

POUR CAPTURER ET AIGUILLER L'EAU, LA NATURE A SES SECRETS

Publié le 3 juin 2021

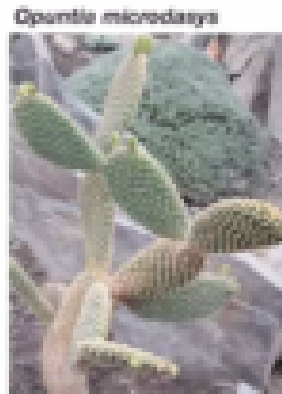


par Laetitia Theunis

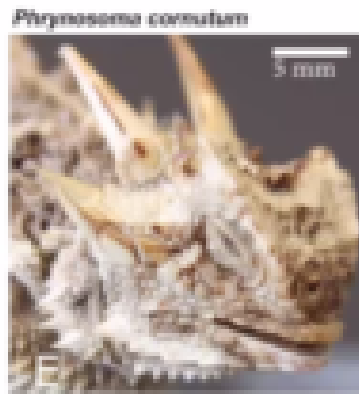
Lors de votre prochaine balade en forêt, ouvrez grand les yeux. Et observez les ramifications à l'extrémité des plus fines branches des feuillus et des épinés de résineux. S'il a plu précédemment, ou s'il y a eu du brouillard, des gouttes y seront suspendues. Nicolas Vandewalle, professeur ordinaire en physique à l'ULiège, mène des recherches autour de cette thématique, alliant physique microfluidique et biomimétisme. Avec comme objectif, le développement de nouvelles technologies passives de capture d'eau afin d'alimenter des populations vivant dans des régions reculées. Ses travaux ont été mis à l'honneur dernièrement lors d'[un séminaire virtuel](#) organisé par [Liège Créative](#).

Copier la nature

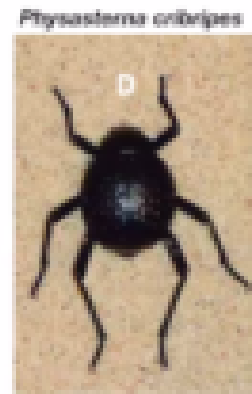
Si des êtres, animaux (lézards, coléoptères namibiens) et végétaux (cactus), parviennent à vivre en milieu aride, c'est notamment grâce au développement d'ingénieuses stratégies de collecte d'eau. Elles se caractérisent par la présence externe d'épines et de surfaces rugueuses.



Opuntia microdasys
J. Ju et al.,
Nature Comm. (2012)



Phrynosoma cornutum
Ph. Comans et al.,
Belstein J. Nanotechnol. (2011)



Physosistema cribripes
Th. Norgaard, M. Dacke,
Frontiers in Zoology (2010)

Organismes des milieux arides - extrait de la présentation du Pr Vandewalle
S'inspirant de cette adaptation, des filets à nuages ont été installés dans des zones où le pompage d'eau est ardu. Comme dans certaines zones du Népal, du Chili, du Maroc. « Ces systèmes passifs de collecte d'eau ne consomment aucune énergie. Ils profitent simplement du passage du brouillard matinal, lequel est constitué de toutes fines gouttelettes de liquide. Actuellement, ils récupèrent jusqu'à un litre d'eau par mètre carré et par jour. Notre objectif est d'optimiser ce procédé afin de collecter davantage d'eau en s'inspirant de la nature », explique le directeur du [GRASP](#) (Group of Research and Applications in Statistical Physics) à l'ULiège.



Filets à nuages : **système passif** de captation de l'eau contenue dans le brouillard

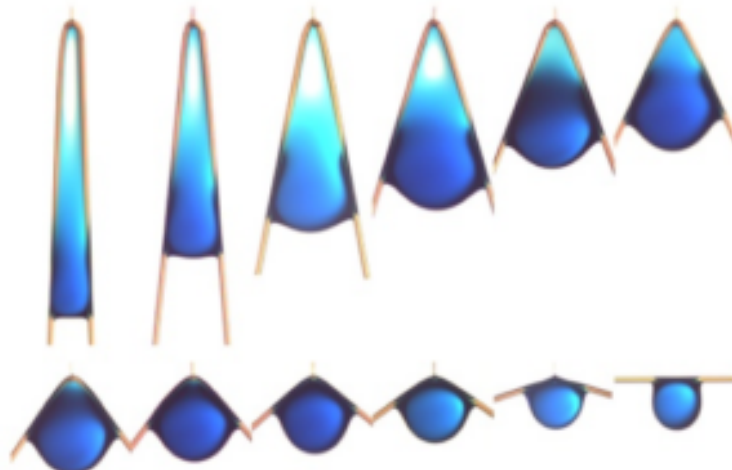
Filets à nuages - extrait de la présentation du Pr Vandewalle

Cette optimisation biomimétique est le point central d'un [projet WISD-FNRS](#), axé sur le développement durable, démarré en 2017 et mené entre l'Université de Liège, avec le Professeur Nicolas Vandewalle, et l'Université Libre de Bruxelles, avec le Professeur Denis Terwagne.

De l'importance de l'angle

Revenons aux gouttes emprisonnées aux extrémités des branches. Une goutte ne peut tenir en équilibre sur une fibre cylindrique que si son poids (dirigé vers le bas) est tiré vers le haut. Ce rôle est joué par la tension superficielle. Celle-ci entre en compétition avec la gravité. « Le volume maximal de liquide pouvant être contenu sur une structure dépend de cet équilibre », poursuit-il.

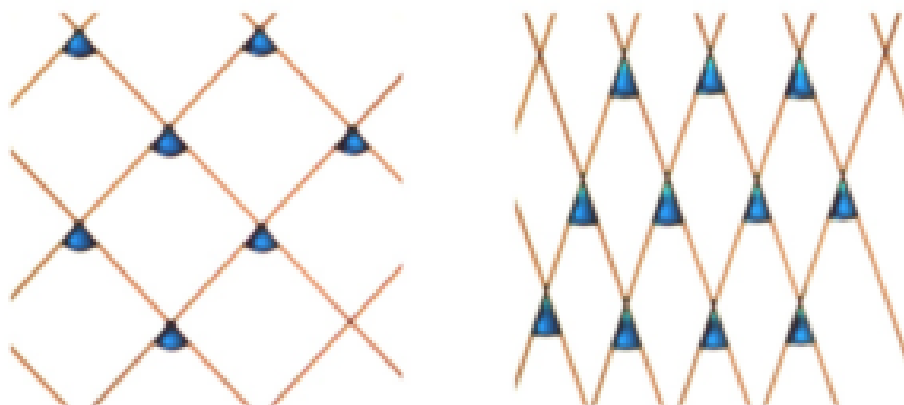
Au laboratoire du GRASP, [des ramifications d'arbres de différents angles, allant de 0 à 90°, ont été reconstruites](#). « La forme et le volume de la gouttelette emprisonnée par la ramification changent en fonction de l'angle. L'angle optimal est aux environs de 21°. »



Essais de différents angles - extrait de la présentation du Pr Vandewalle

Le choix de l'angle est dès lors primordial pour maximiser la quantité d'eau emprisonnée. « Choisir des angles optimaux pour les mailles permet de tripler le volume d'eau capturé par le filet à nuages. »

Concrètement on peut multiplier par 3 le volume formé ! > prototypes



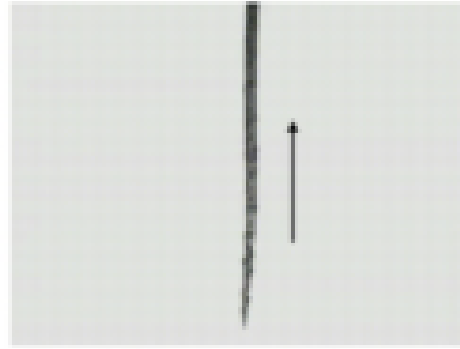
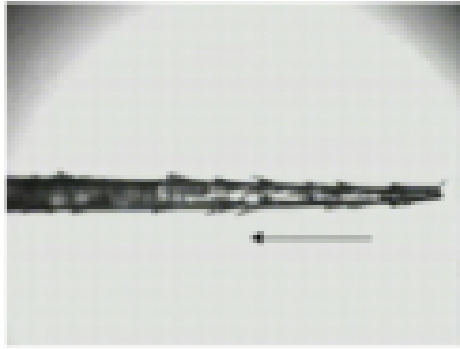
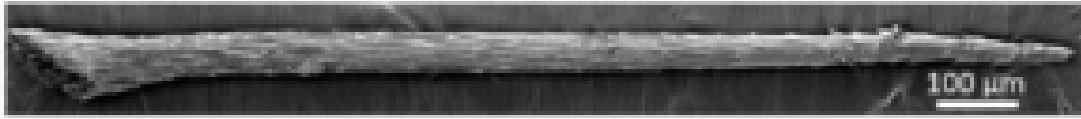
L'angle optimal permet de tripler la quantité d'eau capturée - extrait de la présentation du Pr Vandewalle

Pour capter encore plus d'eau, ne pourrait-on pas diminuer la taille des mailles ? C'est une fausse bonne idée. « En effet, si les mailles du filet sont trop petites, les gouttes les recouvrent entièrement, bouchant de la sorte le filet à nuages. Et rendant impossible la capture d'autres gouttelettes en suspension dans l'air. Car, au lieu de circuler à travers le filet, l'air va se mettre à circuler autour de lui. »

Déplacer du liquide sans consommer d'énergie

Sous l'objectif du microscope, une aiguille de cactus. La technique révèle une structure effilée, striée de sillons sur la longueur, avec des petites barbes à l'extrémité. Placées dans une chambre à brouillard (où l'air est saturé d'humidité), construite à l'ULB, ces petites barbes jouent le rôle de centres de nucléation : elles favorisent l'apparition d'une gouttelette le long de l'épine.

Épine de cactus : *Opuntia microdasys*



J.Ju et al., *Nature Comm.* (2012)

A l'extrémité des épines de cactus, les petites barbes servent de centres de nucléation. Ensuite, la goutte formée remonte vers la plante, dans le sens de la flèche - extrait de la présentation du Pr Vandewalle

Une fois la grosse goutte formée, elle se déplace par elle-même en direction de la plante. Et ce, même lorsque l'épine est dirigée vers le bas : la goutte remonte alors le long de l'aiguille, vers la plante, contre la gravité. Et sans consommer aucune énergie.

Comment expliquer ce mouvement interpellant ? Par la seule forme géométrique des épines. « La goutte formée s'empale pour ainsi dire sur l'épine. La forme de celle-ci est particulière : son rayon augmente vers la plante et est donc minimal à l'extrémité externe du cône. Dès lors, la tension superficielle, soit la force qui retient la gouttelette sur la structure, est différente en chaque point de l'épine. La force dirigée vers la plante étant la plus forte, elle tire la goutte vers la plante. C'est ainsi que se déroule le transport capillaire », explique Pr Vandewalle.

Au laboratoire, son équipe a synthétisé des copies d'aiguilles de cactus par impression 3D. « En mesurant la position de la goutte en fonction du temps, on a mis en évidence que sa vitesse diminue au fil du temps, et que cela dépend de l'angle d'ouverture des aiguilles. Mais aussi du volume de la goutte. »

A l'avenir, le physicien biomiméticien souhaite expérimenter des filets à nuages couverts d'épines et constitués de mailles de différentes tailles. Et ce, afin de contrôler la trajectoire des gouttelettes, celles-ci étant attirées par les diamètres plus importants. Et donc, d'amener l'eau là où l'on veut.