


Pédalier générateur

 Low-tech Lab



https://wiki.lowtechlab.org/wiki/P%C3%A9dalier_g%C3%A9n%C3%A9rateur

Dernière modification le 11/12/2023

 Difficulté **Difficile**

 Durée **1 jour(s)**

 Coût **400 EUR (€)**

Description

Ce tutoriel présente les étapes de fabrication d'un pédalier générateur d'électricité, conçu et fabriqué dans le cadre du projet expérimental "Biosphère, capsule en milieu aride" porté par Corentin de Chatelperron et Caroline Pultz du Low-tech Lab. Ce pédalier permet à la fois d'alimenter directement des équipements électroniques ou de stocker l'énergie dans une batterie pour répondre à une partie des besoins énergétiques de l'habitat autonome expérimenté. Dans le but de varier les sollicitations musculaires, nous avons prévu 3 modes d'utilisation : maindelier, vélo et rameur. La dernière partie du tutoriel est dédiée aux retours d'expérience du binome ayant utilisé ce système low-tech durant les 4 mois d'expérimentation.

Sommaire

Sommaire

Description

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Questionner ses besoins

Étape 2 - Calculer les besoins énergétiques et identifier les sources d'énergie les plus adaptées

Étape 3 - Réalisation de la structure

Étape 4 - Fixation du pédalier

Étape 5 - Fixation du pignon, de la roue d'inertie et du tendeur de chaîne

Étape 6 - Fixation de l'alternateur

Étape 7 - Système électrique

Étape 8 - Mode rameur (facultatif)

Étape 9 - Retours d'expérience

Notes et références

Commentaires

Introduction

Contexte

Après une dizaine d'années d'exploration, en quête de nouveaux et épanouissants modes de vie, l'une des ambitions du Low-tech Lab est de proposer un autre scénario du futur où la low-tech est vecteur d'émancipation, de convivialité et d'épanouissement. En ce sens, le projet Biosphère se veut être un démonstrateur d'une vie prospective, spécifique à un contexte bien précis et abritant un écosystème vivant produisant suffisamment de nourriture, d'eau et d'énergie pour subvenir aux besoins identifiés sur une période de 4 mois. La première Biosphère expérimentée en Thaïlande par Corentin a permis de dimensionner la nouvelle base de vie adaptée cette fois-ci au milieu aride. Sous cette chrysalide faite de bois et de tissu bio-sourcé, l'élevage de mouches soldats noires et de grillons, la culture de spiruline et de champignons et le système d'hydroponie partagent l'espace avec des solutions pour désaliniser l'eau ou chauffer les aliments à l'aide de l'énergie solaire ou musculaire. **Ce tutoriel se concentre sur l'un des enjeux du projet à savoir l'accès à l'énergie.**

i La web-série documentaire qui retracera l'intégralité de la préparation est disponible sur Arte. Par ailleurs, retrouvez les fiches techniques complémentaires pour accompagner la web-série, présentant les étapes de préparation, de conception et de fabrication de la Biosphère. Un mode d'emploi low-tech précis et complet !

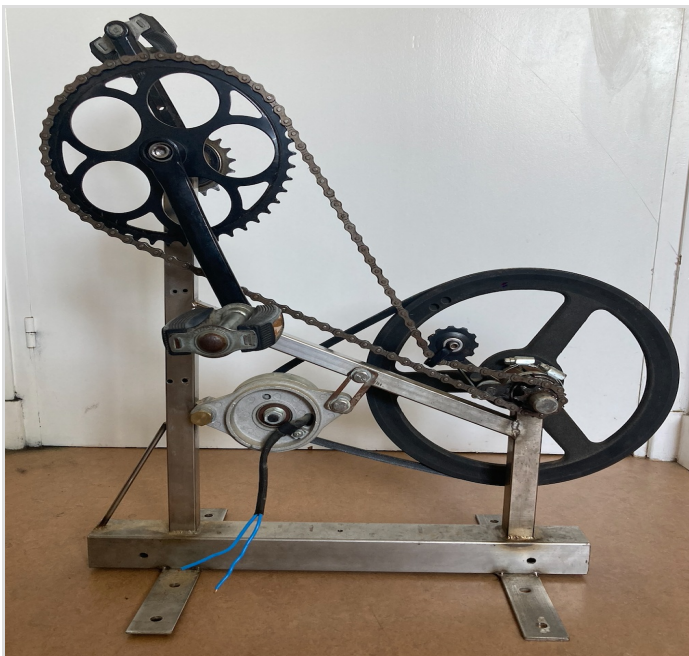
Démarche

Avant de débiter le dimensionnement d'un système, il est important de questionner ses besoins et d'identifier les moyens peu impactants pour les satisfaire (cf. Etape 1). Ce travail, effectué pour chacun des systèmes low-tech composant la Biosphère, a permis de privilégier l'utilisation d'un panneau solaire de 30W pour les journées ensoleillées et un pédalier générateur en "back-up" ou par temps nuageux (cf. Etape 2).

Pédalier générateur

Le pédalage transforme l'énergie mécanique en courant électrique directement acheminé vers les équipements ou bien stocké dans une batterie. Les pédales entraînent le plateau à une vitesse de 60 tours par minute. Ce dernier est relié à un pignon plus petit permettant de multiplier par 5 la vitesse de rotation. Sur le même axe est encastré une roue d'inertie atteignant ainsi une vitesse de 300 tours par minute qui est elle-même reliée à un alternateur allant à 3000 tours par minute. En seulement 2 transmissions, la vitesse de rotation est multipliée par environ 50 !

Le pédalier a été conçu et fabriqué par l'association Véloma spécialisée dans la conception et fabrication de vélos-cargos, de remorques et d'outils de basse technologie dans l'optique de l'autonomie et de la transition énergétique. La conception a été réalisée sous licence Creative Commons du CERN - CERN-OHL-W (weakly reciprocal).





Matériaux

Pédalier

- 615 mm de tube carré creux inox de 10 mm, d'épaisseur 1,5 mm
- 315 mm de tube carré creux inox de 25 mm, d'épaisseur 1,5 mm
- 450 mm de tube carré creux inox de 45 mm, d'épaisseur 1,5 mm
- 68 mm de tube rond creux inox de \varnothing 40 mm, d'épaisseur 1 mm
- 60 mm de tube rond creux inox de \varnothing 42,4 mm, d'épaisseur 1,5 mm
- 150 mm de tube rond plein inox de \varnothing 20 mm
- plaque inox de 90 x 800 mm, d'épaisseur 3 mm
- 2 manivelles avec pédales
- chaîne de vélo, 118 maillons
- plateau vélo de \varnothing 280 mm (extérieur), minimum 44 dents
- tendeur de chaîne de vélo mono vitesse
- patte de dérailleur
- boîtier de pédalier à souder bsa, à extrémité carré
- poulie à courroie trapézoïdale, de largeur 13mm et longueur 1050 mm (extérieure)
- alternateur à aimant permanent 12v (type agri)
- pignon inox de 9 dents, dessiné avec Freecad et découpé par les soins de l'association Véloma avec le fichier de Farming soul
- 2 roulements 20 - 40 mm
- 2 colliers de serrage

Système électrique

- cadran voltmètre
- cadran ampèremètre
- pont diode
- condensateur 300 μ F 50V
- régulateur de charge solaire SHS-10
- cables et cosses
- visserie

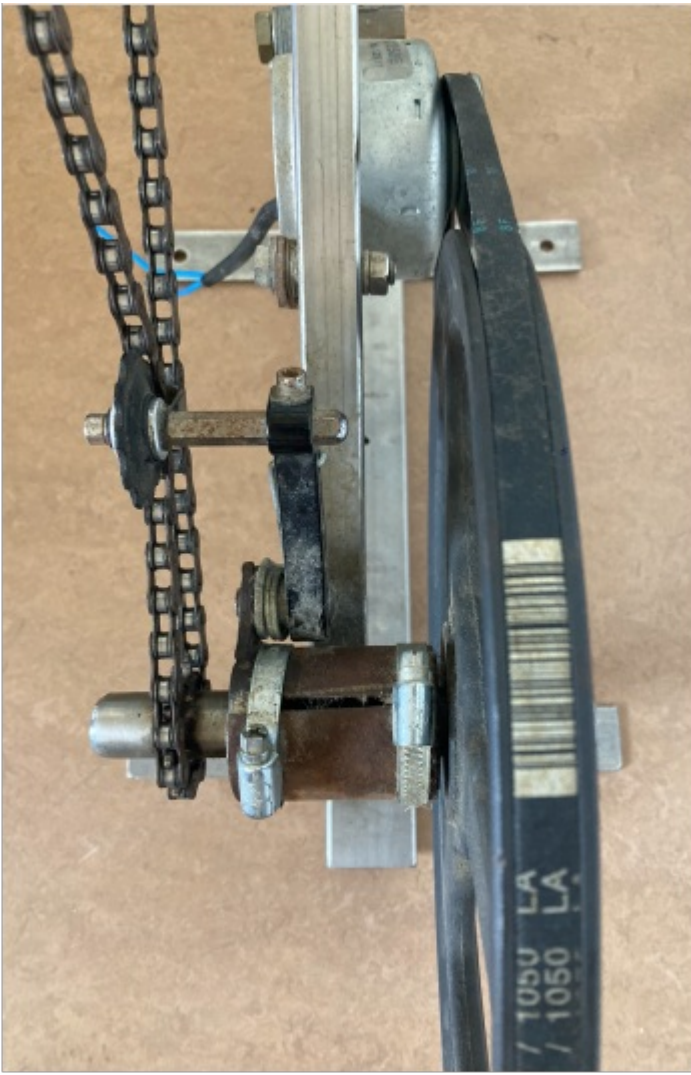
Fonction rameur (facultatif)

- 1050 mm de tasseau de bois rectangulaire de 20 mm x 40 mm
- 450 mm de tasseau de bois rond de \varnothing 20 mm
- 400 mm de tube carré creux inox de 50 mm, d'épaisseur 3 mm
- 2 poulies de \varnothing 10 mm (intérieur)
- roue libre à visser, 1 vitesse
- adaptateur de roue libre
- 2 équerres
- chaîne de vélo, 118 maillons
- 1000 mm de corde de chanvre
- assise sur roulette
- vis, écrous et rondelles de \varnothing 10 mm et \varnothing 8 mm

Outils

- visseuse, perceuse
- scie sauteuse
- scie à métaux (à main ou à ruban)
- poste à souder
- lime à métal
- serre joint
- mètre
- règle, rapporteur
- casque et lunettes de protection





Étape 1 - Questionner ses besoins

L'énergie la moins chère et la plus propre est celle qu'on ne produit ou ne consomme pas !

Pour arriver à nos solutions techniques, nous avons adopté la démarche négaWatt qui propose de repenser notre vision de l'énergie en trois étapes: Sobriété, Efficacité puis Énergies Renouvelables.

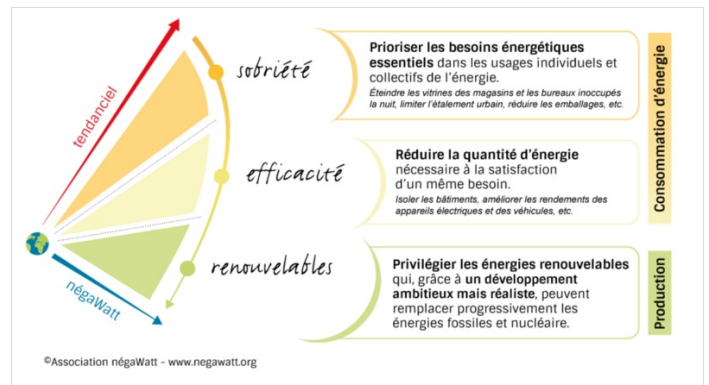
Notamment, il est essentiel de se poser plusieurs questions:

- Quels sont mes besoins ?
- Lesquels sont essentiels et incompressibles ?
- L'électricité est-elle la façon la plus efficace de répondre à tous ces besoins ?

💡 Dans la Biosphère, la conservation des aliments ne passe pas par l'utilisation d'un frigo. En plus d'être gourmand en énergie, ce dernier contribue à faire perdre les vitamines et les fibres des fruits et légumes. Ainsi, on consomme principalement des aliments frais, que l'on peut aussi cuisiner grâce au four solaire tubulaire. En cas de surplus de nourriture, le garde-manger et le déshydrateur solaire permettent de conserver les aliments tout en gardant leurs valeurs nutritives et leurs saveurs.

Nous entendons chaque jour qu'il est urgent de réduire notre consommation d'énergie. Comment faire lorsqu'on ne réalise pas exactement ce que l'on consomme ?

Pour matérialiser les consommations électriques des équipements du quotidien et pouvoir éventuellement prioriser certains, le jeu open-source REVOLT traduit ces consommations en temps de pédalage.




Étape 2 - Calculer les besoins énergétiques et identifier les sources d'énergie les plus adaptées

Dans le but de limiter la consommation énergétique de l'habitat, seuls les équipements indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème ont été conservé :

- une pompe qui achemine l'eau salée en entrée des dessalinisateurs
- une pompe permettant la circulation de l'eau douce, en circuit fermé, vers les systèmes de culture de bioponie et de champignons
- une pompe à air installée dans le bac de spiruline pour assurer une agitation régulière du bassin de culture
- un microcontrôleur Arduino permettant de piloter les systèmes électroniques
- une guirlande
- 2 lampes frontales
- 2 téléphones portables pouvant être convertis en ordinateurs portables

Comment connaître la consommation énergétique de ces équipements ?

À l'aide d'un ampèremètre, il est possible de mesurer le courant consommé par chaque appareil électrique. Pour calculer l'énergie consommée par ces derniers, il nous faut convertir les ampères en Watts/h : il suffit de multiplier le nombre d'ampères mesuré par la tension en volts (ici 12 Volts), puis de multiplier par le nombre d'heures d'utilisation (cf. tableau)

 Il est recommandé de ne pas sous-estimer ses besoins et de toujours considérer le cas le plus défavorable !

L'estimation de la consommation électrique totale (73 Wh/j) dépend d'un certain nombre de facteurs comme les durées et fréquences d'utilisation. Pour éviter de sous-estimer les besoins, on considère une consommation journalière de 100 Wh.

Comment satisfaire efficacement et dans une démarche low-tech nos besoins énergétiques?

En journée, il semble pertinent d'utiliser l'énergie la plus abondante sur place, à savoir le soleil. De fait, nous utilisons un panneau solaire de 30W qui alimente alternativement les pompes et la batterie grâce à un microcontrôleur Arduino. Pour en connaître davantage sur les étapes de dimensionnement d'une installation électrique, rendez-vous sur le tutoriel "Remorque génératrice solaire - Système électrique" du wiki.

La nuit ou par temps couvert, il faudra compter sur nos muscles pour actionner le pédalier générateur d'électricité. C'est ce qu'on appelle le fitness utile !

Appareils	Quantité	Temps d'usage	Consommation courant (A)	Energie consommée (Wh/j)
Pompe à air (spiruline)	1	6 minutes/jour	2,77	3,3
Pompe à eau (bioponie)	1	1h/j	1,87	22,4
Pompe à eau (dessalinisateur)	1	30 minutes/j	2	12
Arduino	1	12 h/j	0,12	17,3
Guirlande	1	2 h/j	0,47	11,3
Lampe frontale	2	10 minutes/j	0,3	0,6
Téléphone	2	1h/j		5
Boumbox	1	20 min/j	0,18	0,7
TOTAL				72,6

Étape 3 - Réalisation de la structure

Tube carré (1), support de l'axe du pédalier

L'axe du pédalier s'insère dans le tube rond (7). Ce dernier est soudé à l'une des extrémités du tube carré (1).

- Couper un tube carré creux inox de 25 mm, d'épaisseur 1,5 mm, de 440 mm de longueur (1)
- A l'aide d'une meuleuse, réaliser l'encoche permettant d'accueillir la courbure du tube rond (7)

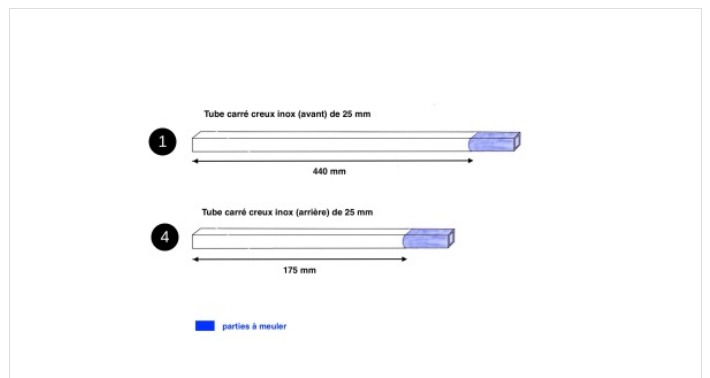
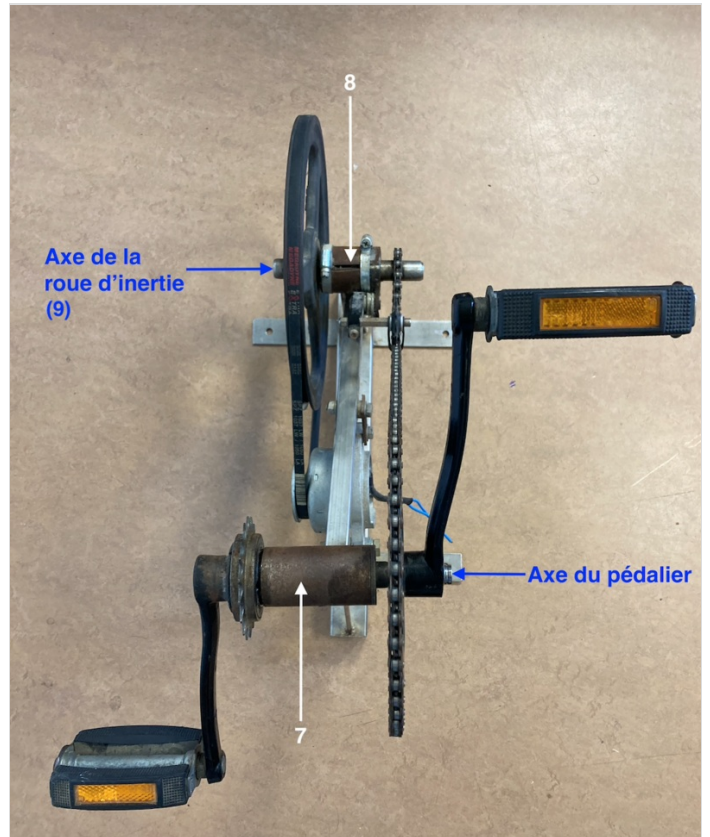
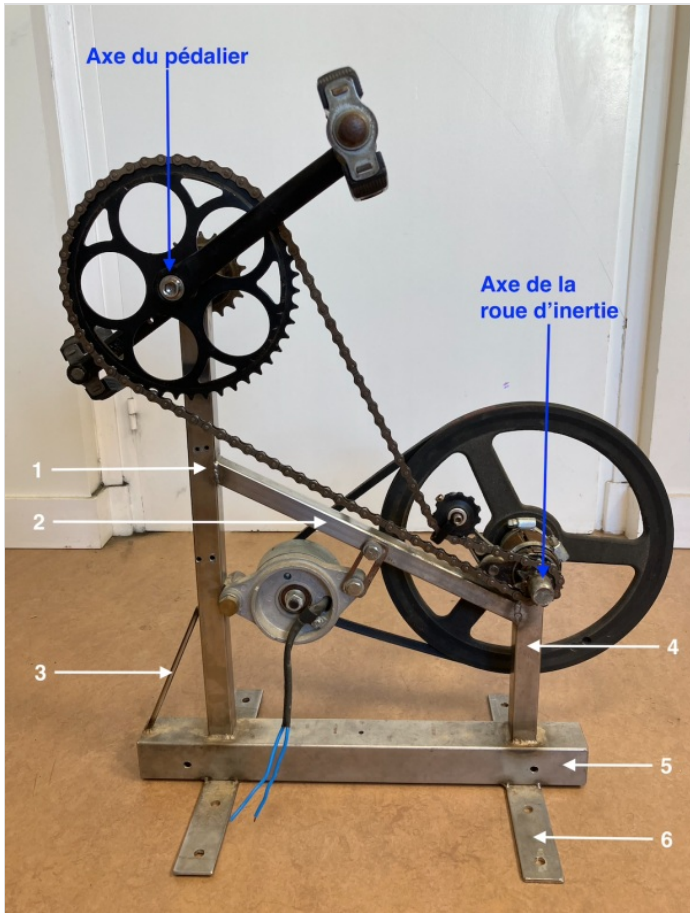
Tube carré (4), support de l'axe de la roue d'inertie

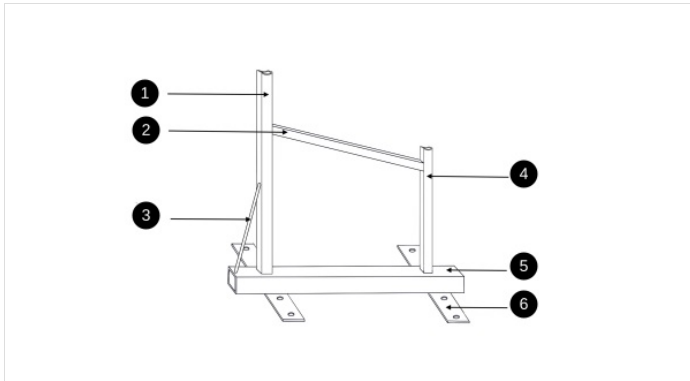
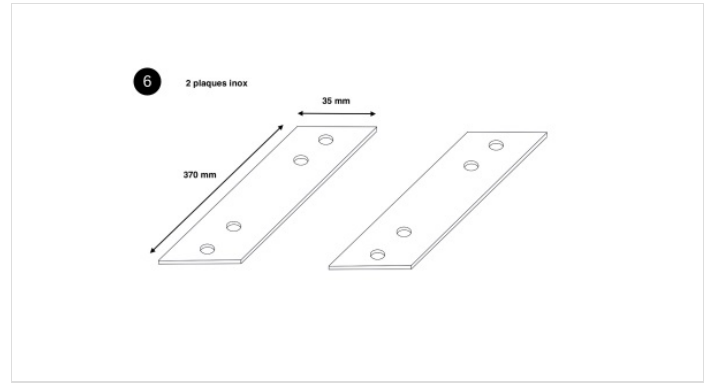
L'axe de la roue d'inertie s'insère dans le tube rond (8). Ce dernier est soudé à l'une des extrémités du tube carré (4).

- Couper un tube carré creux inox de 25 mm, d'épaisseur 1,5 mm, de 175 mm de longueur (4)
- A l'aide d'une meuleuse, réaliser l'encoche permettant d'accueillir la courbure du tube rond (8)

Assemblage de la structure

- Couper un tube carré creux inox de 45 mm, d'épaisseur 1,5 mm, de 450 mm de longueur (5)
- Couper un tube carré creux inox de 10 mm, d'épaisseur 1,5 mm, de 315 mm de longueur (2)
- A l'aide d'une meuleuse, couper les 2 extrémités du tube (2) à 45°
- Couper un tube rond plein inox de \varnothing 5 mm, de 155 mm de longueur (3) (renfort de structure)
- Couper 2 plaques inox de 35 x 370 mm, d'épaisseur 3 mm (6). Des percages ont été réalisés sur chacune des plaques, dans le but de fixer le pédalier
- *Mise en place de la structure avant soudure* : Positionner les 2 plaques (6) sous le tube carré (5), à 270 mm d'écart (côte intérieure). Placer les tubes carrés (1) et (4) à 280 mm d'écart (côte intérieure) sur le tube carré (5). Placer le tube carré (2) entre les tubes carrés (1) et (4) (cf. photo). Pointer puis souder. Positionner le renfort (3), pointer puis souder (cf. photo)

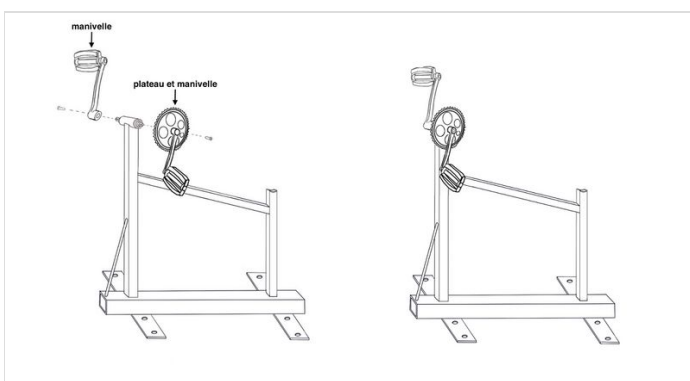
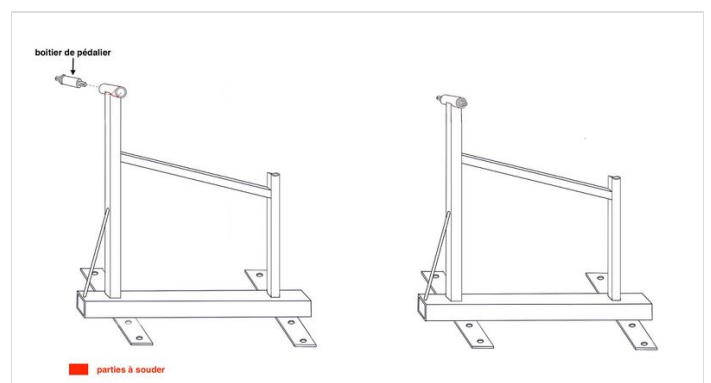
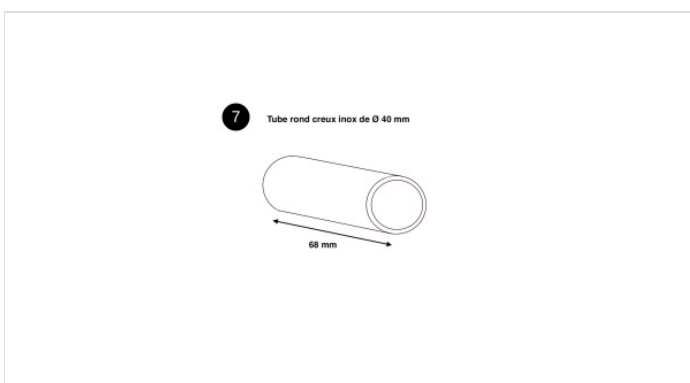




Étape 4 - Fixation du pédalier

Les manivelles sont fixées à l'axe du boîtier de pédalier avec des vis de \varnothing 13 mm. Ce dernier est inséré dans le tube rond (7) pour le maintenir en position.

- Couper un tube rond creux inox de \varnothing 40 mm, d'épaisseur 1 mm, de 68 mm de longueur (7). Les dimensions du tube dépendent de celles du boîtier de pédalier utilisé
- Souder le tube rond (7), de manière centrée, sur le tube carré (1) de la structure
- Insérer le boîtier de pédalier à l'intérieur du tube rond (7), de manière centrée
- Positionner et fixer l'ensemble plateau et manivelle à l'une des extrémités de l'axe du boîtier de pédalier avec une vis de \varnothing 13 mm
- De la même manière, fixer la seconde manivelle à l'autre extrémité de l'axe



Étape 5 - Fixation du pignon, de la roue d'inertie et du tendeur de chaîne

Le plateau du pédalier entraîne un pignon soudé à l'axe de la roue d'inertie. Pour supporter et guider la rotation de cet axe, 2 roulements à bille sont insérés et maintenus en place dans le tube rond (8).

- Couper un tube rond creux inox de \varnothing 42,4 mm, d'épaisseur 1,5 mm, de 60 mm de longueur (8). Il est conseillé de le couper au niveau de la soudure interne du tube afin de faciliter l'insertion des roulements.

i Les dimensions du tube dépendent de celles des roulements utilisés

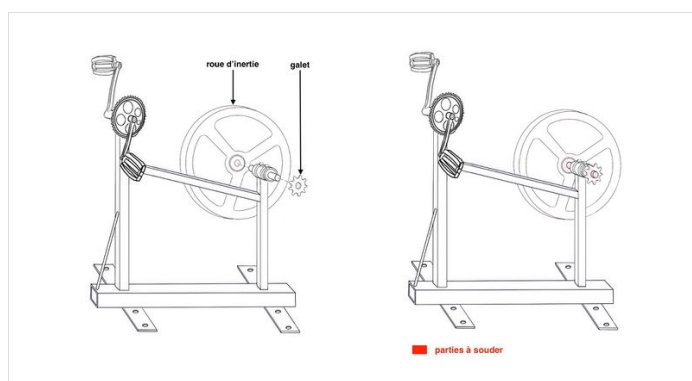
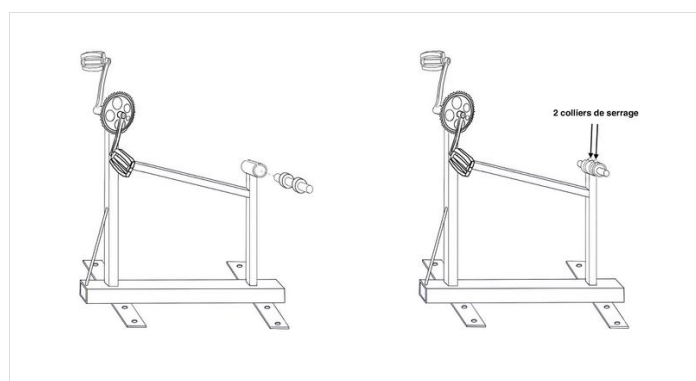
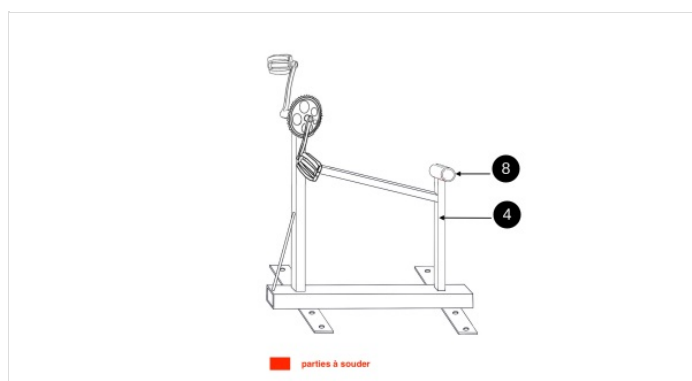
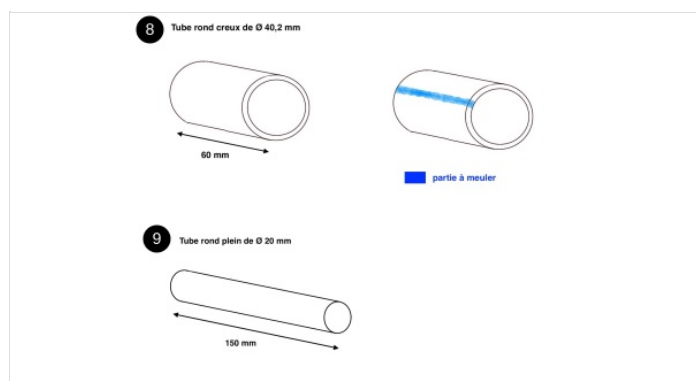
- Pour faciliter l'insertion des roulements, réaliser une fente en coupant le tube rond (8) dans sa longueur à l'aide d'une meuleuse
- Souder le tube rond (8), de manière centrée, sur le tube carré (4) de la structure. S'assurer que la fente, réalisée auparavant, est orientée vers le haut
- Couper un tube rond plein inox de \varnothing 20 mm, de 150 mm de longueur (9). Il sera utilisé comme axe de la roue d'inertie
- Positionner les roulements sur l'axe puis insérer l'ensemble à l'intérieur du tube rond (8), de manière centrée
- Le serrage du tube rond (8) autour des bagues extérieures des roulements est réalisé avec 2 colliers de serrage
- Positionner le pignon sur l'axe, en s'assurant qu'il soit aligné avec le plateau. Pointer puis souder

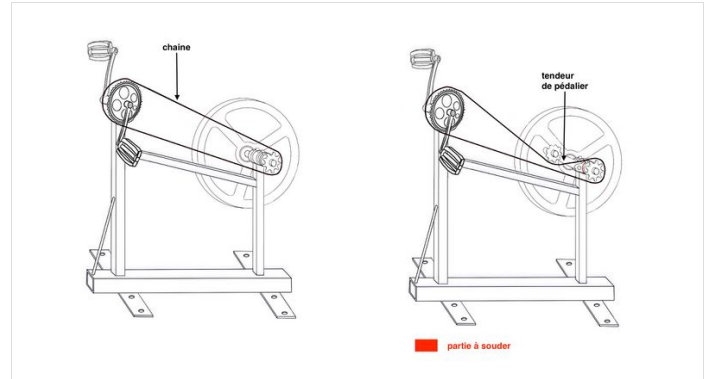
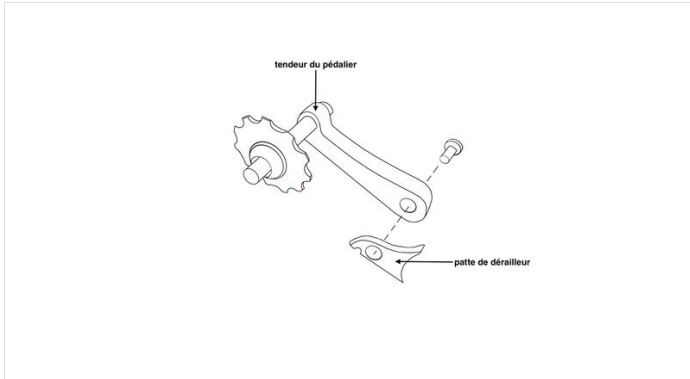
La roue d'inertie est un disque métallique lourd qui, entraîné par le pédalage, permet de fluidifier le mouvement et ainsi améliorer les performances. Plus elle est lourde, plus le pédalage sera régulier, confortable et fluide.

- Positionner la roue d'inertie sur l'autre extrémité de l'axe. Pointer puis souder

Le tendeur de chaîne permet d'ajuster la tension de la chaîne de vélo

- Mettre en place la chaîne sur le plateau et le galet
- Fixer la patte de dérailleur au tendeur de chaîne avec une vis de \varnothing 9 mm
- Positionner l'ensemble sur le tube rond (8) puis souder la patte de dérailleur au tube
- Vérifier l'alignement du galet tendeur avec le plateau et le pignon. Si besoin, ajouter des rondelles pour régler l'alignement du galet tendeur





Étape 6 - Fixation de l'alternateur

L'alternateur transforme l'énergie mécanique en électricité et alimente les différents équipements de la Biosphère. Il est relié à la roue d'inertie via une courroie trapézoïdale.

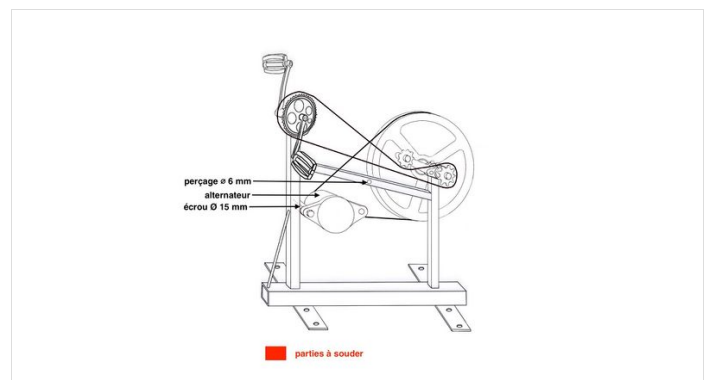
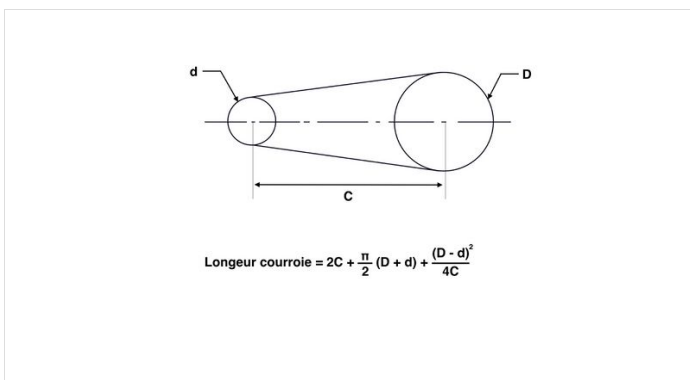
💡 La longueur de la courroie (L) dépend des diamètres des poulies (D et d) et de la distance (a) séparant les 2 poulies (cf. photo). Dans notre cas, nous avons choisi une courroie de 1050 mm de longueur : D = 280 mm / d = 50 mm / a = 235 mm

Fixation de l'alternateur sur le tube carré (1)

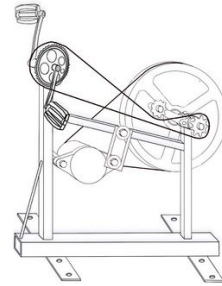
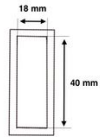
- Souder un écrou de \varnothing 15 mm au tube carré (1). Le diamètre de l'écrou dépend du diamètre du trou de fixation de l'alternateur
- Fixer ce côté de l'alternateur à l'aide d'une vis de \varnothing 15 mm. L'alignement de la roue d'inertie avec la poulie de l'alternateur peut se régler en ajoutant des rondelles

Fixation de l'alternateur sur le tube carré (2)

- A partir d'une plaque inox d'épaisseur 3 mm, réaliser le système de tension de la courroie en suivant le plan (cf. photo).
- Percer un trou de \varnothing 6 mm dans le tube carré (2)
- Fixer le système de tension de la courroie au tube carré (2) à l'aide d'une vis de \varnothing 6 mm
- Positionner la courroie trapézoïdale sur la roue d'inertie et la poulie de l'alternateur
- Fixer l'alternateur au système de tension de la courroie à l'aide d'une vis de \varnothing 6 mm. De la même manière, l'alignement de la roue d'inertie avec la poulie de l'alternateur peut se régler en ajoutant des rondelles

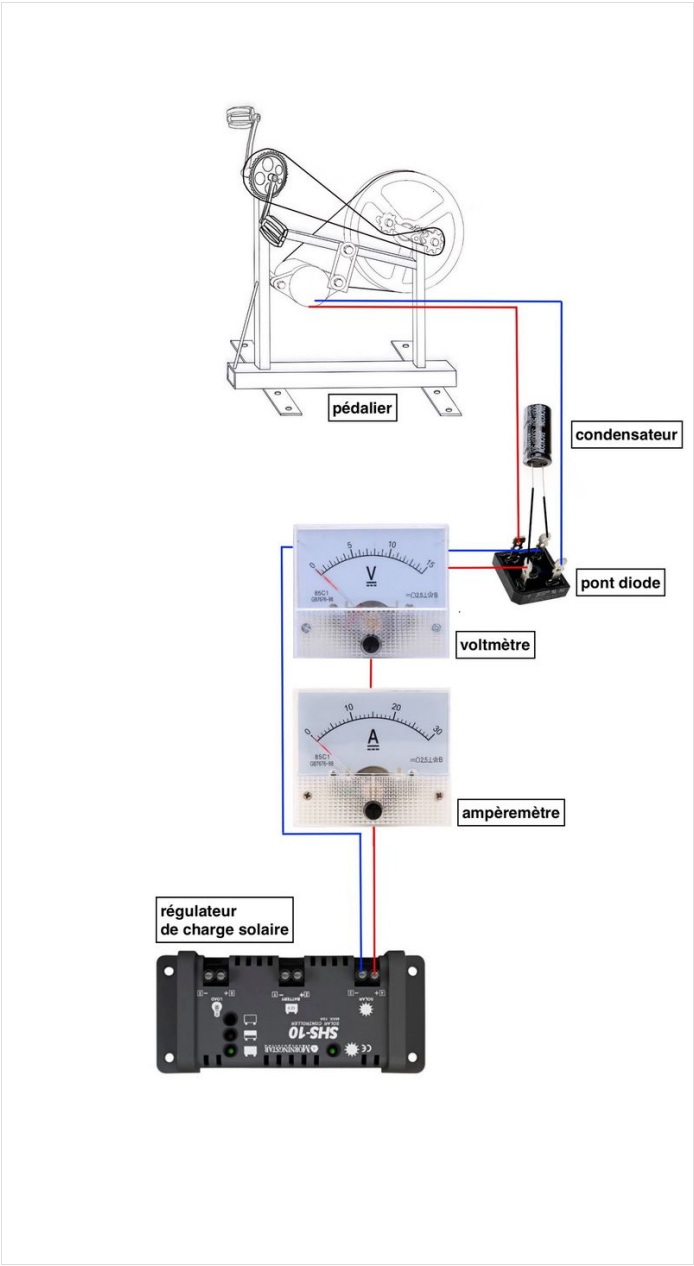


Système d'accroche de l'alternateur



Étape 7 - Système électrique

L'électricité générée par le pédalier passe par un pont diode qui permet de transformer une tension alternative en tension continue. Un condensateur, connecté au pont diode, emmagasine l'énergie puis la restitue en lissant et stabilisant l'alimentation électrique. En sortie, un voltmètre et un ampèremètre permettent de contrôler l'énergie fournie. Le courant électrique passe enfin par le régulateur de charge avant d'être réparti dans les différents équipements électriques.



Étape 8 - Mode rameur (facultatif)

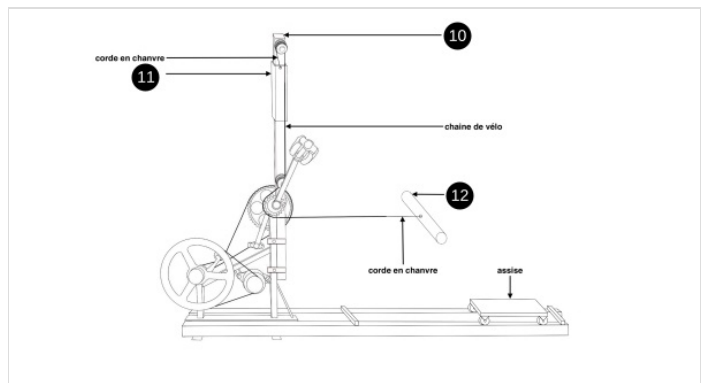
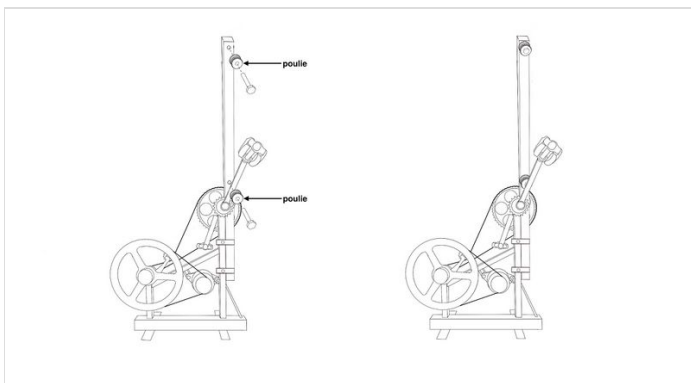
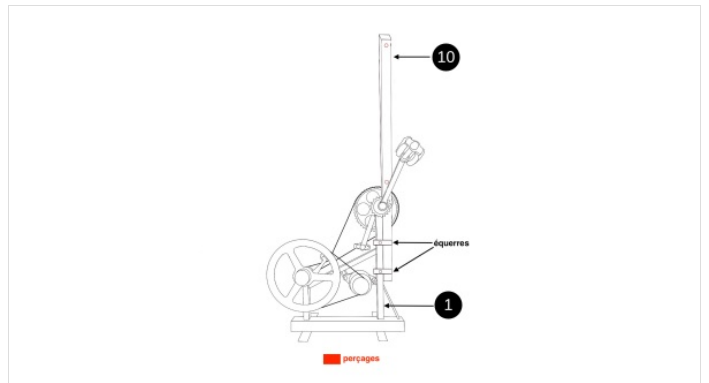
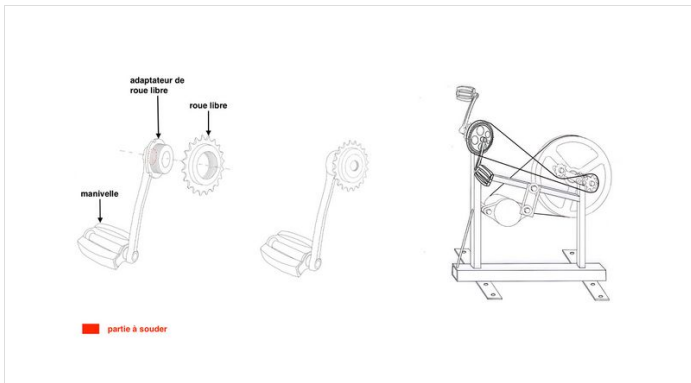
Le design du pédalier a été pensé pour adapter facilement le mode rameur.

Fixation de la roue libre à la manivelle (côté opposé au plateau)

- Positionner l'adaptateur de roue libre contre la manivelle. Contrôler la planéité et le centrage de l'adaptateur. Pointer puis souder ce dernier à la manivelle.
- Visser la roue libre à l'adaptateur
- Fixer l'ensemble au boîtier du pédalier à l'aide du vis

Réalisation de la structure & assemblage

- Perçer 2 trous de \varnothing 8 mm sur le tube carré (1) du pédalier
- Fixer les équerres au pédalier avec des vis et écrous de \varnothing 8 mm
- Couper un tasseau de bois rectangulaire de 20 mm x 40 mm de 1050 mm de longueur (10). La longueur de ce dernier dépend de celle de la chaîne de vélo utilisée (voir photo).
- Positionner ce dernier contre le tube carré (1). Repérer l'emplacement des perçages des équerres sur le tasseau. Perçer puis fixer le tasseau aux équerres avec des vis et écrous de \varnothing 8 mm
- Répérer les emplacements des 2 poulies. Perçer 2 trous de \varnothing 10 mm sur le tasseau de bois puis fixer les poulies avec des vis et écrous de \varnothing 10 mm. Si besoin, ajouter des rondelles pour régler l'alignement des poulies avec la roue libre
- Couper un tube carré creux inox de 50 mm, d'épaisseur 3 mm, de 400 mm de longueur (11). Les dimensions du tube dépendent du tasseau utilisé.
- Perçer un trou de \varnothing 8 mm sur le tube carré (11) et accrocher la corde de chanvre. A l'autre extrémité, fixer la chaîne de vélo
- Couper un tasseau de bois rond de \varnothing 20 mm, de 450 mm de longueur (12). Perçer un trou de \varnothing 8 mm au milieu du tasseau
- Fixer ce dernier à la chaîne de vélo avec un bout de corde de chanvre
- Enfiler le tube carré (11) dans le tasseau de bois rectangulaire (10). Passer la corde en chanvre et la chaîne dans les poulies et la roue libre
- Fixer le pédalier et placer l'assise par dessus



Étape 9 - Retours d'expérience

Ce pédalier n'a pas été conçu comme principale source d'énergie de l'habitat mais plutôt dans le but d'avoir une activité physique régulière et utile tout en variant les sollicitations musculaires. Durant l'expérimentation de Biosphère, ce dernier était principalement utilisé le matin pour alimenter les pompes et la batterie, en générant environ 100W de puissance. Si son utilisation était quotidienne et agréable, certaines améliorations pourraient être apportées.

Mode pédalier

Le plateau du pédalier n'était pas adapté à ce mode d'utilisation, c'est pourquoi il a très peu été testé durant l'expérimentation. En effet, il aurait fallu pouvoir changer de vitesse en passant à un plateau plus grand pour rendre l'exercice plus difficile.

Mode maindelier

Afin de rendre l'exercice plus confortable, il faudrait privilégier d'autres types de pédales, moins douloureuses pour les mains.

Mode rameur

Le principal changement apporté est l'inertie du pédalier sous ce mode d'utilisation. En effet, le lancement de la machine demande beaucoup d'énergie et la roue d'inertie a tendance à s'arrêter entre deux coups de rameur. En rajoutant du poids au niveau de la roue d'inertie, le mouvement du rameur serait plus fluide et agréable.



Notes et références

Document rédigé par Emma Bousquet-Pasturel dans le cadre du projet expérimental "Biosphère, capsule en milieu aride" du Low-tech Lab.