Water Spike

Juillet 2023

Capter l'air ambiant, pour un avenir durable !

MOTS CLES

—

- Cactus
- Eau
- Condensation
- Biomimétisme

ESTP PARIS
L'ÉCOLE DES GRANDS PROJETS

I- Contexte

Au cours des dernières décennies, notre planète a été confrontée à des défis croissants liés aux sécheresses et aux manques d'eau. Les changements climatiques ont entraîné des variations importantes des précipitations, menant à des périodes prolongées de sécheresse dans différentes régions du monde. Ces événements climatiques extrêmes ont des conséquences graves sur les ressources en eau disponible pour les populations, l'agriculture et l'environnement.

Selon les données alarmantes, plus de 2 milliards de personnes dans le monde souffrent déjà de pénuries d'eau, et ce nombre pourrait augmenter considérablement dans les années à venir. L'augmentation prévue de la population mondiale accroît encore davantage la pression sur les ressources en eau, augmentant ainsi la demande pour des solutions novatrices et durables.

Parmi les secteurs les plus touchés par la raréfaction de l'eau, l'agriculture occupe une place prépondérante. Actuellement, l'agriculture représente près de 70% de la consommation d'eau douce dans le monde. L'irrigation des cultures pour subvenir aux besoins alimentaires de la population requiert des volumes significatifs d'eau, exacerbant ainsi les tensions sur les réserves disponibles.

Il est donc nécessaire de trouver de nouvelles sources d'eau, capable d'être captée facilement et en quantité suffisante.

Mais alors, où trouver de nouvelles ressources en eau et comment les capter ?

II- Notre solution

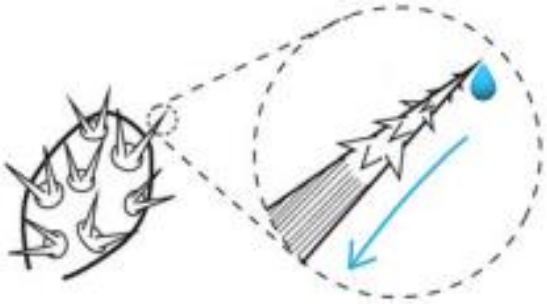
Water Spike est un collecteur d'eau innovant. Il est capable de récolter de l'eau directement dans l'air ambiant. Ainsi, la collecte d'eau a lieu en permanence et les soucis d'intermittence des pluies ne se posent plus ! Il peut aussi être utilisé partout, même dans les endroits arides grâce à sa conception facilement modulable.

A-Le principe

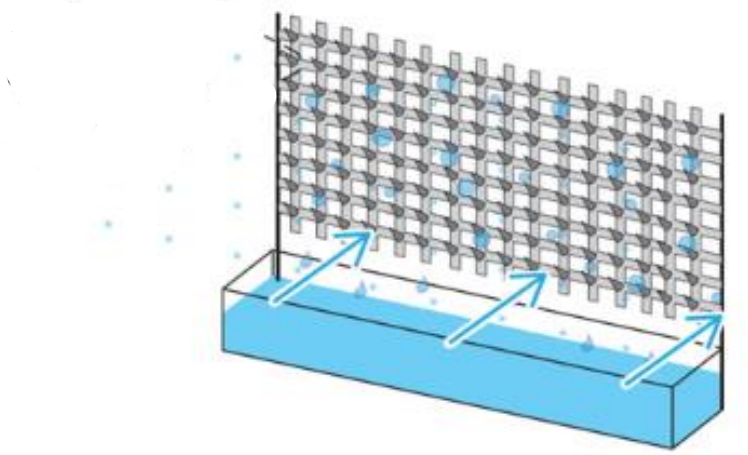
L'air est une source potentielle d'eau. En effet, le brouillard est une masse de gouttelettes d'eau de la taille d'un micromètre qui se forme lorsque l'air est saturé en vapeur d'eau. Le brouillard, la brume, la rosée sont donc des sources vitales en eau, en particulier dans les zones arides qui reçoivent peu de précipitations, que nous choisissons d'exploiter pour soulager les demandes en eau.

Ce récupérateur d'eau fonctionne par biomimétisme en s'inspirant du modèle de fonctionnement des cactus. Cette espèce de plante a la particularité de collecter de l'eau grâce à ses épines. Lorsque la rosée, la brume ou même de légères pluies se produisent, les épines agissent comme de minuscules gouttières, canalisant l'eau vers la tige du cactus. De plus, les épines sont couvertes d'une fine couche de cire, ce qui permet de réduire encore davantage l'évaporation de l'eau collectée. Cette stratégie ingénieuse permet aux cactus de maximiser l'utilisation de chaque goutte d'eau qu'ils reçoivent, conservant ainsi leur hydratation pendant de longues périodes de sécheresse. Une fois que les cactus ont collecté de l'eau, ils la stockent dans leurs tissus pour une utilisation future. Cette réserve d'eau leur permet de survivre pendant de longues périodes de sécheresse, parfois même des mois, jusqu'à ce que des conditions plus favorables reviennent.

Opuntia microdasys (cactus)



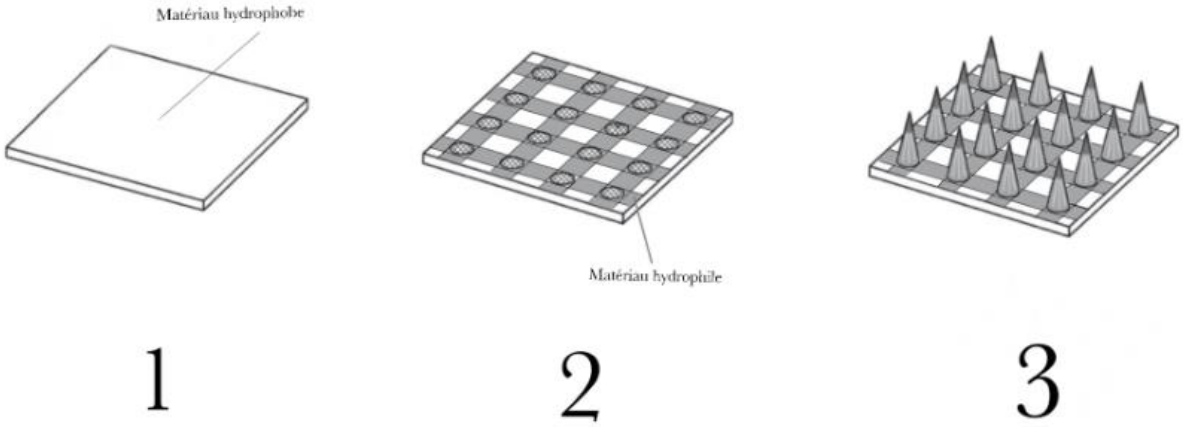
Le fonctionnement de Water Spike est sensiblement le même que pour un cactus. Dans un milieu humide (ici le brouillard), les gouttes d'eau contenues dans celui-ci s'accumulent à la pointe de l'épine artificielle par condensation. Lorsque celle-ci a atteint un poids suffisant, la gravité ainsi que la pression de Laplace attirent la goutte vers le bas. Enfin, la goutte est guidée par le cadrillage hydrophile dans un collecteur situé en bas du dispositif. Ce matériau hydrophile permet de limiter les frottements entre la goutte et la paroi, et évite donc l'évaporation de celle-ci lors de la descente.

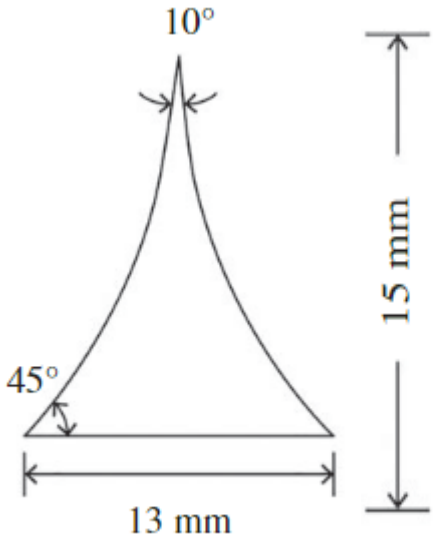


B- La fabrication

Water Spike est facilement adaptable en termes de dimensions et nécessite peu de matériel à la fabrication.

Par exemple, pour la fabrication d'une plaque de collecteur simple, le processus se fait en 3 temps avec une simple imprimante 3D. Dans un premier temps, l'imprimante fabrique une plaque composée d'un matériau hydrophobe, qui a des propriétés répulsives envers l'eau (ici de l'acrylique). Dans un second temps, l'imprimante vient imprimer un cadrillage dans un matériau hydrophile, qui attire l'eau (ici du nylon). Enfin, l'imprimante imprime des cônes (voir dimensions) non-linéaires, pour maximiser la récolte d'eau.





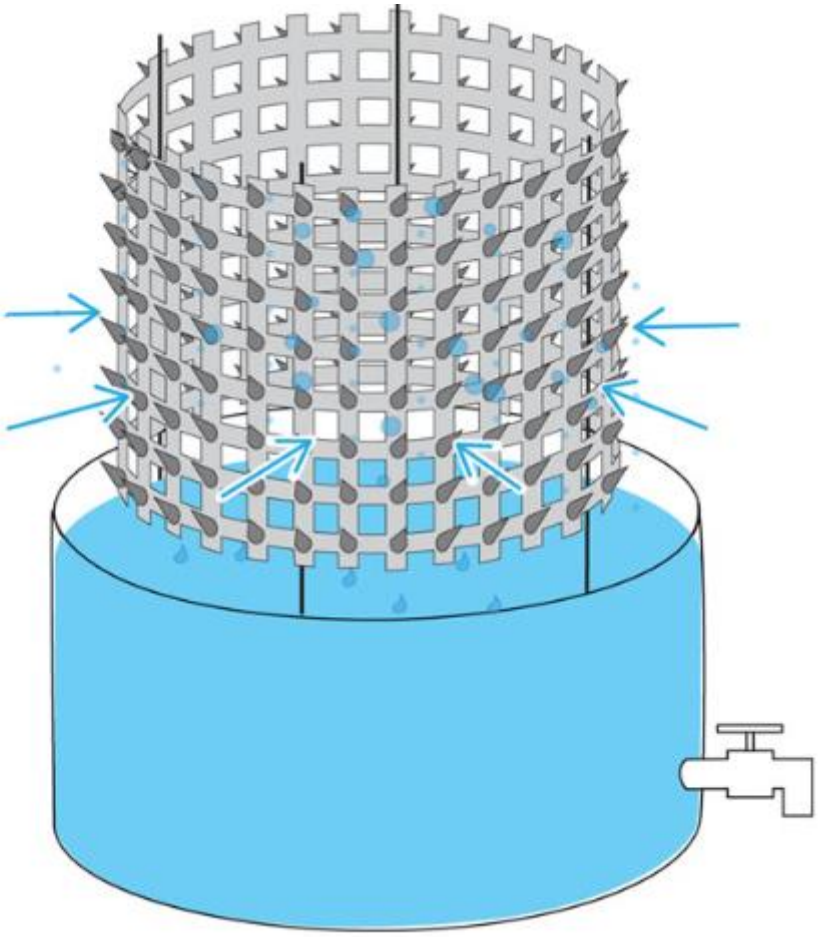
Ces plaques assemblées entre elles forment un dispositif de collecte d'eau allant du m2 à plusieurs centaines de m2.

C-Dispositif mis en place

Water Spike est donc une technologie très modulable, pouvant servir à petite moyenne et grande échelle. En effet, le fait que ce dispositif soit imprimable an 3D rend sa fabrication facile et son dimensionnement plus aisé. Water Spike s'assemble donc à la manière d'un puzzle mais toujours avec la même pièce !

Le modèle de base de Water Spike est une tour, avec des dimensions variables pour s'adapter aux différents besoins des différentes régions du monde.

Par exemple, pour les villes, Water Spike se décline sous la forme de grandes tours semblables à des châteaux d'eau ou à des tours collectrices d'eau :



Ce dispositif est donc adapté pour de grands besoins en eau.

En outre, Water Spike est aussi modulable pour des besoins en eau à plus petite échelles. Dans ce cas, Water Spike aura des dimensions similaires à un collecteur d'eau de pluie classique.

III- Faisabilité technico-commerciale

A-Pour qui ?

Les grandes tours de collecte d'eau et les collecteurs portatives de collecte d'eau présentent un intérêt commercial. De grandes tours de collecte d'eau peuvent être utilisées pour approvisionner un quartier entier en eau. Des unités portatives peuvent être utilisées pour approvisionner une maison, un campeur, un jardin, alimenter des bêtes, irriguer des cultures. Ces unités peuvent aussi servir dans des zones difficiles d'accès (zones sinistrées, zones de guerre…)

Grâce à son aspect modulable, les applications sont multiples !

B- Production d'eau

D'après les projections, ce système pourrait produire 15 mg.mm-2.j-1 pour une humidité similaire à celle que l'on peut trouver un France par un jour classique d'automne printemps (65%).

Cas château d'eau en forme de cylindre classique de 1.5m de rayon et de 21m de hauteur :

On aurait une surface d'épine de 200m2. Alors, on aurait une collecte de 300 L par jour ! Cela correspond aux besoins de 11 familles de 4 personnes ! (En supposant la consommation à 50L par jour et par personne).

C-Coût

Les coûts d'exploitation et de maintenance doivent être réduits au minimum pour une utilisation sur le terrain, en particulier pour les applications destinées aux consommateurs. À titre de référence, le coût de l'eau embouteillée peut varier de 0,20 euros à 1,50 euros le litre par pays. Un litre d'eau dessalée coûte environ 1 centime. La cible est donc d'avoir un coût inférieur à 2 centimes. Étant donné que le coût de fabrication d'une tour de collecte d'eau est négligeable et que seuls les coûts d'entretien existent, le coût cible est réalisable.

Il convient de noter que la sensibilité aux coûts dépend de la demande. Pour les demandes d'urgence et de défense, le coût n'est pas un problème. Le coût de l'eau potable dans les bases d'opérations avancées (BOA) dans une zone de combat comme en Afghanistan peut atteindre 90 euros le litre en raison des dangers posés par le transport.

D- Comparaison avec d'autres moyens de production

Aujourd'hui, les principaux moyens de production en eau sont : le dessalement d'eau de mer, le captage (embouteillage), la récolte d'eau de pluie.

D'un point de vue commercial, nous avons vu plus haut que le coût optimal de Water Spike doit être inférieur à 2 centimes le litre d'eau récolté pour être intéressant.

D'un point de vue technique, contrairement au dessalement, ces systèmes peuvent être exploités à l'intérieur des terres. Les coûts de fabrication et d'entretien ainsi que la consommation d'énergie seront un facteur important pour la viabilité économique et technique de Water Spike face à ce genre d'usines. De plus, Water Spike permet de collecter de l'eau en permanence, ce qui en fait donc un meilleur producteur d'eau que les récupérateurs d'eau de pluie. Enfin, son design biomimétique de cactus à épine empêche les insectes et les oiseaux de venir capter l'eau à même Water Spike.

IV- Conclusion

C'est dans ce contexte critique que notre projet de collecteur d'eau de l'air ambiant par condensation revêt une importance capitale. En tirant parti des technologies biomimétiques d'extraction d'eau à partir de l'humidité atmosphérique, nous visons à contribuer à la résolution de la crise mondiale de l'eau en fournissant une source d'eau alternative durable et accessible.

Water Spike présente aussi des atouts techniques et commerciaux qui en font une solution idéale pour collecter de l'eau en permanence ! Son aspect modulable rend son utilisation variée pour différent types de besoins.