

Construction d'une biopile microbienne MFC

Informations

Membres du groupe :

- Elise BARRABES (elise.barrabes@etu.sorbonne-universite.fr)
- Adam CHABIRA (adam.chabira@etu.sorbonne-universite.fr)
- Jack EL HADDAD (jack.el_haddad@etu.sorbonne-universite.fr)
- Stefan KOLEV (stefan.kolev@etu.sorbonne-universite.fr)
- Santiago LABALE (santiago.labale@etu.sorbonne-universite.fr)

Cursus :

Double Majeure Chimie - Sciences de la Vie

Date de début - fin :

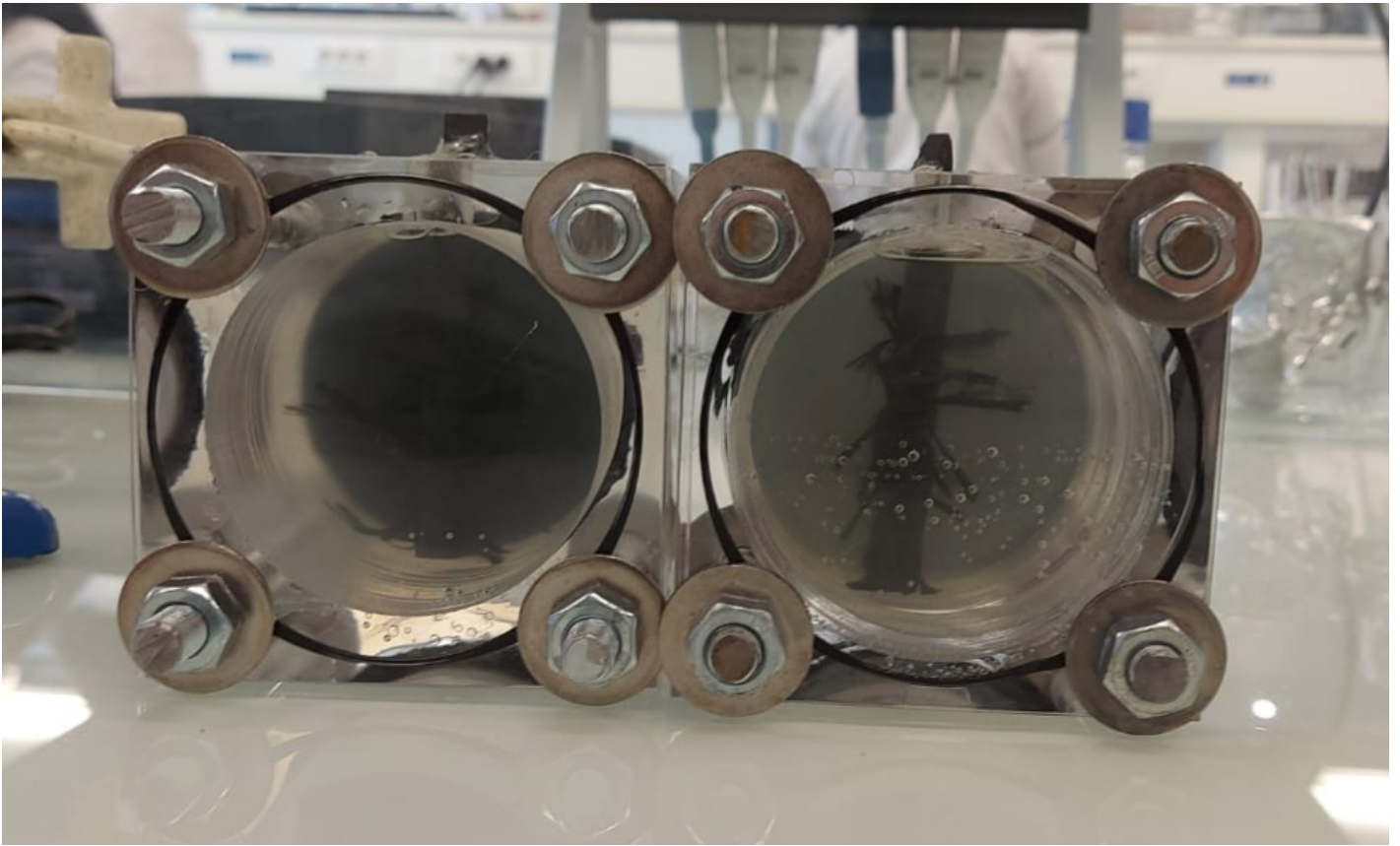
Septembre 2023 - Mai 2024

Contexte

Dans le cadre de l'UE Label Vert (LU3Ci019), nous avons développé un projet en lien avec la Chimie Verte. Nous avons choisi de concevoir et construire une biopile microbienne utilisant l'eau de la Seine comme source de bactéries.

Objectifs

Nous souhaitons obtenir un courant à partir de la biopile microbienne.



Photographie des deux biopiles microbiennes

Matériel

Matériel pour la fabrication de la biopile :

- Cube PMMA 10cm de côté (x2)
- Plaque 3mm PMMA coulé
- maille en inox type 304 3,8 cm 50*50
- Joint torique 90mm de diamètre (x4)
- tige fileté 1cm de diamètre de 1m
- écrous 1cm (x16)
- rondelle en métal (x16)
- tige en graphite 1cm de diamètre (x2)
- fils de graphite
- Membrane échangeuse d'ion
- WD 40
- Pistolet à spray
- Câble pince crocodile (x4)
- Résistances de 1000 Ω (x2)

Outils :

- Pistolet à colle et 1 tube
- Scie à métaux

- Pince coupante
- Perceuse
- Mèches de 1,1 ; 0,8 cm
- Scie-cloche de 74mm
- Clé de 17
- ciseau à bois
- Marteau

Verrerie chimique :

- Chauffe ballon
- vortex
- ballon de 100 mL
- Colonne à reflux
- béchers
- cristalliseur

Produits chimiques :

- PVDF
- N,N-diméthylacétamide
- Glutéraldéhyde
- Charbon actif
- PVA
- PBS

Machines utilisées

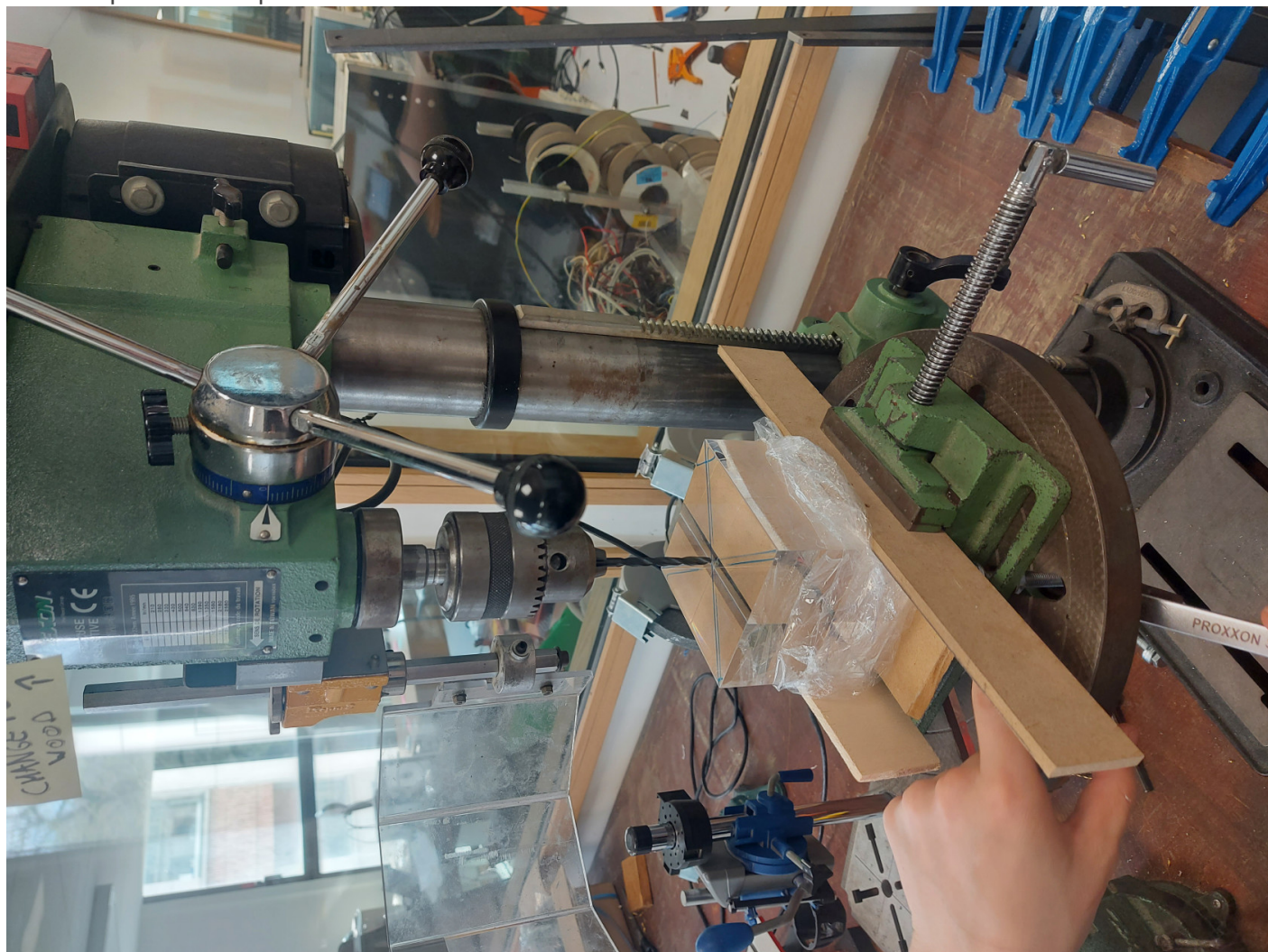
- Trotec Speedy 360
- Perceuse à colonne

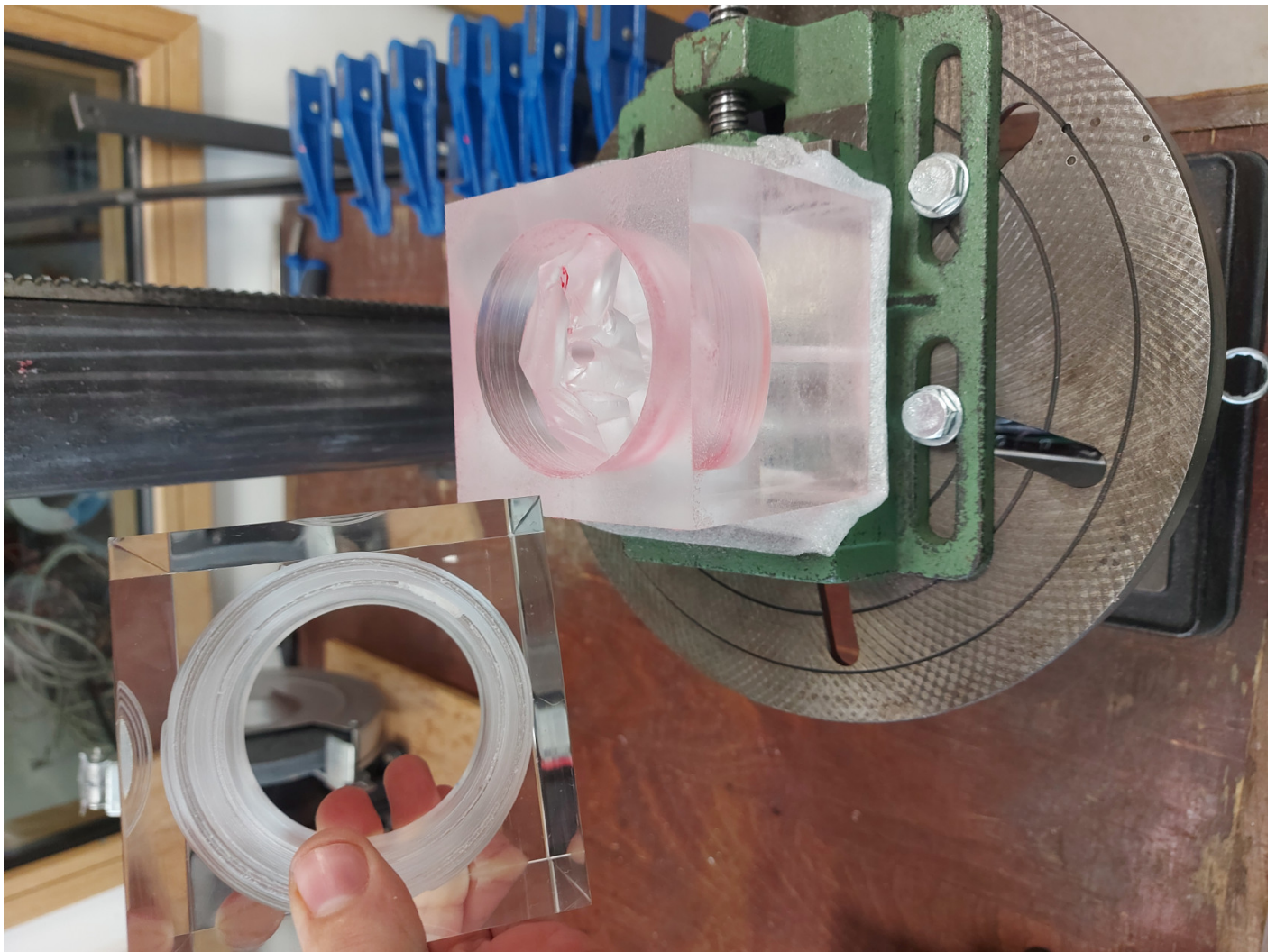
CONSTRUCTION :

(Fichiers, photos, code, explications, paramètres d'usinage, photos, captures d'écran...)

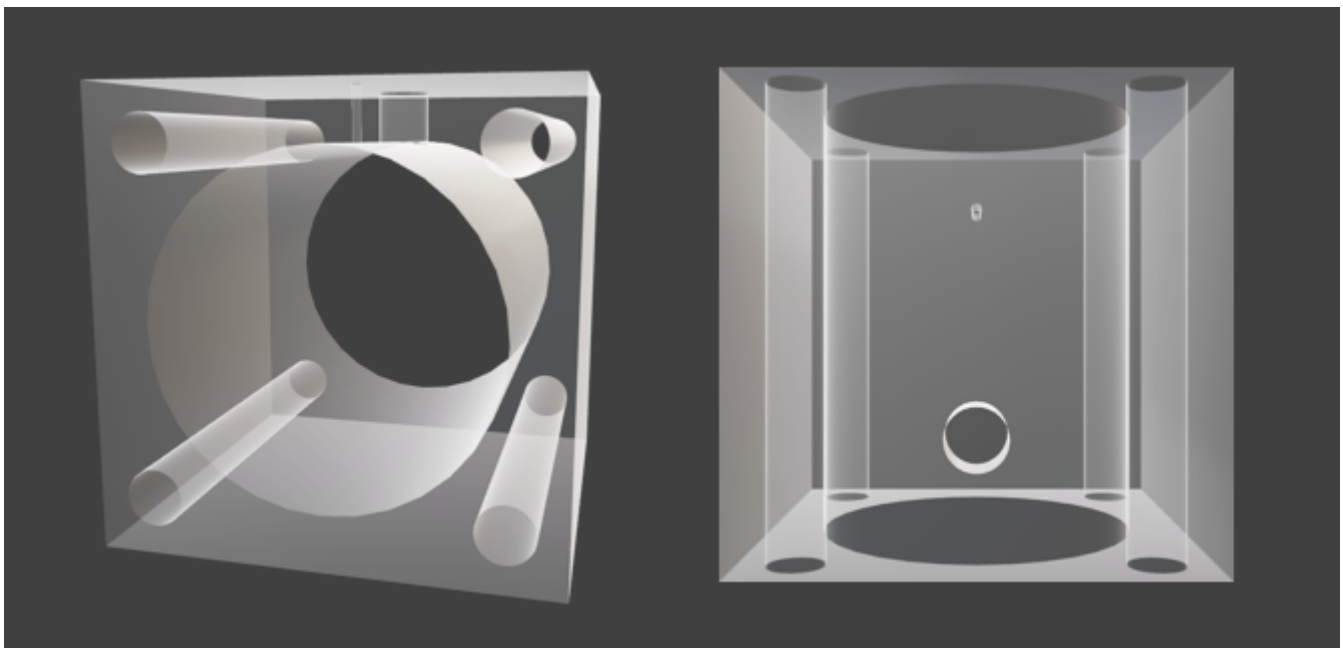
Étape 1: Fabrication de la cellule

-Percer le centre du cube à l'aide de la mèche de et de la scie cloche en utilisant la perceuse à colonne, et en enduisant préalablement la scie cloche de lubrifiant (WD40). Creuser des sillons de 3cm de profondeur puis extraire l'excédent de matière avec le ciseau à bois et le marteau.



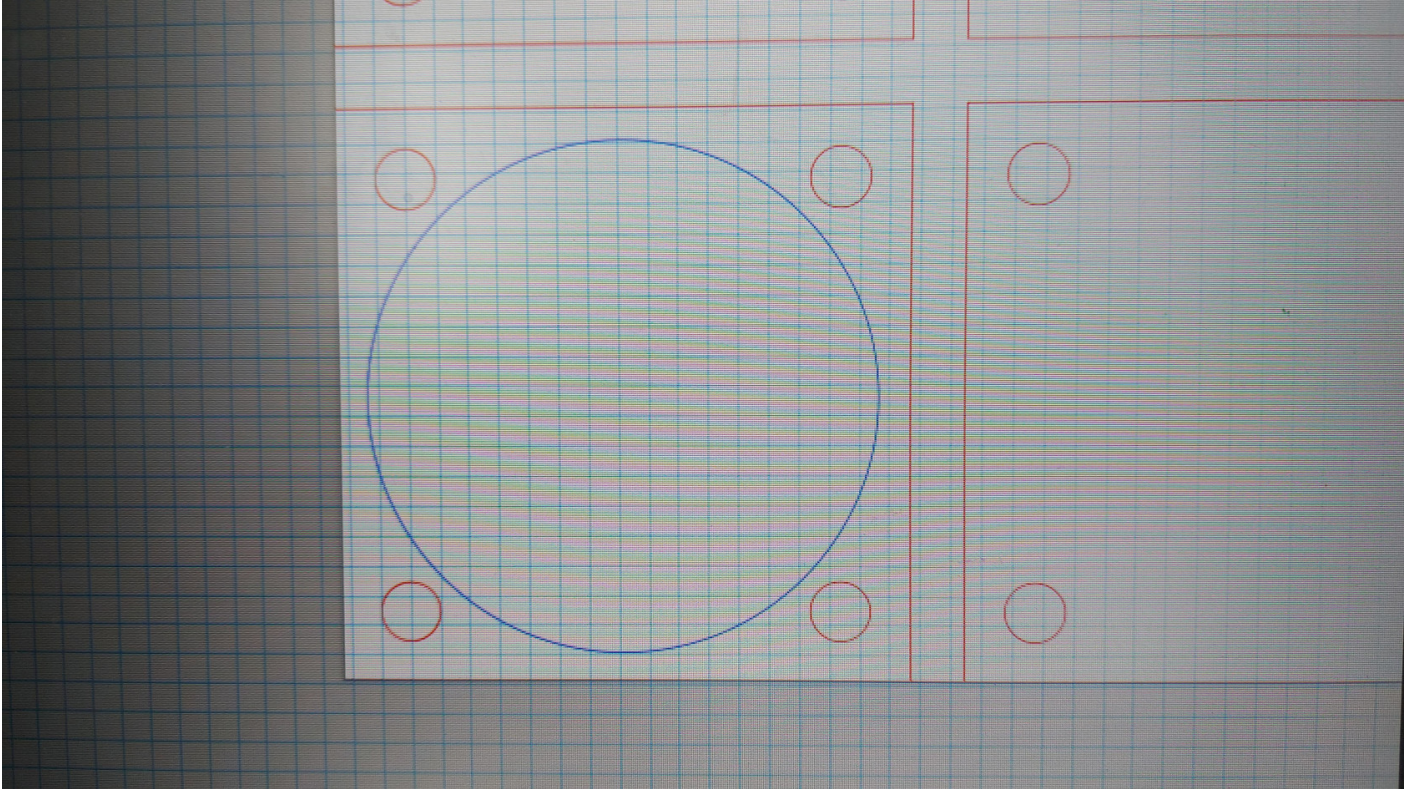


-Percer des trous aux 4 coins avec la mèche de 1,1cm à 0,75cm d'écart des bords. Percer un trou sur le dessus à 2,5cm du bord de 1,1cm de diamètre pour l'anode et un autre de 0,3cm de l'autre coté pour remplir et vider la cellule d'eau.



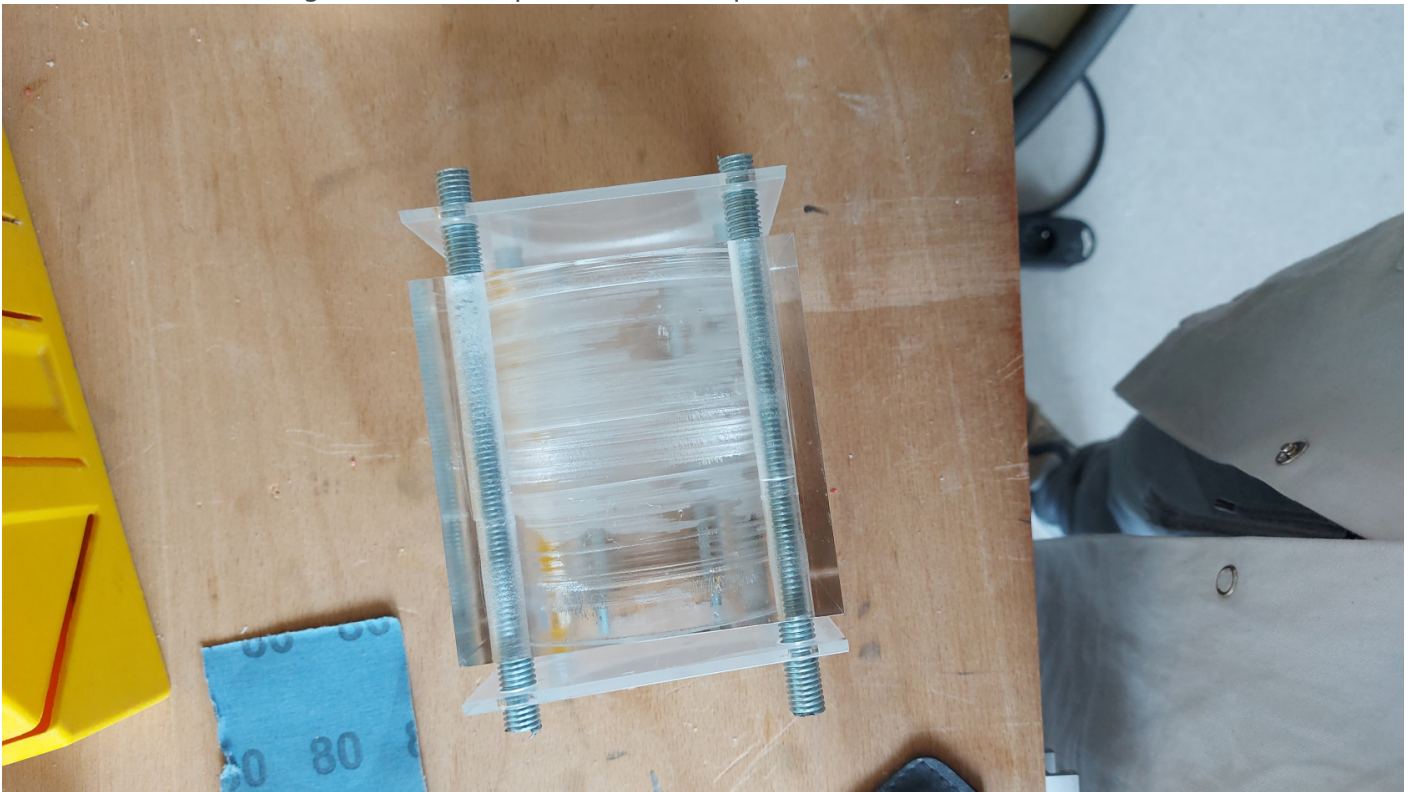
-Découper au laser des faces en plaque de PMMA (carré de 10cm de coté avec des trous de 1.05 cm aux 4 coins).

Percer 2 des 4 faces pour que les cathodes puissent être en contact avec l'extérieur.



-Scier de la tige fileté (tiges de 12,5 cm de long).

-Assembler la cellule grossièrement pour s'assurer que tous les éléments s'assemblent bien.



Étape 2: Fabrication de la cathode

-Découpage de la maille en fer en disques de 8cm de diamètre

-préparation d'une solution 10% de PVDF dans du N,N-diméthylacétamide puis ajouter 1.8 g de charbon actif à 6 mL de solution et étaler la préparation sur le disque jusqu'à avoir une couche de 2-3 mm d'épaisseur.



-Déposer le disque dans un cristalliseur remplie d'eau distillé (préparation face à l'eau) et laisser reposer 8h (La cathode se conserve dans l'eau pour éviter qu'elle craque)

Étape 3: Fabrication de la membrane maison

-Dissoudre 2g de PVA dans 100 mL d'eau distillée à 85°C sous agitation magnétique.

-Ajouter goutte à goutte 100 mg de Glutaraldéhyde, et continuer à agiter pendant 15 minutes.

-Vaporiser la solution 8 fois sur la cathode pour obtenir une couche uniforme et épaisse en laissant sécher 15 min entre chaque couche.



Etape 4: Fabrication de l'anode

-Creuser des sillons sur toute la longueur de la tige de carbone, puis enrouler les fils de graphite autour de ces sillons



Etape 5: Montage de la pile

-Ouvrir la cellule et placer l'anode dans le trou prévu à cet effet et la fixer avec de la colle chaude.



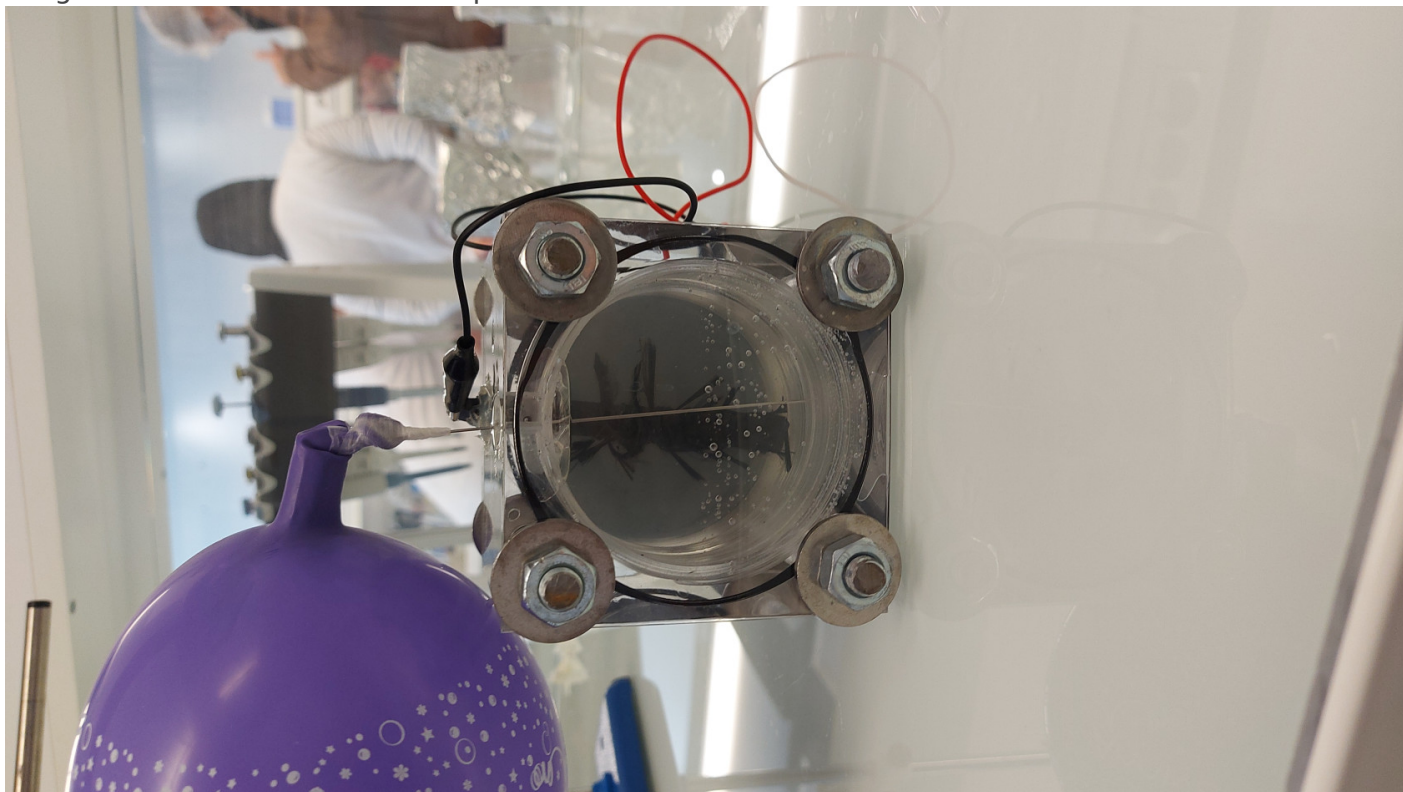
-Insérer les tiges filetées dans le cube et la face non percé en coinçant le joint entre les 2. Ensuite on visse les rondelles et les écrous.

-Placer de l'autre coté la cathode (et la membrane), le joint et de la colle chaude avant de presser la face percé et de la serrer avec les vis

-Préparer une solution 1:1 eau de la Seine:PBS et remplir la cellule.



-Dégazer à l'aide d'un ballon remplie de diazote



-Fermer le circuit en reliant la cathode à la résistance et l'autre pôle de la résistance à l'anode

PROTOCOLE DE MAINTENANCE :

Matériel :

- Bêchers
- Éprouvette graduée 250 mL
- Pipette graduée 25 mL
- Spatule
- Coupelle
- Balance
- Agitateur magnétique + barreau aimanté
- Seringue
- Ruban adhésif
- D-glucose
- Tampon phosphate
- Eau de la Seine
- Ballon d'azote
- Multimètre
- Microscope optique
- Lames et lamelles
- Papier pH

Mesures et observations à effectuer :

1. Mesure du courant et de la différence de potentiel avec un multimètre avant maintenance.
2. Mesure du pH de l'eau de la biopile avant maintenance à l'aide de papier pH.
3. Observations des bactéries avant maintenance montées entre lame et lamelle au microscope optique.

Préparation de la solution :

1. Dans une éprouvette graduée de 250 mL, ajouter 200 mL d'eau de la Seine
2. Ajouter ensuite 20 mL de tampon phosphate prélevé à l'aide d'une pipette graduée
3. Verser le tout dans un bécher
4. Peser 0.22g de D-Glucose
5. Les ajouter dans le bécher
6. Placer sur l'agitateur magnétique jusqu'à dissolution totale du glucose

Vider la solution des piles :

1. Enlever le scotch couvrant le trou
2. À l'aide d'une seringue, prélever environ 110 mL d'eau de la biopile
3. Vider le contenu dans un bécher

4. Réitérer l'opération pour la deuxième biopile

Remplir avec la nouvelle solution :

1. À l'aide d'une seringue, prélever 110 mL de solution nouvellement préparée
2. Remplir la biopile
3. Réitérer l'opération pour la deuxième biopile

Remarque : il faut faire attention à ne pas remplir trop vite pour ne pas mettre trop de pression

Bullage avec de l'azote :

1. Prendre un ballon d'azote et le fixer hermétiquement à une seringue
2. Insérer la seringue dans trou et faire buller l'azote à un flux faible à modéré dans la biopile pendant environ 15-20min
3. Réitérer l'opération pour la deuxième biopile
4. Remettre du scotch sur le trou

Journal de bord

Avancée du projet à chaque étape, difficultés rencontrées, modifications et adaptations (facultatif pour les petits projets)

08/04/2024

Utilisation de la perceuse à colonne et des outils du Fablab prototypage (menuiserie) pour percer le cube

Jack et Adam

09/04/2024

Utilisation de la perceuse à colonne et des outils du Fablab prototypage (menuiserie) pour percer le cube

découpage des faces avec la Trotec 360

Découpage de la maille de fer à l'aide d'une pince coupante

Jack et Adam

10/04/2024

Perçage du 2ème cube à l'aide d'une scie-cloche acheté n'ayant pas de bordure

Creusage de sillons sur les faces avec la Trotec 360

Découpage des tiges filetées

Jack et Adam

11/04/2024

Fabrication des cathodes au Fablab biologie
Fabrication des anodes
Jack et Adam

12/04/2024

Préparation de la membrane et application

15/04/2024

Montage de la pile

16/04/2024

Remplissage de la pile

17/04/2024

Maintenance effectuée par Jack.

18/04/2024

Maintenance effectuée par Santiago.

19/04/2024

Maintenance effectuée par Santiago.

22/04/2024

Maintenance effectuée par Adam et Elise.

23/04/2024

Maintenance effectuée par Stefan et Santiago.

24/04/2024

Maintenance effectuée par Elise.

26/04/2024

Maintenance effectuée par Adam, Jack, Santiago et Elise.

29/04/2024

Maintenance effectuée par Stefan.

30/04/2024

Maintenance effectuée par Adam et Elise.

03/05/24

Maintenance effectuée par Santiago et Elise.

06/05/24

Maintenance effectuée par Santiago et Elise.

07/05/24

Maintenance effectuée par Santiago et Jack.

17/05/24

Maintenance effectuée par Adam.

RENDU DU PROJET :

Lien de la vidéo montée résumant la fabrication de la biopile, les résultats obtenus et une partie de l'interview faite avec le Dr. Grégory Bataillou, un expert en biopiles à base de plantes et traitement des eaux usées :

https://youtu.be/SLAV8Pdndgs?si=sH_8y_83jl91reCE

Revision #12

Created 12 April 2024 10:52:51 by Jack EL HADDAD

Updated 22 May 2024 12:20:44 by Barrabes Elise