

# Set de Découverte Bio – Energie

## Schéma d'assemblage



Modèle FCJJ – 22

### ATTENTION

Précautions à prendre pour éviter des dommages à la propriété, des blessures graves ou la mort :

Ce set ne doit être utilisé que par des personnes de plus de 12 ans et uniquement sous la supervision d'adultes qui ont dûment pris connaissance des mesures de sécurité fournies avec ce set. Eloigner les enfants en bas âge ainsi que les animaux qui pourraient avaler certaines pièces de petite taille contenues dans ce set. Lire consciencieusement les instructions avant l'utilisation et les conserver en vue afin de s'y référer en cas de besoin.

1. Lire attentivement et bien assimiler le contenu avant de passer à l'assemblage ou à l'utilisation du set « Découverte Bio - Energie »-
2. Ce set est réservé aux personnes de plus de 12 ans, et en présence d'adultes qui on lu et assimilé ces instructions de sécurité.
3. Lors de l'assemblage de ce set, certains outils peuvent être utilisés. Attention de ne pas se blesser en manipulant ces outils.
4. Certains composants de ce set sont petits et fragiles; prendre soin de ne pas casser ces éléments lors de l'assemblage. Ir avec précaution.
5. Ne jamais utiliser aucun des éléments compris dans ce set à d'autres fins que celles définies dans les instructions d'assemblage ou dans le manuel de l'utilisateur.
6. Ne jamais boire ou ingérer tout liquide neuf ou usagé utilisé pour le fonctionnement ou produit par le fonctionnement de ce set.
7. Conserver l'éthanol loin de toute flamme, feu ou source de chaleur lors de la préparation de la solution. Il est strictement interdit d'allumer l'éthanol ou la solution d'éthanol !
8. La température ambiante pour l'utilisation de ce set se situe entre 5 °C et 40°C.

**Le nécessaire :** ● Le set FCJJ-22 ● de l'éthanol ● De l'eau (distillée)

Préparation d'une solution d'éthanol à 10 %

**Attention !**

Ne pas introduire de l'éthanol pur dans la pile à combustible ! La pile à combustible DEFC produit de l'énergie à partir d'une solution comprise entre 5 % et 10 % d'alcool. Une concentration de 15 % ou plus causerait des dommages permanents à la membrane de la pile à combustible. Pour un fonctionnement optimal, utiliser 10 % d'éthanol pur et 90 % d'eau distillée (déméralisée). Conserver l'éthanol à distance de toute flamme, feu ou source de chaleur durant la préparation de la solution. Il est strictement interdit de tenter d'allumer l'éthanol ou la solution d'éthanol !

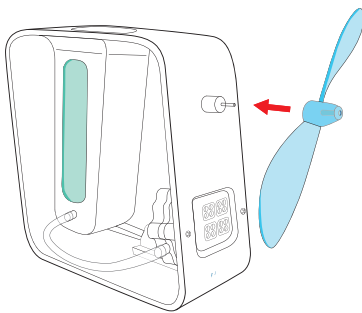
Étape 1 : Verser 6 ml d'éthanol pur dans la mesurette, jusqu'à la graduation 6 ml

Étape 2 : Compléter le conteneur avec de l'eau, jusqu'à la graduation 60 ml

Étape 3 : Mélanger soigneusement le contenu de la mesurette

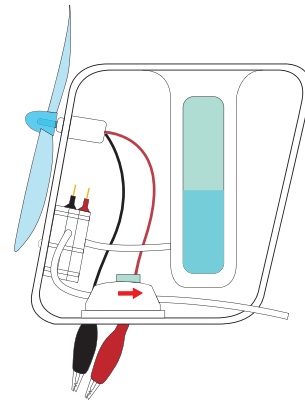
## Expérience 1 : Produire de l'électricité à partir d'éthanol et d'eau

### Étape 1



Sortir l'hélice de la boîte.  
Insérer doucement l'hélice sur l'axe du moteur.

### Étape 2

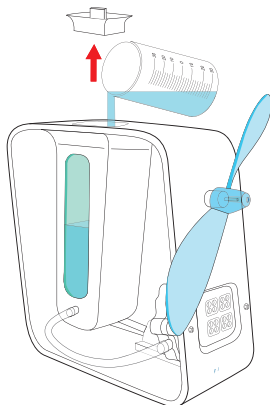


Ouvrir le dispositif de purge, en glissant le curseur vers l'arrière.

S'assurer que le tuyau reliant le réservoir à la pile à combustible est bien fixé.

S'assurer que le de purge est bien relié à la pile à combustible et que le curseur du dispositif de purge est bien en position arrière (vers le réservoir)

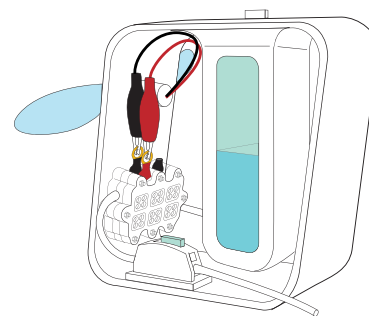
### Étape 3



Verser la solution eau / éthanol dans le réservoir et replacer le couvercle du réservoir.

*Note : Lorsque la solution commence à goutter à l'extrémité du tuyau de purge, fermer le dispositif de purge en glissant le curseur vers l'avant (vers l'hélice). Attendre ensuite 5 – 10 minutes avant de connecter les fils électriques sur la pile à combustible à l'aide des pinces crocodile.*

### Étape 4



Après une attente de 5 – 10 minutes, connecter les deux pinces crocodile des conducteurs en provenance du moteur aux bornes situées sur la face supérieure de la pile à combustible.

Si vous avez respecté l'attente de 5 – 10 minutes avec les fils déconnectés, l'hélice devrait se mettre à tourner dès que la connexion est effectuée. Respecter l'attente de 5 – 10 minutes après chaque purge du système. Vu que la réaction est lente, le moteur peut tourner plusieurs heures sans nouvelle purge. (Voir expérience 3).

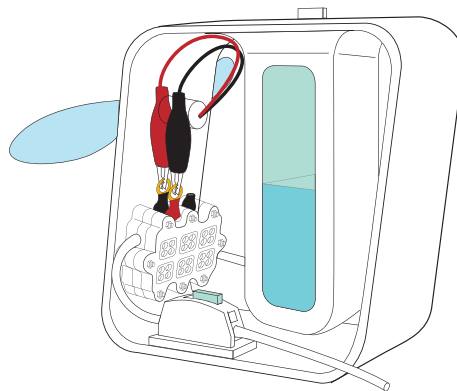
## Expérience 2 : Essais de changement de polarité

**Step 1 :** Brancher la pince crocodile positive (rouge) sur la borne positive (rouge +) de la pile à combustible. Puis brancher la pince crocodile négative (noire) sur la borne négative (noire -) de la pile à combustible. Vous observerez que l'hélice tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

**Step 2 :** Maintenant, répétons le processus en croisant les connexions. C'est à dire que la pince crocodile positive (rouge) sera branchée sur la borne négative (noire -) de la pile à combustible. La pince crocodile noire sera branchée sur la borne positive (rouge +) de la pile à combustible.

Vous observerez que l'hélice tourne maintenant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

**Conclusion :** Le courant circule du pôle positif au pôle négatif, provoquant une rotation de l'hélice dans le sens des aiguilles d'une montre. Lorsque l'on croise les connexions, le courant circule dans le sens inverse et provoque également une rotation du moteur dans le sens inverse.



## Expérience 3 : Consommation du combustible éthanol

Lorsque l'hélice ralentit ou s'arrête, cela signifie que l'éthanol situé dans la pile à combustible est pratiquement consommé. Dans des conditions de température normales, la plupart de l'éthanol à l'intérieur de la pile à combustible aura été transformé en acide acétique, c'est à dire en vinaigre.

Observons le combustible consommé (acide acétique) lorsque l'hélice ralentit ou s'arrête.

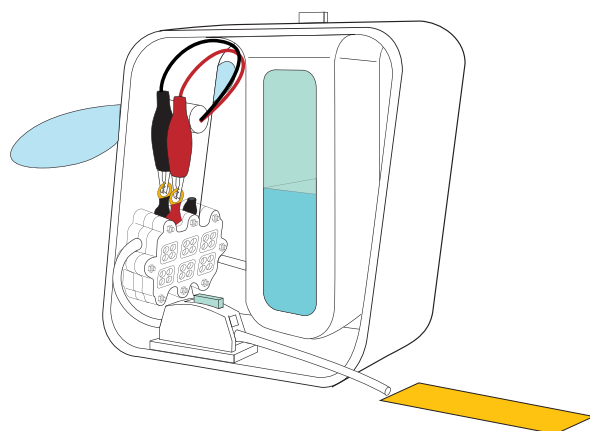
**Etape 1.** Placer une pièce de papier buvard révélateur du PH sous l'extrémité du tuyau de purge.

**Etape 2 .** Ouvrir le dispositif de purge en glissant le curseur vers l'arrière et déposer une goutte de combustible usagé sur le papier buvard, puis refermer la purge. Vous observerez le changement de couleur du papier révélateur, qui tournera vers le rouge.

**Etape 3 .** Humecter un autre papier révélateur de PH en le trempant dans le réservoir. Vous observerez que sa couleur ne change que très peu.

La différence de couleur du papier révélateur de PH s'explique par l'acidité contenue dans le combustible usagé ( acide acétique). L'éthanol se transforme en acide acétique sur l'anode de la pile à combustible DEFC, et le PH de la solution passe d'un niveau de PH 6 (combustible frais) à un degré de PH de 2 ,mis en évidence par la couleur rouge (combustible usagé). (3E). La réaction chimique qui a lieu dans la pile à combustible DEFC est décrite à la page 8. Elle montre que l'acide acétique est formé lorsque les protons des atomes d'hydrogène quittent la molécule d'éthanol et de la molécule d'eau. Ces protons d'hydrogène traversent ensuite la membrane de la pile à combustible alors que les électrons libérés fournissent du courant électrique en passant par le circuit extérieur, donc par le moteur électrique en provoquant la rotation.

**Conclusion :** La pile à combustible à éthanol DEFC produit de l'électricité en transformant une solution d'éthanol en une solution acide proche du vinaigre. Afin de permettre le fonctionnement ininterrompu de la pile à combustible, la solution d'éthanol doit être renouvelée de temps en temps.



## Expérience 4 : Etude de l'effet de la variation de concentration d'éthanol

Vous pouvez varier la concentration d'éthanol dans votre préparation de combustible. Pour obtenir une concentration de 15 %, verser 9 ml d'éthanol pur dans la mesurette, et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au repère 60 ml. Vous utiliserez un multimètre ou l'accessoire de mesures de Horizon (FCJJ-24) pour mesurer la variation de tension aux bornes de la pile à combustible en fonction de la variation de concentration d'éthanol. Par l'expérience, vous observerez que la concentration d'éthanol n'a que peu d'effet sur la vitesse de rotation de l'hélice.

L'explication de ce fait est que la performance du catalyseur situé sur la membrane d'échange de protons de la pile à combustible est limitée. Comme pour une foule de personnes qui doivent passer par une porte étroite, le flux de personnes qui passe la porte est déterminé par la largeur de la porte et non par le nombre de personnes qui tentent de passer.

**Attention :** Pour utiliser le set « Découverte Bio Energie » en toute sécurité, il convient de travailler avec des concentrations d'éthanol entre 5 % et 15 %. Toute concentration supérieure à 15 – 20 % détruirait la membrane de la pile à combustible.

**Conseil :** Lorsque l'appareil n'est pas utilisé durant une période de plus de 24 heures, il convient de retirer la solution du réservoir et de vidanger ensuite la pile à combustible en ouvrant le dispositif de purge. Verser ensuite de l'eau distillée dans le réservoir puis purger à nouveau la pile à combustible en faisant circuler de l'eau. Retirer ensuite l'eau du réservoir, ouvrir le dispositif de purge et laisser s'écouler l'eau afin qu'elle ne stagne pas à l'intérieur de la pile à combustible.

---

## Expérience 5 : Produire de l'électricité à partir de vin ou de bière

Essayez d'autres combustibles tels que du vin, de la vodka, de la bière en remplacement de l'éthanol pur. Respecter la proportion d'alcool dans la solution de remplacement. Suivre les étapes de l'expérience 1. Produire de l'électricité à partir d'éthanol et d'eau.

### Attention :

1. la concentration de votre solution doit toujours respecter les limites prescrites, entre 5% et 15 % d'alcool. Si vous utilisez un alcool dont la concentration atteint les 20 % ou plus, il est indispensable de le mélanger à de l'eau afin de ne pas dépasser les 15 -20 % d'alcool.
2. L'utilisation d'éthanol contenant des arômes (vin, etc) peuvent altérer la performance de la pile à combustible. Pour cette raison, nous conseillons de pratiquer ces expériences avec des alcools variés après avoir effectué les autres expériences à l'aide d'éthanol pur et d'eau. (5 – 15 %).

Lorsque vous aurez terminé les étapes de l'expérience 1, en utilisant d'autres alcools, vous observerez que l'hélice tourne très lentement ou pas du tout. Cette baisse de performance est liée au fait que certains alcools contiennent des composants (arômes) qui peuvent altérer le bon fonctionnement de la membrane de la pile à combustible. Vous pouvez utiliser un multimètre ou l'accessoire de mesures de Horizon (FCJJ – 24) pour mesurer la tension aux bornes de la pile à combustible et comparer ces mesures avec celles obtenues précédemment.

## Expérience 6 : Etude de l'effet de la température ambiante

*Note : Avant de souffler de l'air chaud vers la pile à combustible, tester tout d'abord la température du flux d'air sur vos mains afin de vous assurer qu'il ne dépasse pas 60 degrés C.*

**Etape 1:** Utiliser un sèche cheveux pour souffler de l'air chaud de chaque côté de la pile à combustible ou préchauffez quelque peu la solution d'éthanol du réservoir. Vous observerez que dans ces conditions, l'hélice tourne plus vite.

**Etape 2:** Utiliser un multimètre ou l'accessoire de mesures de Horizon (FCJJ- 24) pour mesurer la tension (Volts) produite par la pile à combustible. Vous constaterez que sous différentes conditions de température, la pile à combustible produira des tensions électriques différentes. Vous pouvez également reporter les différentes valeurs de température et de tension sur un papier et tracer la courbe de la tension en fonction de la température, puis déterminer la température de fonctionnement optimale pour cette pile à combustible.

Soumis à une température plus élevée, les atomes ont tendance à s'agiter et rentreront plus facilement en interaction avec le catalyseur situé à la surface de la membrane. L'augmentation du nombre d'interactions la réaction s'accélère et la pile à combustible produit plus d'énergie électrique, ce qui accélère le moteur et l'hélice.

### Conclusions :

1. Une température plus élevée rendra plus probable la réaction des molécules d'éthanol avec le catalyseur à la surface de la membrane et accélèrera la réaction électrochimique.
2. Une température plus élevée peut également rendre la membrane plus efficace dans l'échange de protons, donc d'augmenter la quantité d'énergie électrique produite et la rotation de l'hélice. Il est donc possible d'augmenter la puissance des piles à combustible à éthanol DEFC en augmentant leur température ou la température du combustible.

## Dépannage

A. L'hélice ralentit ou s'arrête complètement

### Solution :

a. Débrancher les câbles du moteur des bornes de la pile à combustible. Placer l'extrémité du tuyau de purge au dessus d'un conteneur puis vidanger le contenu acidifié de la pile à combustible. Maintenir le dispositif de purge ouvert afin que le combustible usagé s'écoule de la pile et laisse la place à du combustible frais. Attendre 5 à 10 minutes puis brancher à nouveau les pinces crocodiles des conducteurs électriques du moteur sur les bornes de la pile à combustible. Si nécessaire, donner une légère impulsion à l'hélice pour induire la rotation, puis observer l'hélice tournant à vitesse constante.

b. Vérifier le niveau de combustible dans le réservoir. Si celui-ci n'est pas assez haut, le liquide ne parviendra pas à remplir la chambre de la pile à combustible par gravité. Préparer alors une nouvelle solution éthanol – eau selon (5 – 15 %) et la verser dans le réservoir.

B. Après que les tuyaux et les conducteurs électriques ont été branchés à nouveau, l'hélice ne se met pas à tourner.

### Solution:

- a. S'assurer que les conducteurs électriques sont bien branchés sur les bornes de la pile à combustible.
- b. S'assurer que le tuyau en provenance du réservoir est bien branché sur l'embout de la pile à combustible.
- c. Vérifier que le tuyau d'acheminement du combustible permet bien à celui-ci de circuler librement et d'atteindre la pile à combustible sans entrave.