

## Travail sérieux mais des points à éclaircir et à approfondir

M. FAHEL

Le rapport est bien structuré avec une progression logique. Cependant, la partie analyse et interprétation des observations expérimentales nécessitent d'être mieux expliquées (équation de réaction sur chaque pôle de la pile, produit formé). Modifier paramètre par paramètre pour étudier leur influence et non pas tous en même temps.

Utiliser des références bibliographiques pour soutenir les affirmations et les résultats présentés. Chaque assertion scientifique devrait être appuyée par une référence crédible.

Pour créer, organiser et insérer des références bibliographiques, vous pouvez utiliser le logiciel Zotero : voici un lien vers un tutoriel pour télécharger et utiliser le logiciel : [https://www.youtube.com/watch?v=i1LPt7q\\_4JA](https://www.youtube.com/watch?v=i1LPt7q_4JA)

Marine — Sergent Anaïs

Eviter l'utilisation des adjectifs possessifs pour maintenir un ton objectif et impersonnel!

EL MRANI Sarah

Fautes d'orthographe / de syntaxe signalées en jaune. Plusieurs passages sont formulés maladroitement. Faites des phrases complètes et courtes. Pensez à faire relire votre rapport par une tierce personne. Utilisez l'option "justifier" le texte.

Thème : Transition, transformation, conversion

Dominante Biologie

Titre : Utilisation d'une pile biodégradation microbienne dans le quotidien et ses limites

Résumé : Introduction

Dans le cadre de la recherche de nouvelle énergie renouvelable, trouver la pile de demain est un axe de réflexion. La transition écologique est le sujet principal dans tous les domaines. En particulier, les grandes usines industrielles qui utilisent pour fabriquer leurs produits des énergies fossiles de plus en plus rare. Alors le passage, à une énergie plus propre, a été entrepris : l'utilisation de piles à lithium s'est faite de plus en plus importante. C'est pourquoi les piles que l'on trouve dans notre vie quotidienne sont des piles à lithium. Mais le lithium étant un composé limité, son utilisation va être réduite. Dès lors, les chercheurs tendent à substituer ces piles en cherchant d'autres alternatives, comme les piles microbiennes. mal dit

pléonasme

Un autre obstacle dans la transition écologique : le manque de sources d'énergies. Faites une phrase complète

Les déchets biodégradables peuvent se révéler être une grande source d'énergie chimique illimité

Donc naturellement, les piles de demain seraient des piles microbiennes sans manipulation de matériaux rares et disposant d'une source d'énergie biodégradable. On vient à se poser la question : en

**Les déchets biodégradables et les piles microbiennes peuvent-elles être un moyen, même minime, d'accéder à la transition écologique ?**

Année 2023/2024

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I. Premièrement, en quoi consiste une pile microbienne ?</b>	<b>3</b>
A. Principe	3
B. Atouts et limites théoriques	4
<b>II. Mise en pratique de la théorie</b>	<b>4</b>
A. Matériel et <u>protocol</u> de l'expérience et <del>nos</del> attendus	4
B- Résultats expérimentaux et analyses	5
<b>III. Conclusion</b>	<b>8</b>
A- Pistes envisagées pour améliorer le rendement de <del>notre</del> pile	8
B- Conclusion partielle	8
<b>Sources</b>	<b>8</b>

## Introduction redondant, à fusionner avec la partie "résumé"

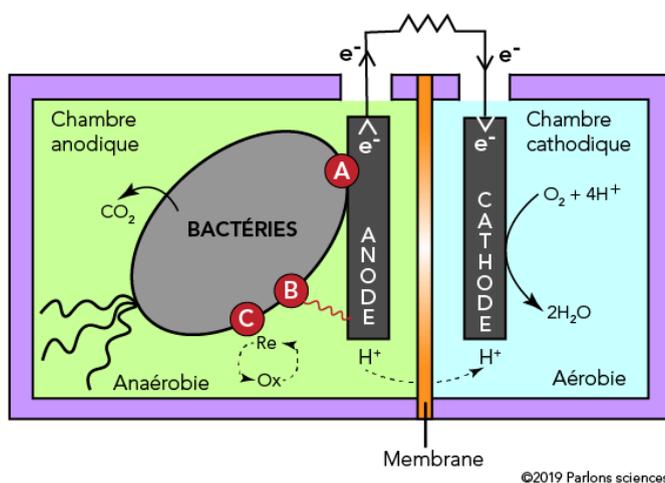
L'objet de notre TIPE est donc de répondre à notre problématique. Ainsi l'expérience qui va nous aider à répondre à notre question va consister à faire une pile microbienne ayant pour source d'énergie la fermentation de déchets biodégradables et de la levure. Nous observerons alors si **L'énergie délivrée par les piles microbiennes à base de déchets biodégradables peut apporter assez d'électricité pour au moins alimenter des objets du quotidien ?**

## I. Premièrement, en quoi consiste une pile microbienne ?

### A. Principe

Le principe d'une pile microbienne est simple, il s'agit d'une pile électrochimique ayant pour source d'électrons une bactérie. En effet, les bactéries sont capables de libérer des électrons lors de leur catabolisme énergétique notamment les fermentations par l'intermédiaire de différentes réaction d'oxydoréduction sur différents couples de pouvoir oxydant/réducteur comme le  $\text{NAD}^+/\text{NADH}^+$ .

De ce fait, on aura deux demi-piles, l'anode qui contiendra la bactérie et son électrolyte et la cathode qui contiendra l'accepteur d'électrons. Les électrons seront transférés grâce à deux électrodes et un pont salin sera installé entre les deux compartiments.



*Schéma d'une pile microbienne*

Ici, la membrane possède en principe le même rôle que le pont salin.

Que signifient A, B et C ?

## B. Atouts et limites théorique

Les piles microbiennes ont un intérêt majeur dans la reconversion énergétique. En effet, elles pourraient constituer une nouvelle source d'énergie utilisable dans l'industrie ou à l'échelle quotidienne. Elles pourraient dès lors se révéler comme un nouveau moyen de fabriquer de l'électricité et cela de la manière la plus écologique possible. Néanmoins, si cela constitue l'objectif final espéré du développement de ces piles, il y a en théorie un important obstacle à surmonter : le rendement limité de certaines bactéries en termes d'énergie.

## II. Mise en pratique de la théorie

Les levures ne sont pas des bactéries mais des eucaryotes unicellulaires appartenant au clade des champignons

### A. Matériel et protocole de l'expérience et nos attendus

Pour réaliser notre pile microbienne nous avons décidé de choisir des levures comme bactérie notamment parce qu'elles sont facilement accessibles, simples à manipuler mais surtout parce qu'elles peuvent fermenter dans un milieu aérobique contrairement aux autres bactéries qui ont besoin d'être dans un milieu anaérobique. Puis, comme source acceptatrice d'électrons nous avons décidé d'utiliser des déchets biodégradables afin que notre pile soit la plus écologique possible; nous avons choisi de prendre du coton notamment puisqu'il s'agit d'un matériau polyvalent qui trouve sa place dans notre quotidien.

milieu aérobie ou anaérobie



*Levure*



*Fleur de coton*

Ainsi, d'une part, la cathode de la pile est composée de coton, d'une électrolyte et d'une électrode en graphite. L'électrolyte est une solution de chlorelle qui est un phytoplancton, ces chlorelles sont censé dégrader le coton, c'est cette dégradation qui se révèle avoir besoin d'un apport d'électrons. Ces électrons proviennent de la fermentation des levures au niveau de l'anode. En effet, l'anode contient les levures, une solution sucrée pour pouvoir nourrir les levures et ainsi réaliser la fermentation qui libère des électrons qui sont transférés jusqu'à la cathode. Enfin, les deux demi-piles sont liés par un pont salin qui permet d'éviter des réactions d'oxydo-réductions indésirables ainsi que de maintenir la neutralité électronique de chaque solution.

pas très clair, je ne suis pas sûr que les chlorelles dégradent le coton! Ce sont des autotrophes photosynthétiques

Enfin, cette pile est reliée en série à un mini ventilateur grâce à des fils électriques. Ce mini ventilateur est censé tourner grâce au courant électrique fourni par la pile.

Pour mieux visualiser le protocole, nous l'avons résumée dans le tableau suivant :

Cathode (graphique)	Séparation	Anode (graphite)
<b>Déchets bio :</b> cellulose : coton	<b>Pont Salin</b>	<b>Levure</b>
<b>Réaction rédox :</b> $(C_6H_{10}O_5)_n$ $+ ne^- \Rightarrow ?$ (coton, cellulose) (NADPH, H <sup>+</sup> ) à préciser	x x x x x x x	<b>Réaction de fermentation</b> $C_6H_{12}O_6 + 2 ADP + 2 Pi \rightarrow$ $2C_2H_5OH + 2 CO_2 + 2 ATP$ oxydation <del>Réduction</del> => libération d'électron
<b>Électrolyte :</b> Planctons: chlorelle	x x x x x	<b>Nourriture :</b> saccharose : (sucre) et eau

## B- Résultats expérimentaux et analyses

### 1ère expérience :

Après avoir mis en place le protocole, nous n'avons observé aucune réaction notable au niveau d'aucune des deux demie-piles. De plus, le ventilateur n'a pas tourné. Nous pensons donc que le coton n'est pas dégradé (on a d'ailleurs pris un petit morceau de coton pour vérifier si il était dégradé), mais que tout de même que la levure fermente, mais très peu, on voit effectivement un tout précipité bleu qui serait possiblement un signe de cette fermentation. [Pour gagner en clarté, faites des phrases courtes](#)



*Montage de la pile microbienne, on peut voir la cathode contenant le coton et la chlorelle et l'anode contenant la levure et le sucre. Les deux sont reliés par l'intermédiaire d'électrodes et de fils électriques. Le pont salin ferme le circuit.*

De cette absence de réaction, nous avons supposé que cela aurait pu être dû :

- à un manque de lumière pour l'être photosynthétique qu'est le plancton chlorelle
- au type de plancton (chlorelle) qui n'a pu dégrader le coton
- à une énergie produite qui est trop faible pour être perçue à cause des rendements de la fermentation trop faible.
- à la quantité de chaque réactif.
- à une réaction trop lente pour aboutir à un résultat.
- à l'ordre de l'introduction des réactifs de la cathode pour réaliser la fermentation.

Donc, pour une prochaine expérience nous pensons revoir l'ordre dans lequel nous ajouterons les réactifs, en effet nous avons rajouté le sucre et l'eau après les levures, alors que lorsqu'elles étaient mises après le sucre et l'eau, une réaction de fermentation avait lieu. La quantité de levure peut aussi être augmentée pour catalyser l'expérience et donc pour de meilleurs résultats. La possibilité d'utiliser un plancton différent comme le zooplancton est envisageable si le coton n'est en effet pas dégradé.

**2<sup>ème</sup> expérience :**

Dans cette deuxième expérience, nous avons minutieusement introduit les réactifs dans l'ordre énoncé plus tôt, et augmenté la dose de levure utilisée. Le ventilateur ne fonctionne toujours pas, mais un courant est noté par le voltmètre : 54,5 mV. (Calibre 200 m). Ce courant augmentait lorsqu'on ajoute des réactifs. Une fois le coton et la chlorelle ajoutés, le voltage est monté à 76,5 mV. De plus, du CO<sub>2</sub> formé avec la fermentation était visible pendant la réaction.

Dans la suite de notre idée, nous avons alors posé une hypothèse : la quantité de réactif serait proportionnelle au voltage.

Pour savoir les capacité de notre pile ainsi que la faisabilité dans une utilisation quotidienne il faut :

- Quantifier les réactifs (chlorelle et coton) pour connaître théoriquement les doses pour avoir un voltage d'au moins 5V.
- Un balance pour peser les réactifs
- Le coton est-il vraiment dégradé ?
- Essayer plus de coton que de chlorelle,
- Essayer avec 100 g et 50 g de levure.

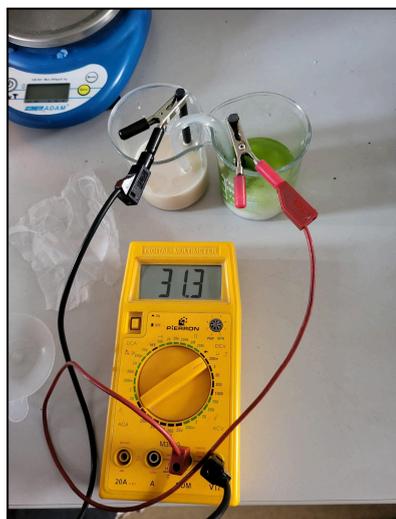
### Expérience 3 :

Ainsi, le choix des quantités fut notre guide dans l'ajout de réactif :

- 2,5 g de coton
- 50 mL de chlorelle
- 6 g de levure
- 8 g de sucre

Choisir une façon unique de présenter les résultats tout au long du rapport

Dans ce cas, le voltmètre nous affiche => 32,5 mV. Nous avons voulu savoir si le double de chlorelle augmenterait le voltage : après ce rajout le bécher contient 100 mL de chlorelle. Pourtant, le voltage ne change que très peu : le voltmètre affiche => 33,4 mV. La chlorelle ne semble pas être un facteur décisionnel dans le rendement de notre pile.



*Mesure de la tension aux bornes de la pile microbienne*

### III. Conclusion

#### A- Pistes envisagées pour améliorer le rendement de notre pile

Au vu de cette étude, l'amélioration de notre pile est essentielle. Nous envisageons notamment de la réaliser dans des proportions plus importantes et plus logiques vis-à-vis de ce que nous avons observé lors des expériences. C'est-à-dire en fonction des réactifs, augmenter ou diminuer leur proportion. De plus, remplacer les levures par des mitochondries est une possibilité à ne pas négliger étant donné que le rendement énergétique des mitochondries est davantage plus élevé que celui de la fermentation des levures. De ce fait, cela nous permettrait de mieux exploiter notre pile et donc d'obtenir un taux énergétique plus important.

#### B- Conclusion partielle

Bien que nos expériences ne nous aient pas permis de répondre entièrement à la problématique, nous pouvons tout de même conclure à l'aide de nos observations qu'une pile composée de déchets biodégradables et de levures peut être une source d'énergie électrique. Certes l'énergie électrique délivrée est assez faible, de l'ordre de  $10^{-3}$ V, mais nous sommes convaincus qu'à partir de ces résultats minimes et avec quelques améliorations, cette pile peut atteindre un très bon rendement qui lui permettra de délivrer une énergie assez puissante pour alimenter des objets du quotidien comme notre mini-ventilateur et voir même être une source d'énergie à l'échelle industrielle menant à la transition écologique.

### Sources

[-https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/les-stim-expliquees/piles-microbiennes-produire-de-lelectricite-a-partir-de](https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/les-stim-expliquees/piles-microbiennes-produire-de-lelectricite-a-partir-de)

[-https://theconversation.com/pile-microbienne-utiliser-les-bacteries-de-la-mangrove-pour-produire-de-lelectricite-185924](https://theconversation.com/pile-microbienne-utiliser-les-bacteries-de-la-mangrove-pour-produire-de-lelectricite-185924)

[-https://www.valour-lemaire.com/blog/la-fermentation-alcoolique/#:~:text=C6H12O6%2B%20%20ADP%20%2B%20%20Pi,ATP%20\(nucl%C3%A9otide%20Ad%C3%A9nosine%20Triphosphate\).](https://www.valour-lemaire.com/blog/la-fermentation-alcoolique/#:~:text=C6H12O6%2B%20%20ADP%20%2B%20%20Pi,ATP%20(nucl%C3%A9otide%20Ad%C3%A9nosine%20Triphosphate).)

[- Printed Zinc Paper Batteries - Yang - 2022 - Advanced Science - Wiley Online Library](#)

Bibliographie à étoffer et à mieux utiliser (à citer dans le rapport)