



Le distille est sans aucun doute l'invention technique la plus originale de Frank Herbert. Porté et fabriqué par les Fremen, c'est à la fois un vêtement et un système de recyclage sophistiqué, indispensable à la survie d'un humain sur la chaude et désertique planète Arrakis. Le distille recouvre la totalité du corps, à l'exception d'une partie du visage, et fonctionne grâce à l'énergie corporelle de son porteur. Il permet de récupérer et de traiter l'humidité de l'haleine, de la transpiration, de l'urine et des excréments pour en recycler l'eau, qui sera stockée dans des poches où des tubes permettent au porteur du distille de s'abreuver. Selon Liet-Kynes, un distille en bon état et bien ajusté permet de ne pas « perdre plus d'un dé à coudre d'humidité par jour, même si vous venez à vous perdre dans le Grand Erg » [ndlr: les citations sont extraites du roman *Dune*]. Revêtir un distille demande une grande dextérité et lorsque Paul Atréides le fait de façon naturelle dès son arrivée sur Arrakis, le Planétologiste Impérial y verra un des signes de la prophétie de Muad'Dib: « Il connaîtra nos usages comme s'il était né avec eux. » En faisant jouer un rôle essentiel au distille, Frank Herbert a bien compris et intégré les enjeux de l'eau sur Arrakis, bien sûr, mais aussi sur notre planète.

L'EAU, UN FLUIDE VITAL

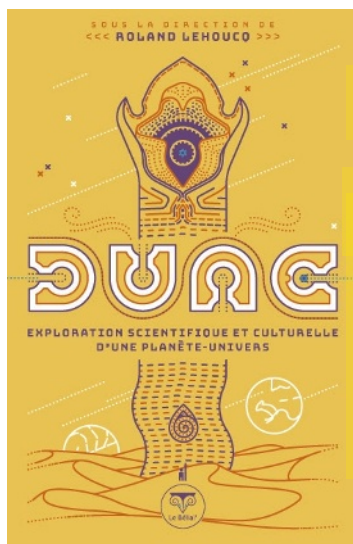
Constituant biologique fondamental, l'eau liquide est essentielle à tous les organismes vivants connus. Sur Terre, l'eau est présente sous ses trois états, solide, liquide et gazeux, et couvre 70% de sa surface. La très grande majorité de cette eau (97,2%) est maritime ou océanique et a été salée au fil du temps par la lente érosion continentale. L'eau douce est bien plus rare et résulte de la « distillation » solaire de l'eau océanique, qui s'évapore avant de retomber

pour partie sur les continents. L'eau douce ne représente que 2,8% de l'eau terrestre et se répartit de la façon suivante: 68,7% se trouvent dans les glaciers; 30,1% dans les nappes phréatiques; 0,8% dans le permafrost; 0,4% en surface et dans l'atmosphère. Au final, moins de 1% de l'eau est à la fois douce et liquide (le lac Baïkal, en Russie, est, avec ses 23 000 milliards de mètres cubes d'eau, le plus grand réservoir d'eau douce liquide de la surface de la planète). Un humain ne pouvant survivre plus de trois jours sans eau potable, l'accès à cette ressource relativement rare est un enjeu vital.

L'eau douce se répartit très inégalement, et neuf pays – le Brésil, la Colombie, la Russie, l'Inde, le Canada, les États-Unis, l'Indonésie, le Congo et la Chine – concentrent 60% du débit annuel mondial. Compte tenu de son caractère vital, de son importance économique (agriculture, industrie...) et de son inégale répartition sur Terre, l'eau douce est donc une ressource naturelle dont la gestion constitue l'objet de forts enjeux. Ainsi, risques climatiques et catastrophes naturelles peuvent être à l'origine d'une raréfaction ou d'une pollution de l'eau douce. Les activités humaines – rejets domestiques, agricoles ou industriels, détournement de cours d'eau, etc. – ont elles aussi des conséquences sur l'accès et la qualité des ressources en eau. Avec l'augmentation de la population mondiale, l'accès à l'eau est et restera durablement un enjeu stratégique majeur, et pourrait devenir la cause de guerres futures.

On comprend que sur la planète Arrakis l'eau ait une importance au moins égale à l'épice dans la galaxie [ndlr: l'« épice », substance imaginaire aux pouvoirs extraordinaires, ne pousse que sur Arrakis, d'où l'enjeu politique et économique qu'elle représente dans la saga *Dune*].

En aidant le duc Léo Atréides à ajuster son distille, Kynes décrit ainsi sa structure et son



LE REGARD DES SCIENTIFIQUES SUR UNE ŒUVRE INCONTOURNABLE

La saga de science-fiction *Dune*, parue en 1965, s'étend sur plusieurs volumes et est d'une richesse rarement égalée. Cette « planète-univers » est dotée d'une histoire qui court sur des millénaires et implique des protagonistes de tous les coins de la galaxie. Frank Herbert, l'auteur, a également pris soin de créer un monde où la science, la technologie et la culture sont parfaitement intégrées à l'intrigue et contribuent à rendre ce monde d'autant plus crédible. Il n'est pas surprenant que des scientifiques se penchent sur cette œuvre de référence de la science-fiction. Dans l'ouvrage *Dune – exploration scientifique et culturelle d'une planète-univers*, Roland Lehoucq, Jean-Sébastien Steyer, Fabrice Chemla, Carrie Lynn Evans, Frédéric Landragin et d'autres éclairent de nos connaissances actuelles des sujets aussi variés que la technologie du « distille », les voyages à travers l'espace-temps, l'écosystème des vers géants, la chimie de l'« épice », la place des femmes ou encore la linguistique à partir de la langue des Fremen, les habitants de Dune.

Dune – exploration scientifique et culturelle d'une planète-univers
Le Béal, 400 pages, 2020

fonctionnement: «À la base, c'est un micro-sandwich: un filtre à haute efficacité doublé d'un système d'échange de chaleur. [...] La couche au contact de la peau est poreuse, perméable à la transpiration qui rafraîchit le corps... c'est le processus normal, ou presque, de l'évaporation. Les deux autres couches comprennent [...] des filaments d'échange calorique et des précipitateurs de sel. Le sel est récupéré. [...] Les mouvements du corps, et surtout la respiration, ainsi qu'un certain effet osmotique suffisent à fournir l'énergie nécessaire au pompage. [...] L'eau recyclée circule et aboutit dans des poches de récupération d'où vous l'aspirez grâce à ce tube fixé près de votre cou. [...] L'urine et les matières fécales sont traitées dans le revêtement des cuisses.»

Le nom de cette tenue évoque bien sûr la distillation, procédé attesté depuis le 1^{er} siècle de notre ère et faisant partie des techniques inventées par les alchimistes, encore en usage en chimie moderne (alliage, calcination, sublimation et distillation). La distillation permet de séparer un mélange homogène de liquides dont les températures d'ébullition sont différentes. En chauffant le mélange et/ou en diminuant la pression qui le surplombe, les liquides qu'il contient se vaporisent successivement en commençant par le plus volatil. La vapeur obtenue est condensée par refroidissement sur les parois rafraîchies d'un tube de captage au bout duquel s'écoule le distillat. Ainsi, la préparation d'une eau-de-vie passe par la distillation du résultat de la fermentation des fruits par des levures afin d'en extraire l'alcool. Cela semble tout à fait opportun de nommer «distille» (*stillsuit* en anglais) une tenue qui semble capable de purifier l'eau évacuée par le corps en lui ôtant les sels et autres impuretés qu'elle contient.

Comme l'eau douce risque de devenir une denrée rare sur Terre et qu'elle est très coûteuse à embarquer à bord des stations orbitales ou des futures missions humaines vers Mars, il ne fait aucun doute qu'un tel système de recyclage individuel pourrait s'avérer fort utile. Mais cela fonctionnerait-il comme nous l'indique Kynes?

L'EAU CORPORELLE

Notre corps contient 65% d'eau dont la plus grande part siège à l'intérieur des cellules. Nous perdons en moyenne 2,5 litres par jour sauf bien sûr en cas d'effort physique intense ou de conditions météorologiques extrêmes: 1,5 litre d'eau est évacué sous forme d'urine, 0,5 litre est transpiré en sueur, 0,3 litre s'échappe sous forme de vapeur d'eau dans la respiration et 0,2 litre se retrouve dans les selles. L'eau ainsi perdue est récupérée par l'alimentation (1 litre) et par les boissons (1,5 litre). L'eau douce est absolument indispensable à notre survie car sans aucun apport, rappelons-le, nous ne pouvons vivre plus de trois jours. >

VIVRE SANS EAU, EST-CE POSSIBLE ?

Sur Arrakis, la survie de chacun dépend de l'eau, un bien précieux extrêmement rare sur cette planète désertique. Mais une espèce imaginée par Frank Herbert déroge à la règle, le Shai-hulud (ou ver des sables) pour lequel l'eau est un poison mortel. La fiction est néanmoins rattrapée par la réalité. Sur Terre, il existe des extrémophiles capables de se passer d'eau. Par quels mécanismes parviennent-ils à survivre dans ces conditions ?

L'eau couvre 70 % de la surface de notre planète, et dans sa forme liquide, elle joue un rôle crucial chez les êtres vivants : ce solvant assure le transfert de matière et d'énergie à l'intérieur même des cellules et entre elles. Ainsi, le corps humain est constitué de 65 % d'eau, mais cette fraction s'élève jusqu'à 98 % chez les méduses ! Bien que l'eau semble indispensable, de nombreuses formes de vie sont capables de s'en passer au moins pendant un temps : c'est le cas des espèces dites « anhydrobiotiques » comme les levures, les plantes à fleurs avec leurs graines, les bactéries, les champignons avec leurs spores, et bien d'autres. Les artémies, de petits crustacés, sont capables de résister à la dessiccation pendant quinze ans sous la forme de cystes (ou kystes).

Concernant l'hygrométrie, le record sur Terre est, comme sur Arrakis, détenu par un ver : le nématode *Tylenchus* peut rester trente-neuf ans sans eau et sans aucun dommage pour l'organisme. En général, ces vers se plissent, s'enroulent sur eux-mêmes et

s'agglutinent tandis que leurs fonctions vitales ralentissent, voire s'arrêtent. Leurs tissus se déshydratent et l'eau intracellulaire est remplacée par des protéines spécifiques (protéines de choc thermique) et du tréhalose, un sucre non réducteur très visqueux qui permet de conserver un volume intracellulaire minimum tout en limitant les agrégats de biomolécules.

Le tréhalose est aussi à l'œuvre chez les artémies, mais semble absent chez les tardigrades, qui peuvent rester plusieurs décennies dans un état de dessiccation quasi totale après avoir perdu 97 % de leur eau. Ces animaux microscopiques sont par ailleurs capables de résister à des températures et des pressions extrêmes, à une forte salinité, au vide spatial et à une radioactivité hors norme. En 2017, Thomas Boothby, de l'université de Caroline du Nord, aux États-Unis, et ses collègues ont montré qu'en cas de sécheresse, les tardigrades produisent des protéines intrinsèquement désordonnées, qui forment une matrice vitrifiée protégeant les cellules. Les Shai-huluds ont-ils développé une stratégie similaire ? Quoi qu'il en soit, ces extrémophiles, réels ou fictifs, suggèrent que l'eau n'est peut-être pas obligatoire pour imaginer d'autres formes de vie ailleurs dans l'Univers.

T. C. Boothby *et al.*, *Molecular Cell*, vol. 65, pp. 975-984, 2017;
M. Watanabe, *Applied Entomol. Zool.*, vol. 41(1), pp. 15-31, 2006.



LES TARDIGRADES

On les surnomme parfois « oursins d'eau ». Pourtant, ces animaux peuvent vivre sans eau pendant de longues périodes, au moins cinq ans pour la plupart des espèces. Ils se mettent alors dans un état dit « de cryptobiose », où leur métabolisme est presque à l'arrêt.