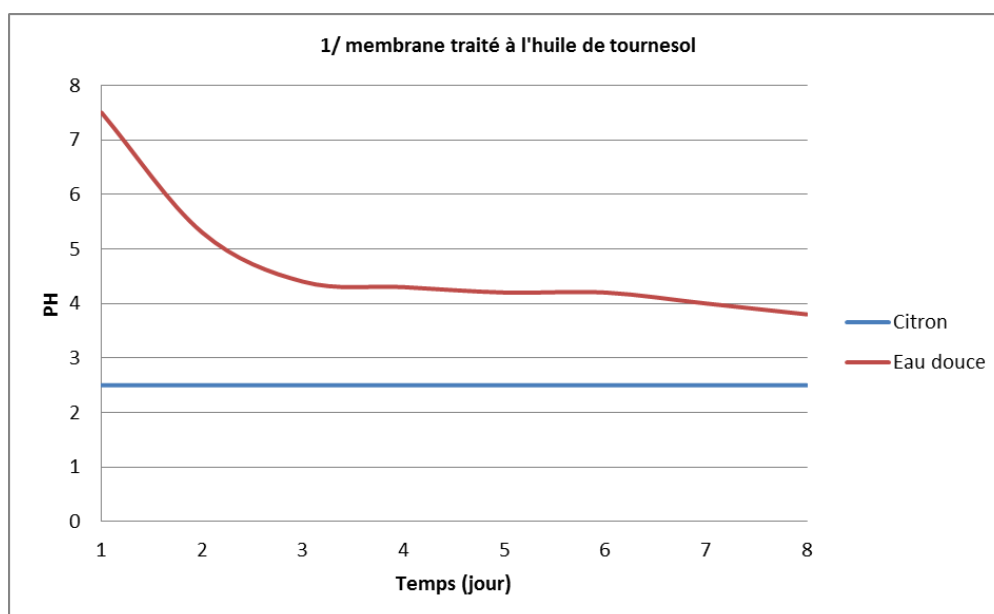


Figure 8 : La figure montre la variation du PH entre le jus de citron pure et de l'eau douce séparé par le membrane traité à l'huile de tournesol.

3.1.2 Deuxième expérience : Les deux électrolytes citron/eau douce ont été séparés par la membrane traitée au jus de canne à sucre.

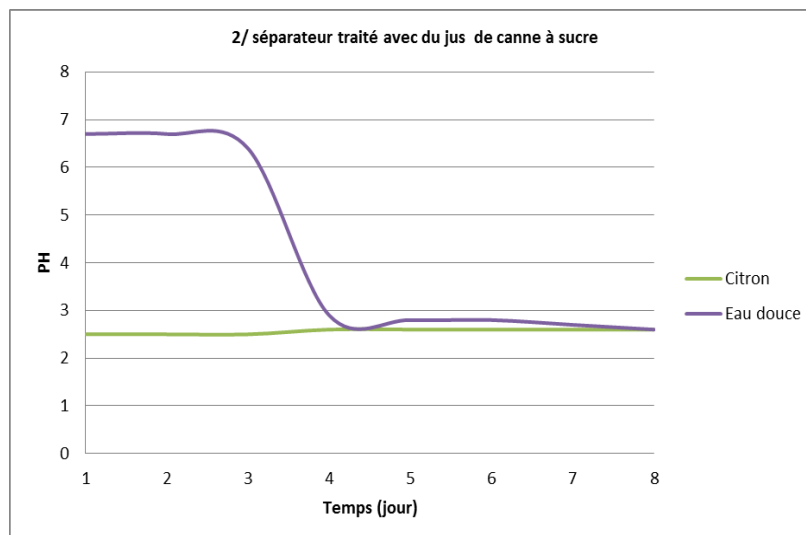


Figure 9 : La figure montre la variation du PH entre le jus de citron pure et de l'eau douce séparé par le membrane traité au jus de canne à sucre.

3.1.3 Troisième expérience : Les deux électrolytes eau déminéralisé/ H_2SO_4 de $PH=0,6$ ont été séparés par la membrane traitée à l'huile de tournesol.

3.1.4 Quatrième expérience : Les deux électrolytes eau déminéralisé/ H_2SO_4 de $PH=0,6$ ont été séparés par la membrane traitée au jus de canne à sucre.

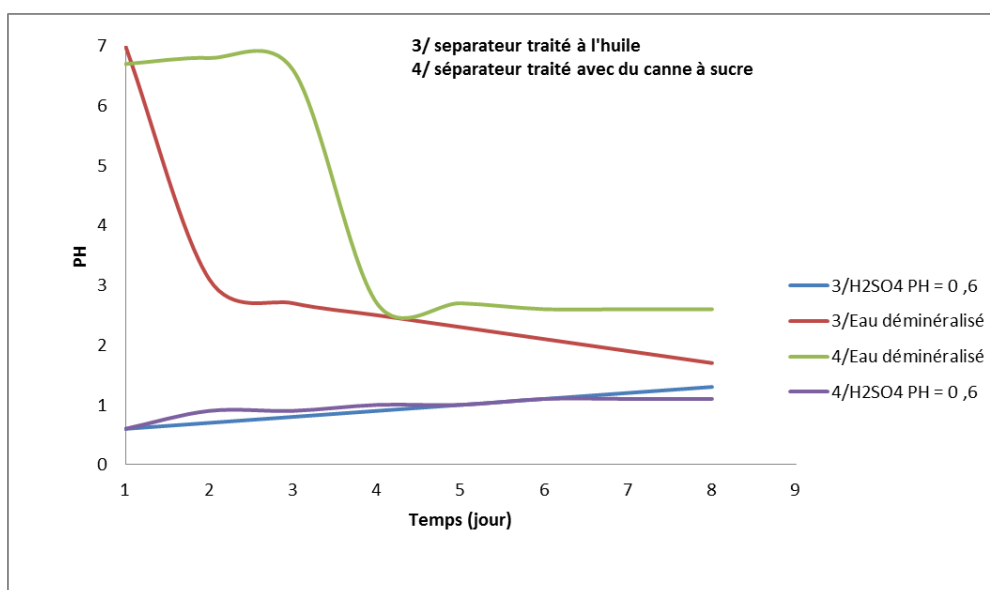


Figure 10 : La figure montre la variation du PH entre l'eau déminéralisé et l'acide sulfurique de $PH=0,6$ pour chaque type de traitement de la membrane.

D'après les courbes obtenues, les ions traversent les membranes d'un compartiment vers l'autre compartiment. Le déplacement ionique se fait de la solution la plus concentrée vers la solution moins concentrée. Dans deux solutions de concentrations différentes, les ions dans la solution la plus concentrée ont eu tendance à équilibrer leur concentration à celle qui est la moins concentrée. C'est pourquoi les courbes 1 et 4 ont tendance à se rejoindre l'une de l'autre c'est-à-dire que les pH des deux solutions tendent vers une même valeur. Donc, le pH du jus de citron tant à augmenter alors que celui de l'eau douce diminue. De même que celui de l'eau déminéralisé diminue et que celui de l' H_2SO_4 augmente.

3. 2. Attaque des acides concentrés sur la membrane : Observé à l'aide de microscope digital après 5 minutes de versements des gouttes d'acides très concentrés, de l' HCl ou de l' H_2SO_4 sur la résine à l'état naturel, il n'y a presque pas de changement. L'attaque des acides n'avaient presque aucune influence sur la résine.

3.3. Résultats de test de l'efficacité de ces deux types de membranes en tant que membrane séparatrice dans une cellule électrochimique. Tout au long de cette expérience, on a branché en permanence une petite charge d'un chargeur de pile de 1,5 V.

3.3.1. Première expérience : Dans la première installation, le graphite a été trempé dans l'eau de mer et le zinc étant dans l'eau douce. La surface des électrodes (zinc et graphite) était de 26 cm² et la surface de la membrane était 12 cm². On a utilisé la membrane traitée au jus de canne à sucre.

3.3.2. Deuxième expérience : Pour la deuxième installation, le graphite plongé dans l'HCl et le zinc plongé dans l'eau de mer séparé par la membrane traitée au jus de canne sucre.

3.3.3. Troisième expérience : Pour la troisième installation, c'était la même que la première sauf qu'on avait utilisé la membrane traitée à l'huile de tournesol.

Les valeurs de tension du courant mesuré au cours ces expériences sont présentées dans la figure ci-après.

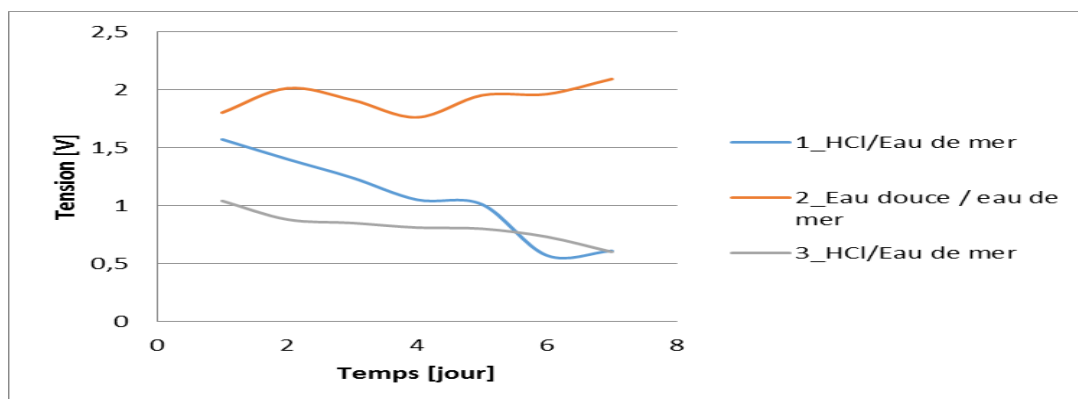


Figure 11 : La figure montre la variation de la tension des trois types d'expérience.

Pendant la période d'expérimentation, l'intensité du courant varie de 2 mA à 15 mA. Ces valeurs sont obtenues pour les installations utilisant les électrolytes HCl et eau de mer.

En électrochimie, la densité du courant est la plus importante [16]. Son unité est A.m⁻² et sa formule est :

$$D = \frac{I}{S_t} \quad (1)$$

Avec D - la densité du courant, I - l'intensité du courant et S_t - la surface totale d'électrode (S_{arode} + C_{athode}). Les densités du courant obtenues lors de cette expérience sont présentées dans la figure ci-après.

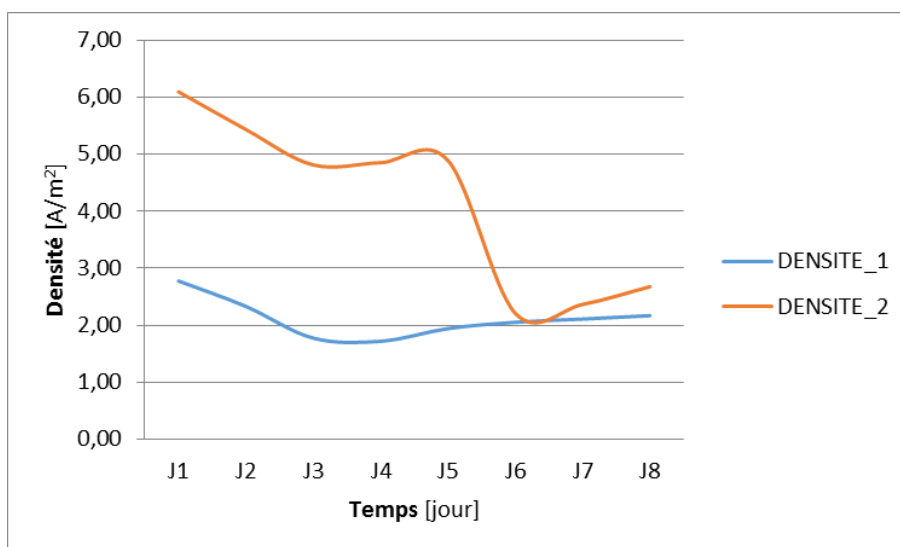


Figure 12 : La figure montre la variation de la densité de l'intensité du courant durant 1 semaine.

La densité₂ est correspond à la membrane traitée au jus de canne à sucre et la densité₁ celle de la membrane traitée à l'huile de tournesol. Au début, il y en a de décalage des valeurs, mais au fur et à

mesure des jours d'après, à partir de sixième jour, les deux valeurs se rejoignent et tend à se stabiliser. Ce qui montre l'efficacité des deux types de traitements pour la préparation de la membrane.

3.4 Analyse quantitative des éléments chimiques dans la résine de pin [5].

X-LabPro		X-LabPro		X-LabPro	
Position	1	Position	1	Position	1
Sample Name:	19029C01_Resine	Sample Name:	19029C01_Resine	Sample Name:	19029C01_Resine
Measurement No.:	1	Measurement No.:	8	Measurement No.:	7
Date:	12/08/2019	Date:	12/08/2019	Date:	12/08/2019
Time:	10:22:45	Time:	10:39:00	Time:	10:33:29
Target:	Compton/Secondary Molybdenum	Target:	Bragg Crystal HOPG	Target:	Secondary Target (K) Cobalt
Voltage [kV]:	39.7	Voltage [kV]:	17.4	Voltage [kV]:	34.8
Current [mA]:	0.9	Current [mA]:	2.0	Current [mA]:	1.0
Measuring Time [s]:	300	Measuring Time [s]:	300	Measuring Time [s]:	300
Impulse Rate [cps]:	110468.3	Impulse Rate [cps]:	15153.9	Impulse Rate [cps]:	18665.8
Rel. Dead Time [%]:	50.7	Rel. Dead Time [%]:	9.3	Rel. Dead Time [%]:	11.3
Elec. N. HWV [eV]:	73.8	Elec. N. HWV [eV]:	68.9	Elec. N. HWV [eV]:	69.0
Peak Time [μs]:	2.0	Peak Time [μs]:	2.0	Peak Time [μs]:	2.0
Energy Range [keV]:	25.0	Energy Range [keV]:	12.5	Energy Range [keV]:	12.5
Zero Peak Rate [cps]:	20000	Zero Peak Rate [cps]:	20000	Zero Peak Rate [cps]:	20000
Calib. E, abs [keV]:	-0.354770	Calib. E, abs [keV]:	-0.288807	Calib. E, abs [keV]:	-0.288807
Calib. E, lin [keV/Ch]:	0.012507	Calib. E, lin [keV/Ch]:	0.012428	Calib. E, lin [keV/Ch]:	0.012428
Calib. S, abs [keV ²]:	0.000897	Calib. S, abs [keV ²]:	0.000855	Calib. S, abs [keV ²]:	0.000855
Calib. S, lin [keV]:	0.000412	Calib. S, lin [keV]:	0.000412	Calib. S, lin [keV]:	0.000412

Figure 13 : La figure montre les paramètres de mesures lors du bombardement de l'échantillon de résine préparé par molybdène, Bragg Crystal et cobalt.

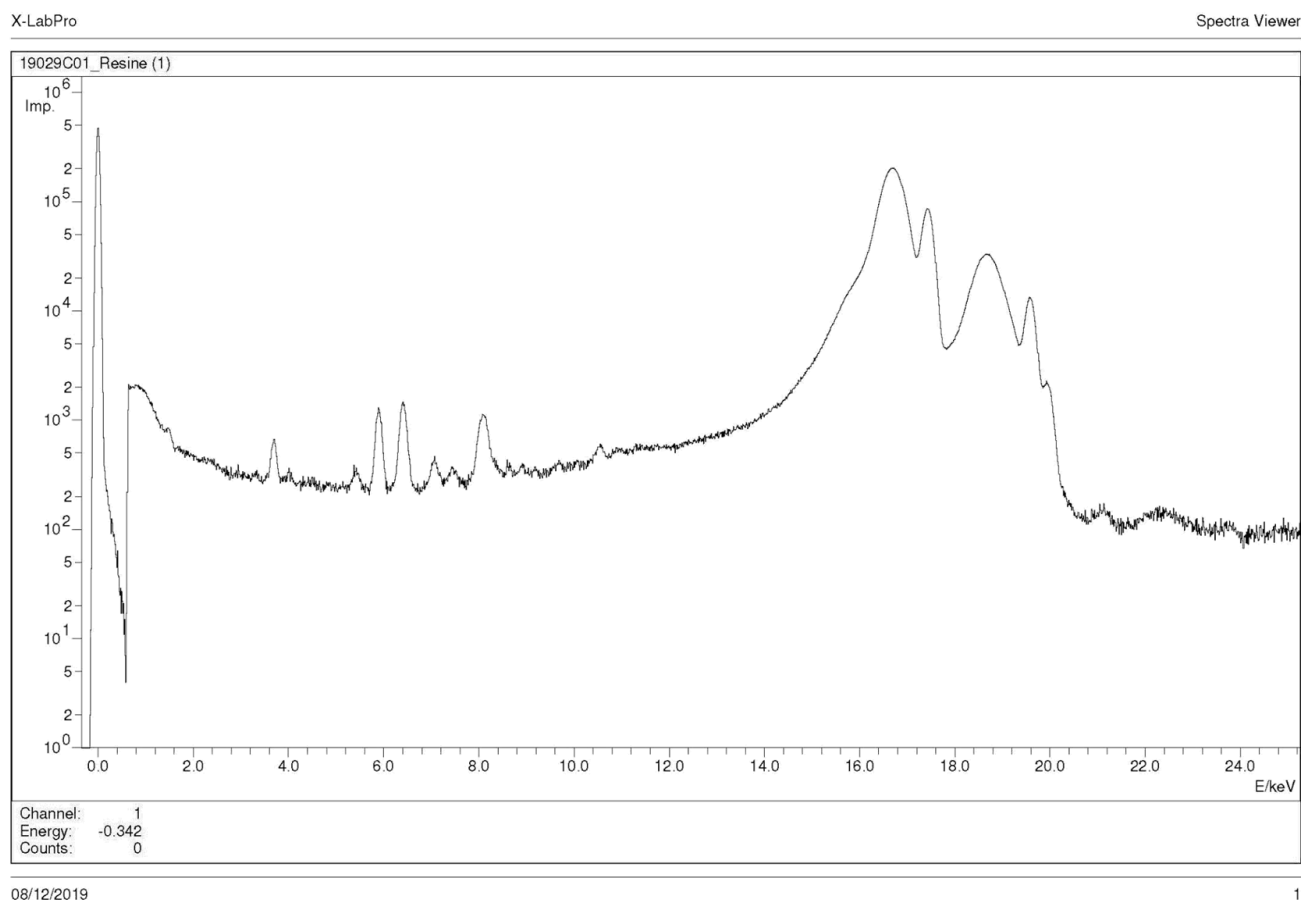
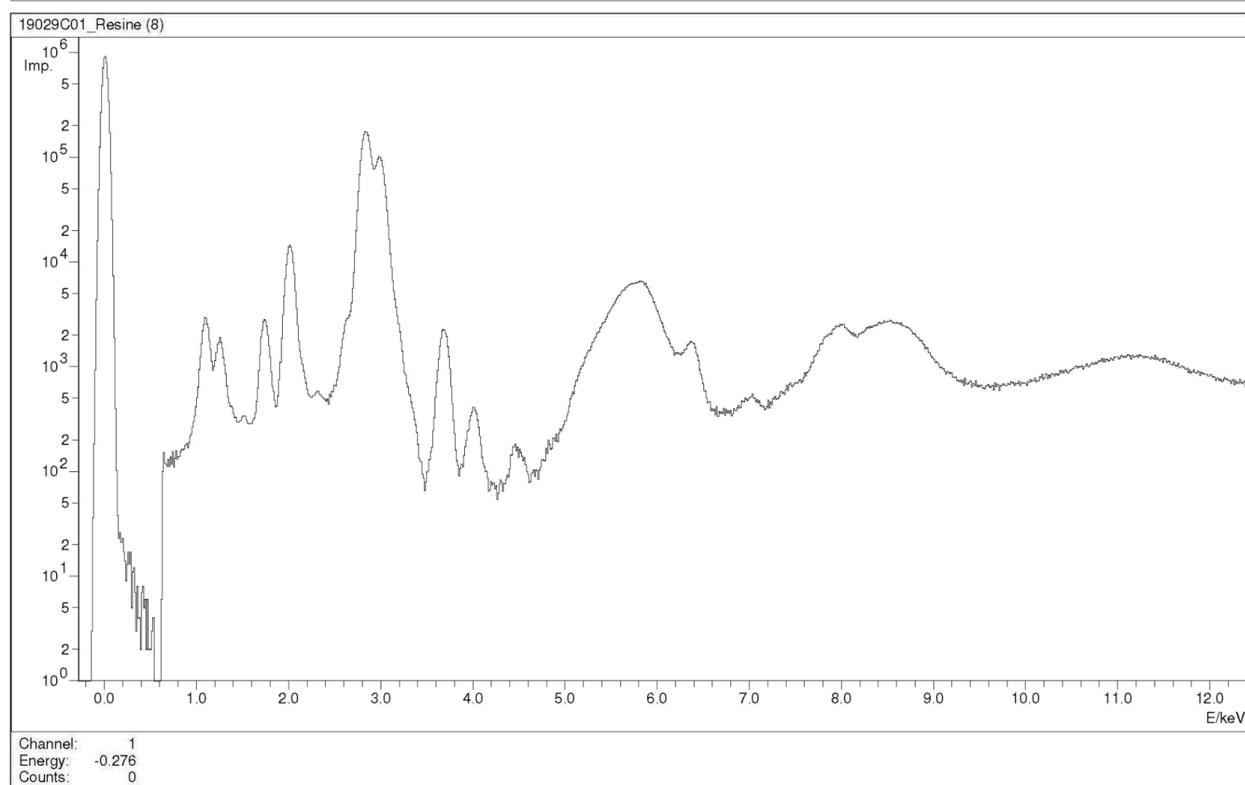


Figure 14 : Résultat du spectre par bombardement en Molybdène

X-LabPro

Spectra Viewer



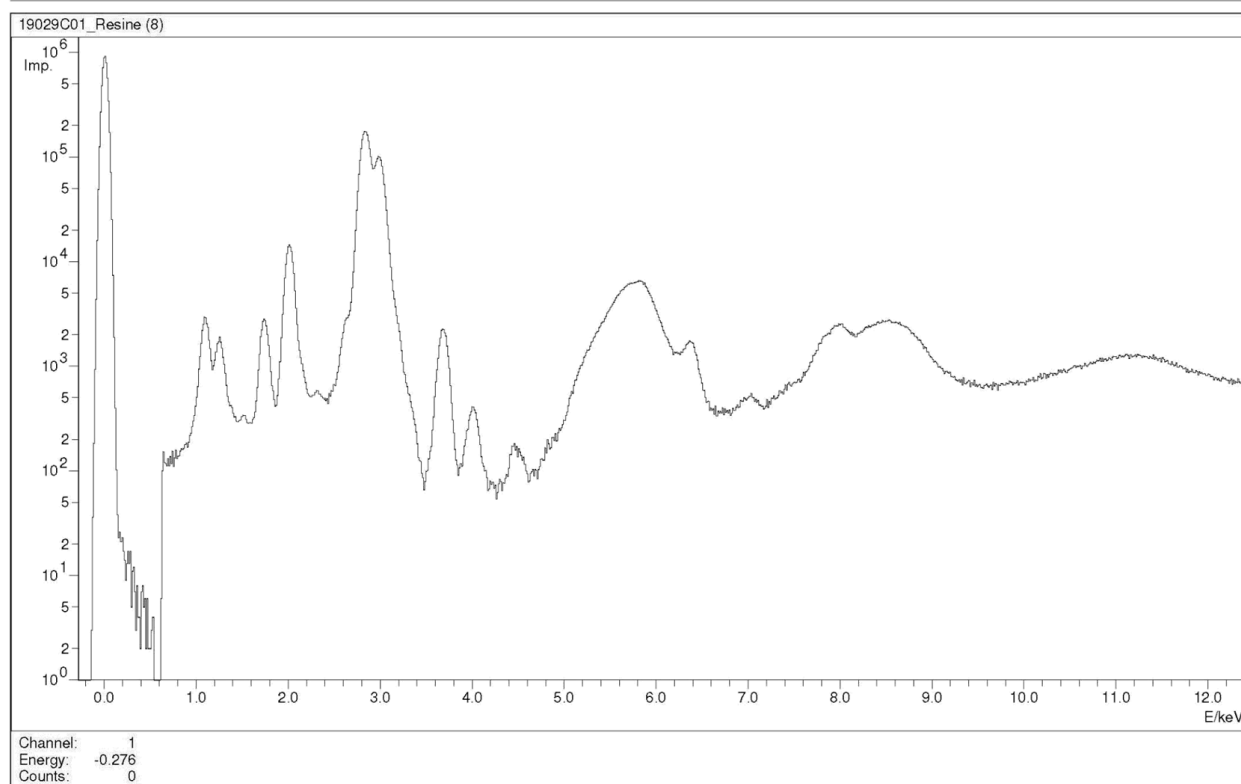
08/12/2019

1

Figure 15 : Résultat du spectre par bombardement en Bragg Crystal.

X-LabPro

Spectra Viewer



08/12/2019

1

Figure 16 : Résultat du spectre par bombardement en Cobalt.

Tableau 6: Résultats des éléments chimiques contenant dans la résine de pin.

Eléments	Unité	Concentration
Sodium (Na)	mg/kg	0,54 ± 0,04
Magnésium (Mg)	mg/kg	260 ± 22
Silicium (Si)	mg/kg	122 ± 11
Phosphore (K)	mg/kg	303 ± 23
Potassium (K)	mg/kg	14,9 ± 1,1
Calcium (Ca)	mg/kg	150 ± 12
Titane (Ti)	mg/kg	1,8 ± 0,2
Chrome (Cr)	mg/kg	1,9 ± 0,2
Manganèse (Mn)	mg/kg	59,7 ± 5
Fer (Fe)	mg/kg	30,2 ± 2,8
Nickel (Ni)	mg/kg	1,9 ± 0,2
Cuivre (Cu)	mg/kg	7,5 ± 0,8
Zinc (Zn)	mg/kg	0,9 ± 0,1
Arsenic (As)	mg/kg	0,72 ± 0,08

L'utilisation de la résine de pin en tant que membrane séparatrice d'une cellule électrochimique est prometteuse vu les résultats qu'on avait effectués. Comme c'est une chose tout à fait nouvelle, l'analyse quantitative des éléments chimiques contenant dans la résine est nécessaire. Fabriquer une nouvelle membrane à partir de ces éléments est certainement coûteuse, alors que la nature nous l'offre gratuitement, et certainement que ce résultat d'analyse est nécessaire pour ce travail de recherche.

5. CONCLUSION

L'intérêt de notre étude est la découverte d'une nouvelle membrane séparateur ionique plus accessible. Le remplacement de pont salin ou papier filtre dans une cellule électrochimique par le parchemin végétal à base de résine de pin diminue son coût de production. La membrane à base de résine de pin est imperméable aux solvants (molécule d'eau) mais elle est perméable aux ions. En comparant notre étude avec la pile Daniell ou celle de l'auteur [1], l'utilisation de la membrane à base de résine de pin est largement moins chère. Les valeurs de tension diminuent à cause de la formation de corrosion. La tension et la densité des courants varient en fonction des électrolytes et les électrodes utilisées.

Au début de l'expérience, la tension du courant a dépassé 1,5 V (tension de pile R20) et l'intensité du courant débute aux alentours de 15 mA. Les solutions qu'on a utilisées sont des solutions très corrosives, ce qui rend la forte diminution de la densité et la tension de courant. L'emploi de l'eau de mer comme électrolyte diminue aussi le coût d'une pile. Mais la formation de la corrosion sur l'électrode en zinc doit être diminuée. La prochaine étape de notre travail sera l'utilisation de la résine de pin pour protéger les électrodes contre la corrosion.

6. REFERENCES

- 1 - Giorgio Carboni. Expériences d'électrochimie. Janvier 1998. Traduction de Caroline Varin, août 2007. Disponible : www.funsci.com/fun3_fr/elechim/elechim.htm
- 2 - Renewables 2011: Global Status Report (Rapport mondial sur les énergies renouvelables en 2011). Disponible : http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/GSR2011_Master18.pdf
- 3 - Résine de pin. Disponible : https://fr.wikipedia.org/wiki/Résine_de_pin
- 4 - Jaofara, Lehimena Clément, Ramaroson Mamiharijaona et Randriamanantena Nozère Nemphia. Caractérisation des feuilles de bananier et de badamier dans le but de leurs utilisations comme membranes d'une cellule électrochimique. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2017; 5(3): 200-208. Disponible : <http://www.american-jiras.com/Jaofara-ManuscriptRef.2-ajira030817.pdf>
- 5 - Cours et résumé du travail effectué au laboratoire d'analyse par spectrométrie à fluorescence X à énergie dispersive à l'INSTN – Antananarivo ou Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires à l'Université d'Antananarivo Madagascar.
- 6 - Cellule électrochimique. Disponible : http://bastian.korneg.free.fr/lise/TS/Chimie/09-%20Pile/TS_C09.pdf
- 7 - Olivier M-G, et Debligny M. Manipulations d'électrochimie. UNIVERSITE DE MONS, FACULTE POLYTECHNIQUE DE MONS. Edition 2010. p. 3, 35. Disponible : <https://moodle.umons.ac.be/mod/resource/view.php?id=5314>
- 8 - Didier Devilliers et Éric Mahé Cellules électrochimiques : aspects thermodynamiques et cinétiques. Applications aux générateurs et aux électrolyseurs industriels. Janvier 2003. Disponible : <http://www.lactualitechimique.org/Cellules-electrochimiques-aspects-thermodynamiques-et-cinetiques-Applications-aux-generateurs-et>
- 9 - Jean Sarrazin et Michel Verdager. *L'oxydoréduction, concepts et expériences*, Ellipses, paru le : 11/2010. p. 309. Disponible : www.unithèque.com/.../ellipses/L_oxydoreduction-23816.html
- 10 - Walid Mabrouk. Synthèse et caractérisation de nouvelles membranes protoniques. Applications en pile à combustible à membrane échangeuse de protons. Thèse de doctorat en chimie à la Faculté des Sciences de Tunis, Le CNAM Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris. 2012. Disponible : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00697008>
- 11 - Ibtissam Ressay. Élaboration et caractérisation de nouvelles membranes composites à conduction protonique pour les piles à combustible. Thèse, UNIVERSITE CADI AYYAD (MAROC) et UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE, PARIS 6 (FRANCE). 2017. Disponible : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02489752>
- 12 - Julie Savignac. Impact des interactions membrane/électrolyte sur la diffusion de sucres à travers des membranes échangeuses d'ions. 2010. Thèse, Université de Toulouse III – Paul Sabatier. Disponible : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00581794>

- 13 - Mathieu Meyer. Membranes électrolytes à porteurs de charge Li+.2014. Thèse, Université Montpellier II. 2014. Disponible : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01285380>
- 14 - Douglas Skoog, Donald West, F. et James Holler. Chimie analytique, De Boeck Supérieur, 1997.
- 15 - Lemaire F. La protection contre la corrosion des structures métalliques immergées. Décembre 1988. P. 43. Disponible : http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/IMG/.../QG_88-02_cle5d9d52.pdf
- 16 – Barral G. Le Gorrec B. et Montella C. Notion élémentaire sur les cellules électrochimiques. Grenoble 2003. P.15. Disponible : <http://electrochimie.minatec.grenoble-inp.fr/CTDnot.pdf>
- 17 - Ludovic Dumas. Post-modification par irradiation γ de polymères à base de fluorure de vinylidène: Applications aux membranes séparatrices de supercapacité. Thèse, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. 2012. Disponible : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00801543>



Cite this article: Randrianirina Harinaivo Fabrice, Ramaroson Mamiharijaona, Rajaonah Rabevala, Rakoto Harry Naivo Oelison René, Rakotosoa Andrianianarivelo Armand. CARACTERISATION DU RESINE DE PIN DANS LE BUT DE L'UTILISATION COMME MEMBRANE SEPARATEUR IONIQUE D'UNE CELLULE ELECTROCHIMIQUE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2021; 12(1): 43-54.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>