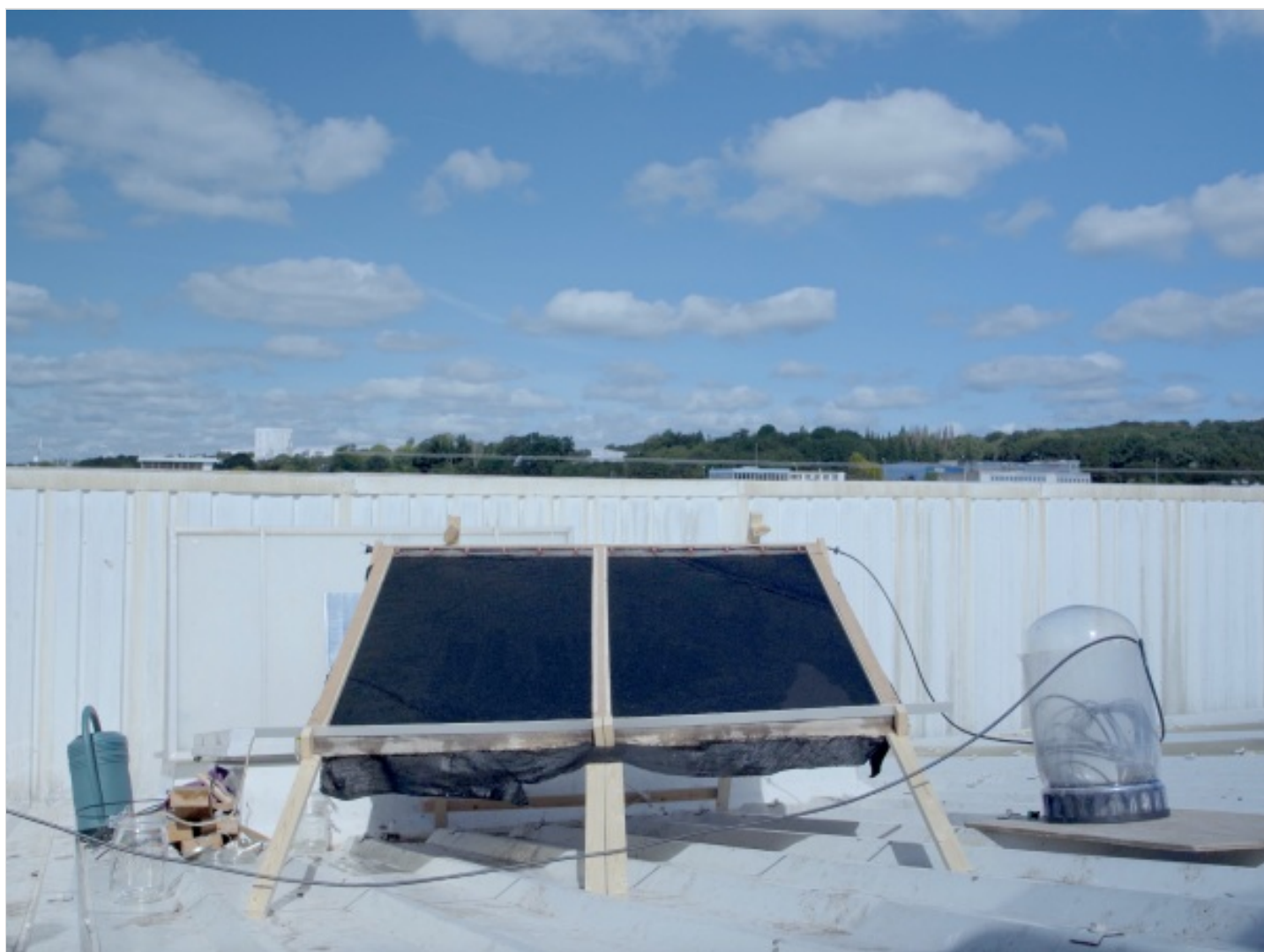


Dessalinisateur solaire



https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Dessalinisateur_solaire

Dernière modification le 18/11/2023

 Difficulté Facile

 Durée 3 heure(s)

 Coût 50 EUR (€)

Description

Ce tutoriel présente les étapes de fabrication d'un dessalinisateur solaire, 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 prototype a été fabriqué dans les locaux de l'association durant la période de préparation à l'expérimentation, à partir de matériaux et outils disponibles dans l'atelier. Les plans détaillés de ce prototype ont permis au binôme de le reproduire facilement une fois arrivés sur le lieu d'expérimentation au Mexique, en remplaçant certains matériaux par des alternatives locales et biosourcées. La dernière partie du tutoriel est dédiée à leurs retours d'expérience après avoir utilisé ce système low-tech durant les 4 mois d'expérimentation.

Sommaire

Sommaire

Description

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Isolation des plaques

Étape 2 - Peinture des plaques

Étape 3 - Fabrication du cadre et des pieds avants

Étape 4 - Fixation du textile en lin

Étape 5 - Fabrication du goutte à goutte

Étape 6 - Fixation des cornières

Étape 7 - Fabrication des pieds arrières

Étape 8 - Pose des vitres

Étape 9 - Etanchéité du dessalinisateur

Étape 10 - Minéraliser l'eau désalée

Étape 11 - Fabrication au Mexique & 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. Les résultats de la première Biosphère expérimentée en Thaïlande par Corentin ont permis de dimensionner la nouvelle base de vie adaptée cette fois-ci au milieu aride. Installée dans un désert de Basse Californie au Mexique, la "Biosphère, capsule en milieu aride" de 60m² produit suffisamment de protéines, de vitamines et de minéraux pour faire vivre deux humains, avec moins d'un euro d'intrants par jour. 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'eau douce.**

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 des moyens peu impactants pour les satisfaire. L'accès à l'eau douce est crucial pour assurer le bon développement de l'écosystème : les plantes, les champignons, les grillons, les mouches soldats noires et les personnes vivants dans l'habitat. Les besoins journaliers en eau sont évalués en se basant sur les résultats de l'expérimentation de Biosphère en Thaïlande :

- bioponie : 24 L
- spiruline : 8 L
- eau potable pour 2 humains : 4 L
- champignons, grillons, mouches soldats noires : 4 L

Au total, l'objectif est de récolter au minimum 40 L d'eau douce par jour.

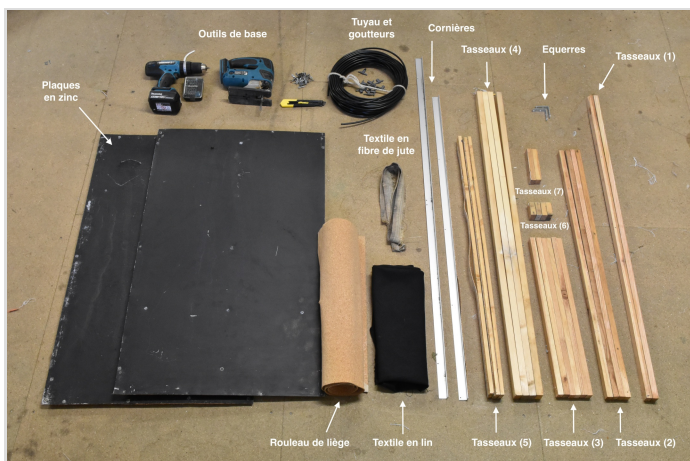
Au vu du contexte aride du lieu d'expérimentation, nous ne pouvons pas compter sur la récolte d'eau de pluie. Ainsi, le moyen qui nous a paru le plus efficace est la dessalination d'eau de mer en utilisant la source d'énergie qui sera la plus abondante : le soleil.

Conception du dessalinisateur

La boîte est constituée d'un cadre avec pour fond une plaque sur laquelle est positionnée un tissu imprégné d'eau salée. Sur le dessus, la boîte est fermée par une vitre. L'alimentation en eau salée est assurée par un goutte à goutte placé en haut du cadre et le trop plein est évacué par le bas. L'intérieur de cette serre chauffe au soleil ce qui va entraîner l'évaporation de l'eau, puis sa condensation sur la vitre. L'eau douce va alors ruisseler jusqu'à une gouttière d'évacuation, pour enfin être récupérée dans un bocal.

La conception de ce dessalinisateur s'est inspirée des conclusions d'étude de Cyril Grandpierre qui a prototypé plusieurs modèles de dessalinisateur solaire. De même, nous nous sommes appuyés sur la thèse d'Augustin Pinet qu'il a réalisé sur ce sujet en collaboration avec le Low-tech Lab. **Notre objectif était d'arriver à un système performant tout en utilisant un maximum de matériaux biosourcés et disponibles dans l'atelier de l'association.**

Le dessalinisateur que nous avons fabriqué à Concarneau nous permet de récolter environ 4 L d'eau douce sur une surface de 100x120 cm par une journée bien ensoleillée. Ce prototype sera répliqué au Mexique par les cobayes de l'expérience.



Matériaux

- Tasseaux de bois de 25x50 mm
 - 2 plaques en zinc de 100x66 cm
 - 2 vitres de 100x66cm, d'épaisseur 3 mm
 - 2 cornières d'1,5 m (profilé en L)
 - Liège en rouleau d'épaisseur 3 mm
 - Textile en lin teinté en noir
 - Textile en fibre de jute
 - Tuyau noir de 10 m
 - 12 goutteurs avec un débit de 2 L/h
 - 1 vanne d'arrêt
 - Peinture noire
 - 2 m de corde en chanvre
-

Outils

- Visseuse
- Perceuse avec forets
- Scie-sauteuse
- Cutter
- Scotch double face
- Gants



Étape 1 - Isolation des plaques

! Ce prototype a été fabriqué dans les locaux de l'association, à partir de matériaux disponibles dans l'atelier. Typiquement, c'est la raison pour laquelle nous avons utilisé des rouleaux de liège pour l'isolation des plaques. Cependant, l'achat de ce matériau représente un coût élevé alors que d'autres solutions d'isolation moins chères existent comme la paille ou le chanvre (cf. tableau). A noter qu'une fois au Mexique, Corentin et Caroline ont utilisé une alternative locale biosourcée.

i Comme nous disposons d'un rouleau de liège d'épaisseur 1mm, nous collons plusieurs couches de liège pour réduire les pertes thermiques.

Étapes à réaliser sur les 2 plaques en zinc

- Couper 3 bandes de liège de 100x66 cm
- Coller des bandes de scotch double face sur la plaque de zinc
- Coller la première bande de liège
- Répéter cette opération deux fois pour coller les 2 bandes de liège restantes

Comparatif global		Caractéristiques isolantes		Caractéristiques techniques				Bilan environnemental*		Prix (€/m²)	
Produits	Conditionnement	Lambda (λ) 10% M(10°C)	Épaisseur (mm) 10% R + S	Résistance à la vapeur (μ)	Classement feu	Chaleur spécifique (J/kg.K)	Hygroscopique	Énergie grise (kgCO ₂ e/m³)	Effet de serre (kgCO ₂ e/m³)	Impact global (kgCO ₂ e/m³)	
Isolants synthétiques	Polyuréthane expansé (PSE) Planchaas (7 à 30 kg/m³)	0,022 à 0,026	16 à 19	0	20 à 300	E	1,450	Non	49	14	14 à 21 €
	Polyuréthane expansé (PSE) ou MFC Planchaas (25 à 40 kg/m³)	0,029 à 0,036	14,5 à 17,5	0	60 à 100	E	1500 à 1500	Non	140	47	25 à 35 €
	Polyuréthane expansé (PSE) ou MFC Planchaas (25 à 40 kg/m³)	0,030 à 0,036	15 à 19	0	60 à 100	E	1500 à 1500	Non	144	29	25 à 35 €
Isolants minéraux	Polyuréthane (PSE) Planchaas (20 à 50 kg/m³)	0,022 à 0,030	11 à 15	0	30 à 100	C à E	1400 à 1500	Non	119	20	25 à 35 €
	Laine de verre Roulocaas (15 à 40 kg/m³)	0,035 à 0,042	17,5 à 21	0	1 à 2	AL A2	840 à 1000	Non	68	13	5 à 16 €
	Laine de roche Roulocaas (15 à 30 kg/m³)	0,039 à 0,042	19,5 à 21	0	1 à 2	AL A2	840 à 1000	Non	58	11	8 à 10 €
	Planchaas (25 à 30 kg/m³)	0,033 à 0,038	16,5 à 19	0	1 à 2	AL A2	840 à 1000	Non	136	21	13 à 25 €
	Mousse de polystyrène Planchaas (15 à 240 kg/m³)	0,045 à 0,040	22,5 à 30	0,3 à 0,6	1	AL A2	1000 à 1300	Oui	90	47	70 à 110 €
	Isolants d'origine végétale	Chanvre Planchaas-Roulocaas (18 à 25 kg/m³)	0,026 à 0,046	18 à 24	1	1 à 2	E	1000 à 1100	Oui	76	0
Briques chanvre-chanvre (260 à 340 kg/m³)		0,063 à 0,071	31,5 à 35,5	2	1 à 5	E	1700	Oui	66	3	80 à 100 €
Matras Chanvre-Chanvre (180 à 400 kg/m³)		0,036 à 0,039	28 à 45	2	10 à 13	E	1500 à 1700	Oui	72	-10	30 à 100 €
Chanvre en vrac (140 à 175 kg/m³)		0,045 à 0,050	22,5 à 25	1	1 à 2	E	1900	Oui	5	-10	9 à 25 €
Laine de chanvre en vrac (30 à 50 kg/m³)		0,046 à 0,051	23 à 25,5	1	1	E	1200 à 1700	Oui	16	-7	6 à 12 €
Fibre de bois Planchaas flexibles (30 à 50 kg/m³)		0,036 à 0,042	18 à 21	0,2	1 à 2	E	1800 à 2100	Oui	31	-6	19 à 40 €
Planchaas rigides (140 à 270 kg/m³)		0,038 à 0,050	19 à 25	0,2 à 0,5	1	E	1800 à 2100	Oui	109	-7	43 à 90 €
Liège expansé Vrac (60 à 100 kg/m³)		0,040 à 0,043	20 à 21,5	0	1 à 5	E	1700 à 2100	Non	29	-22	25 à 35 €
Planchaas (135 à 150 kg/m³)		0,038 à 0,042	19 à 21	0	5 à 30	E	1700 à 2100	Non	26	-11	50 à 75 €
Laine de lin Planchaas-Roulocaas (20 à 40 kg/m³)		0,032 à 0,036	18,5 à 19	1	1 à 2	E à F	1300 à 1700	Oui	19	2	20 à 30 €
Paille de blé Bottes compressées (80 à 100 kg/m³)	0,045 à 0,055	22,5 à 27,5	1	1 à 2	E	1400 à 2100	Oui	5	-11	4 à 6,5 €	
Isolant d'origine animale	Wool (100 à 150 kg/m³)	0,049 à 0,053	24,5 à 26,5	2	1 à 2	E	1500 à 1700	Oui	7	-10	2 à 19 €
	Laine de mouton Roulocaas (10 à 20 kg/m³)	0,035 à 0,045	17,5 à 22,5	1	1 à 2	E	1000 à 1400	Oui	16	2	17 à 30 €
	Isolants issus de recyclage	Fibres textiles recyclées Planchaas-Roulocaas (18 à 25 kg/m³)	0,036	19	1	1 à 3	E	1000 à 1400	Oui	36	1
Quatre Vrac mouillé (140 à 45 kg/m³)		0,040 à 0,044	20 à 22	2	1 à 2	E à F	1600 à 2100	Oui	2	-10	6,5 à 15,5 €
Wool mouillé (23 à 45 kg/m³)		0,036 à 0,041	18 à 20,5	2	1 à 2	E à F	1600 à 2100	Oui	13	-6	4 à 9,5 €
Wool propre humide (37 à 45 kg/m³)	0,040 à 0,043	20 à 21,5	3	1 à 2	E à F	1600 à 2100	Oui	20	-4	5 à 12 €	



Étape 2 - Peinture des plaques

- Peindre les 2 plaques en zinc en noir mat pour qu'elles transforment bien les rayonnement solaire en chaleur.



Étape 3 - Fabrication du cadre et des pieds avants

Le cadre

- Couper 2 tasseaux en bois de 1200 mm de longueur (1)
- Couper 4 tasseaux en bois de 930 mm de longueur (2)
- Couper 6 tasseaux en bois de 545 mm de longueur (3)

Remarque : Se référer à la photo ci-contre pour placer les tasseaux au bon endroit

- Percer les tasseaux et les plaques avec un foret de \varnothing 3 mm
- Fixer les tasseaux aux plaques avec des vis de \varnothing 4 mm

La surface du dessalinisateur est donc de 1000x1200mm.

Les pieds avants

- Couper 4 tasseaux en bois de 1200 mm de longueur (4)
- Percer les tasseaux et les plaques avec un foret de \varnothing 4 mm
- Fixer les tasseaux aux plaques avec 12 vis de \varnothing 5 mm



Étape 4 - Fixation du textile en lin

💡 Choisir un textile qui favorise l'étalement des gouttes d'eau et l'évaporation améliore les performances du dessalinisateur. Après avoir effectué plusieurs tests sur différents textiles (coton, lin..), on constate que celui en lin est le plus adapté. Par ailleurs, on remarque qu'en s'écoulant l'eau a tendance à suivre les fibres du textile. Lorsque l'on place le textile avec les fibres de biais (et non verticales), l'eau s'écoule de manière homogène sur toute la surface du textile (voir photo). De cette manière, on augmente le rendement du dessalinisateur.

- Couper un morceau de textile de 1200x1600 mm, avec les fibres de biais. Le placer de manière centré sur les plaques.
- Couper 3 tasseaux de 970 mm de longueur
- Placer les tasseaux aux extrémités et au milieu des plaques (voir photo). Percer les tasseaux et la plaque avec un foret de \varnothing 4 mm. Le textile doit être tendu sur les plaques.
- Fixer les tasseaux avec 9 vis de \varnothing 5 mm
- Couper 3 morceaux de liège de 50x970 mm
- Après avoir posé une bande de scotch double face sur chaque tasseau, coller les morceaux de liège

Les vitres de 100x66 cm reposeront notamment sur ces tasseaux.





Étape 5 - Fabrication du goutte à goutte

- Couper 13 morceaux de tuyau noir de 100 mm de longueur
- Fixer les 12 goutteurs aux morceaux de tuyau



Étape 6 - Fixation des cornières

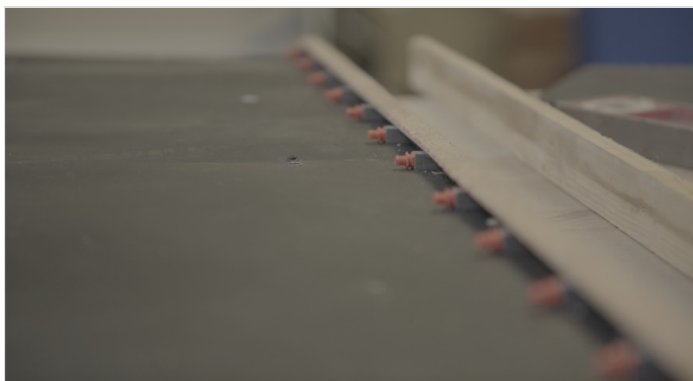
La première cornière sert à maintenir en place le goutte à goutte

- Découper un morceau de cornière en L de 1200 mm de longueur
- Placer le goutte à goutte en haut des plaques en zinc. Placer la cornière par dessus de manière à le maintenir
- Percer la cornière, la plaque et le cadre en bois avec un foret de \varnothing 3 mm
- Fixer ces éléments avec 5 vis de \varnothing 4 mm
- Couper un morceau de liège de 20x1200 mm
- Après avoir posé une bande de scotch double face sur la cornière, coller le morceau de liège

La seconde cornière sert de gouttière à l'eau douce

- Couper la cornière pour obtenir 1400 mm de longueur
- Couper une bande de textile en fibre de jute de 1260 x 40 mm. Placer cette bande en bas des plaques en zinc. Elle permettra de décaler la cornière de façon à éviter que l'eau salée ne rentre à l'intérieur.
- Couper 4 tasseaux de 50x35 mm (6)
- Percer ces tasseaux et les pieds (4) avec un foret de \varnothing 4 mm
- Fixer ces tasseaux (6) aux pieds (4) du dessalinisateur avec 4 vis de \varnothing 5 mm
- Placer la cornière par-dessus la bande de textile en fibre de jute et contre les tasseaux (6)
- Percer la cornière et les tasseaux (6) avec un foret de \varnothing 2 mm
- Fixer la cornière aux tasseaux (6) avec 4 vis de \varnothing 3 mm
- Placer la corde en chanvre dans la cornière et la laisser dépasser d'un côté

i La corde en chanvre sert à acheminer l'eau douce vers un récipient. L'eau est d'abord absorbée par la corde en chanvre puis, par capillarité, dirigée vers ce récipient.





Étape 7 - Fabrication des pieds arrières

- Couper 2 tasseaux de 1200 mm de longueur. Fixer l'écartement de ces 2 derniers avec un tasseau de 980 mm de longueur (voir photo)
- Une fois l'angle d'inclinaison du dessalinisateur choisie, percer les 2 tasseaux et le cadre avec un foret de \varnothing 4 mm
- Fixer les 2 tasseaux au cadre avec 2 vis de \varnothing 5 mm



Étape 8 - Pose des vitres

i D'après les recherches de Cyril Grandpierre, il est recommandé d'utiliser des vitres de 3 mm. Pour la fabrication de ce prototype nous avons découpé des vitres sur mesure qui s'adaptent aux dimensions des plaques en zinc.

⚠ Se munir de gants pour éviter de se couper lors de la manipulation des vitres

- Placer les vitres contre les tasseaux et cornières fixés aux plaques en zinc



Étape 9 - Etanchéité du dessalinisateur

i L'objectif est de réduire les pertes thermiques pour maximiser l'efficacité du dessalinisateur. Comme nous avons pour objectif d'utiliser un maximum de matériaux biosourcés, l'étanchéité est réalisée avec du liège. A noter qu'une fois au Mexique, Corentin de Chatelperron et Caroline Pultz utiliseront une alternative locale biosourcée.

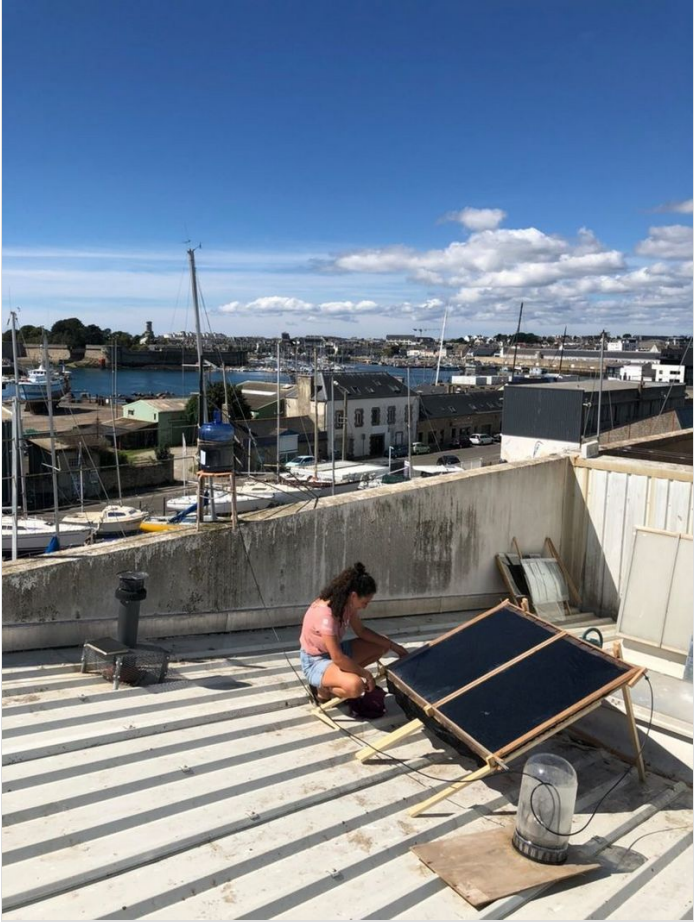
Étanchéité au niveau des vitres

- Couper 2 tasseaux de 70 mm de longueur (cales-vitre) en casant les angles d'un des côtés (voir photo).
- Positionner les cales-vitres de manière à plaquer les vitres contre la cornière
- Percer les cales-vitre et les tasseaux (3) avec un foret de \varnothing 4 mm
- Fixer les cales-vitre aux tasseaux (3) avec 2 vis de \varnothing 5 mm. Ne pas trop visser afin que les cales-pieds puisse toujours tourner.

Étanchéité au niveau du goutte à goutte

- Couper 2 tasseaux de 140 mm de longueur
- Percer un trou centré de \varnothing 6 mm dans chacun des tasseaux. Le trou de ce diamètre dépend du diamètre du tuyau du goutte à goutte.
- Passer le tuyau du goutte à goutte dans le trou des tasseaux
- Percer les tasseaux et le cadre un foret de \varnothing 4 mm
- Fixer les tasseaux au cadre avec 4 vis de \varnothing 5 mm





Étape 10 - Minéraliser l'eau désalée

Si les dessalinisateurs permettent d'enlever le sel contenu dans l'eau, cette dernière n'est pas considérée comme potable car pauvre en minéraux. Il est donc indispensable de la reminéraliser pour éviter quelques aspects non souhaitables comme des carences alimentaires causant des risques de maladies cardiovasculaires.

Pour ce faire, nous utilisons un Ecofiltro, un filtre à eau en céramique, conçu à base d'argile et de sciure de bois carbonisé. Ces filtres permettent de potabiliser des eaux contaminées ou turbide impropres à la consommation humaine. Inventé dans les années 1960 et partagé en open-source, ce type de filtre est aujourd'hui fabriqué et utilisé dans de nombreuses régions du monde.



Si vous souhaitez en connaître davantage sur les étapes de fabrication, rendez-vous sur le wiki du Low-tech Lab!

Étape 11 - Fabrication au Mexique & Retours d'expérience

Fabrication

Si un maximum de matériaux a été trouvé au Mexique, le liège utilisé pour l'isolation a été remplacé par une alternative locale : la paille.

Retours d'expérience

Pour satisfaire les besoins en eau, 5 dessalinisateurs de 3 mètres de long ont été fabriqués, permettant de récolter 40 L d'eau douce par beau temps et 20 L par temps nuageux.

Pour arriver à ces performances, une maintenance quotidienne a été nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement de chacun des dessalinisateurs. La routine, d'environ 30 minutes, consistait à :

- nettoyer les algues ayant proliférées sur la corde de chanvre
- nettoyer les saletés des vitres déposées par les embruns et le vent
- régler le débit d'eau selon la météo : l'augmenter par beau temps et le diminuer si nuageux
- récupérer puis préfiltrer l'eau des 5 bidons d'eau douce dans une cuve de stockage de la Biosphère
- minéraliser une partie de l'eau via le filtre céramique.

L'accumulation de sel sur le textile noir avait tendance à réduire les performances du système et favoriser la contamination de l'eau douce sur la vitre. De fait, le dépôt de sel était récupéré une fois par semaine pour assurer le bon fonctionnement des dessalinisateurs.

Si globalement les dessalinisateurs ont permis de subvenir aux besoins en eau, ces 4 mois d'expérimentation ont permis de déceler quelques dysfonctionnements qui nous ont amené à réfléchir à des pistes d'amélioration (non testées) :

- privilégier des cornières profilées en U pour éviter que les insectes viennent s'abreuver. L'ombre créée par ce profilée permettra aussi d'empêcher le développement d'algue
- au vu de la fragilité des vitres et de leur poids, prévoir une structure en bois plus résistante
- derrière la vitre, placer un joint qui appuie contre le goutte à goutte pour le maintenir bien en place
- réaliser un système d'irrigation acheminant l'eau douce directement jusqu'à la Biosphère
- réaliser une nouvelle teinture noire du textile au bout d'un mois d'utilisation



Notes et références

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