

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Première stratégie : puiser l'eau du sol grâce à des systèmes racinaires étendus. « Certaines plantes, comme l'acacia ou le tamaris en Afrique, développent des racines qui plongent jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur », explique le botaniste. D'autres, comme les cactus, étalent leurs racines tout près de la surface du sol, pour exploiter la moindre goutte de pluie ou de rosée. Nombreuses, par ailleurs, sont les plantes qui arborent des piquants ou revêtent leurs feuilles de duvet : autant de pièges à rosée, de freins à l'évaporation.

Economiser l'eau. Pour ce faire, les plantes déploient un éventail de formes. « Il y a celles qui limitent leurs surfaces d'évaporation en produisant de toutes petites feuilles, souvent coriaces et couvertes de cires ou de cuticules épaisses, explique Denis Larpin. Certaines espèces sont même totalement dépourvues de feuilles, comme les cactus d'Amérique. » Tiges et rameaux prennent alors le relais des feuilles pour faire la photosynthèse.

D'autres espèces réduisent leur surface d'évaporation en adoptant une forme sphérique. Et d'autres, comme les agaves ou l'aloë vera, pourtant non apparentées, forment de grandes feuilles cirieuses, disposées en rosette. « Un bel exemple de convergence évolutive », dit Denis Larpin. Cette architecture aide ces plantes à collecter les gouttelettes d'eau du brouillard ou des pluies légères. Glissant sur la surface lisse des feuilles, cette eau est canalisée vers le centre de l'entonnoir jusqu'aux racines.

« Une photosynthèse en deux temps »

Plus loin, c'est un stupéfiant stratagème qui nous est révélé. « Une photosynthèse en deux temps », précise Denis Larpin. Explications. En milieu tempéré, la photosynthèse a lieu en plein jour, car la plante a besoin de l'énergie du soleil pour fabriquer ses sucres. Elle ouvre alors grand les pores minuscules (stomates) qui parsèment ses feuilles pour absorber le gaz carbonique (CO₂) de l'air. Et produit ses sucres dans la foulée.

Mais, en milieu aride, ces deux étapes sont souvent découplées. Le jour, quand il fait trop chaud et sec, les plantes gardent soigneusement leurs stomates fermés. Et ne les ouvrent que durant la nuit pour capter le CO₂, qu'elles stockent temporairement, sous forme de malate, dans des vacuoles de leurs cellules. Le lendemain, quand il fait jour, elles consomment ce CO₂, pour faire leur photosynthèse. Une stratégie répandue chez les agaves, les euphorbes, les crassulacées, les cactus... Soit autant de plantes succulentes, qui tirent leur nom des sucres (la sève) qu'elles stockent en quantité dans leurs feuilles, leurs tiges ou leurs racines.

Constituer des réserves d'eau : la méthode conduit à des architectures spectaculaires. Feuilles, tiges, tronc ou racines – tout est bon pour héberger ces réserves quand les cellules végétales, après de rares pluies, se gorgent d'eau. Agaves, yuccas nord-américains, gasterias sud-africaines... Toutes constituent ainsi leur stock. Les plantes à caudex, elles, ont un tronc-bouteille, avec une base renflée, gorgée de suc. Le baobab fait figure d'emblème, mais il en existe beaucoup d'autres, telle la plante tortue (*Dioscorea elephantipes*), dont la base mime à merveille la carapace de ce reptile.

La palme revient pourtant aux cactus. Cierges, candélabres, boules ou raquettes... Avec leur profusion de formes, si familières aux amateurs de westerns, ils comptent plus de 2000 espèces, toutes originaires d'Amérique. « Ils constituent le groupe le plus évolué, le plus diversifié et le plus efficace pour affronter la sécheresse », relève Denis Larpin. Toute la plante sert de réservoir d'eau, certains pouvant en emmagasiner plusieurs tonnes.

Autre voie, échapper à la sécheresse. Certaines plantes recherchent l'ombre, les fossés, les fissures... D'autres forment des coussinets compacts, repartis aux vents desséchants, tel le chou-fleur de Bou Hamama, au Sahara.

Mais voici les végétaux parmi les plus bizarres des déserts : les plantes-cailloux, comme les lithops. Des championnes du camouflage, tant elles se confondent avec des pierres, mais bien vivantes et vertes – une défense contre les herbivores. Prenons les *Fenestraria*, originaires de Namibie et d'Afrique du Sud. La plante pousse semi-enterrée dans le sable. Seules émergent les extrémités de ses feuilles, qui miment de gros cailloux. Merveille de la nature, leurs fenêtres translucides laissent passer les rayons du soleil, qui sont canalisés à travers la feuille jusqu'à des cellules enfouies sous terre, chargées de la photosynthèse. Résultat, celle-ci a lieu à l'abri des chaleurs torrides du dehors (jusqu'à 60 °C), à une température proche de 30 °C.

Et puis, il y a toutes ces espèces de petite taille qui « fuient » les saisons torrides et arides. Comment ? En adoptant un cycle de vie accéléré. « Certaines plantes subsistent des mois, voire des années, sous forme de graines enfouies. Dormantes, mais bien vivantes », raconte Denis Larpin. Telles les éphémères du désert, dont le liseron



Un harfang des neiges dans le parc national de Šumava (République tchèque), en février 2019. HEMIS.FR

Survivre dans le désert grâce aux ruses de l'évolution

du Sahara. Et si leur attente n'est pas vaine, comme dans *Le Désert des Tartares*, de Dino Buzzati (1940), elles sont « réveillées » par de fugaces pluies. C'est alors qu'elles « germent, poussent, fleurissent, fructifient et produisent leurs graines en l'espace de quelques semaines, quelques jours parfois », résume l'expert. Tapissant le désert de leurs graciles corolles, certaines forment alors de splendides efflorescences (*blooms*), petits miracles aussi chatoyants qu'évanescents.

Rat-kangourou et « diable cornu »

Presque tous ces végétaux, en parallèle, ont dû « apprendre » à résister au stress hydrique. En particulier les arbres des zones arides. Le défi est d'« éviter l'embolie gazeuse », affirme Sylvain Delzon, de l'Inrae et de l'université de Bordeaux. Une sécheresse grave ou prolongée, en effet, risque d'entraîner une rupture de la colonne d'eau, qui, en temps normal, est « aspirée » depuis le sol par les feuilles qui transpirent. Or, si la tension est trop importante, des bulles d'air peuvent pénétrer dans les conduits où circule la sève. Et si ces bulles se propagent dans le réseau, à travers de petits pores, c'est la catastrophe : les

feuilles sont privées de sève, la plante ne peut plus transpirer et risque de mourir.

« Les plantes des milieux arides ont développé une protection, explique Sylvain Delzon. Leurs conduits portent de toutes petites membranes qui, lorsqu'une bulle d'air se forme, viennent fermer ces pores. » Le champion du monde, ici, est le cyprès australien (*Callitris tuberculata*).

Qu'en est-il des animaux qui peuplent les zones arides ? Eux aussi captivent et intriguent.

Eux aussi doivent gérer la pénurie de l'eau. Leur première source d'eau vient... de la nourriture. « Je n'ai jamais vu une fourmi boire dans le désert », s'amuse Xim Cerda, de la station biologique de Doñana, dans le sud de l'Espagne. En revanche, les plantes, les graines, la viande même offrent de l'eau.

Autre solution, creuser. « A 30 centimètres, il y a toujours un peu d'eau, en tout cas de l'humidité », dit Anthony Herrel, directeur de recherche au MNHN. C'est moins pour éviter la chaleur, de fait, que pour profiter de l'humidité que les tortues du désert californien s'enfoncent sous terre.

Dans la Vallée de la Mort, aux Etats-Unis, les rats-kangourous opèrent un mélange des deux : ils profitent de l'atmosphère de leur terrier pour réhumidifier les graines qu'ils accumulent, avant de les consommer. Les dromadaires, eux, adoptent une autre stratégie : puiser dans leur réserve de gras métabolique, autrement dit leur bosse.

Enfin, et c'est le plus spectaculaire, nombre d'espèces ont développé des moyens ingénieux de profiter de la moindre goutte. Dans le désert du Namib, en Afrique australe, il ne pleut presque jamais. En revanche, le courant océanique de Benguela apporte chaque matin un léger brouillard. C'est l'heure où le ténébrion (*Onymacris*) dresse ses pattes arrière dos au vent. Des gouttelettes s'accumulent sur la carapace du coléoptère, grossissent, jusqu'à couler dans des sillons qui conduisent à sa bouche.

Le moloch ou « diable cornu », un petit lézard hérissé de piquants, ne peut aspirer l'eau des maigres flaques du désert australien. Dès lors, comment boire ? En 2016, une équipe allemande a percé le mystère : il joue les éponges. En effet, il plonge les pattes dans l'eau et laisse le liquide monter, par capillarité, jusqu'à sa bouche. Quant au crotale des prairies de l'Ouest américain, un article, publié en novembre 2024 dans *Current Biology*, a révélé que, lors de rares ondées, il s'enroule sur lui-même et inverse sa courbure pour recueillir, puis boire l'eau.

« CERTAINES PLANTES
SUBSISTENT DES MOIS, VOIRE
DES ANNÉES, SOUS FORME
DE GRAINES ENFOUIES,
DORMANTES,
MAIS BIEN VIVANTES »

DENIS LARPIN
MUSEUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE



« LES ANIMAUX DE CES ZONES, QUI VIVENT À LEUR LIMITE PHYSIOLOGIQUE, SONT LES PLUS EXPOSÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE »

ANTHONY HERREL
DIRECTEUR DE RECHERCHE AU MNHN

Plusieurs espèces d'amphibiens, de leur côté, stockent l'eau dans leur vessie avant l'estivation. Pendant l'été, ils cessent toute absorption d'eau ou de nourriture, abaissent leur métabolisme, évitent toute production de déchets. Et « se réveillent » en pleine forme, la saison fraîche venue.

Face aux chaleurs torrides, deux solutions s'imposent aux animaux : s'évader ou résister. Les petites bêtes se cachent de la chaleur en s'enfouissant. Dans les déserts de sable, c'est la stratégie choisie par la plupart des insectes, des amphibiens et des reptiles. Ils évitent ainsi le soleil et la chaleur extrême, qui chute de 5 °C en autant de centimètres.

Le crapaud pied-en-bêche va beaucoup plus loin : comme son nom l'indique, il use de ses pattes pour creuser jusqu'à 50 centimètres sous terre. Où il passe de dix à onze mois de l'année, totalement inactif. « A la moindre pluie, ils sortent par centaines, en quête de flaques pour pondre. C'est spectaculaire », raconte Anthony Herrel, qui les a observés il y a vingt-cinq ans dans le désert de l'Arizona et n'a « jamais oublié ce spectacle ».

Boa des sables, fourmis charognardes

Une course contre la montre commence alors. Copulation, ponte, éclosion, métamorphose du têtard en adulte : « Tout est fait en trois semaines, là où la plupart des amphibiens prennent trois mois », précise le biologiste. Un sprint qui rappelle celui de certaines plantes. Dans les déserts semi-arides, certains amphibiens ont une autre stratégie : le mucus qui couvre habituellement leur peau se durcit, se mue en une sorte de couche de cire qui filtre les UV.

Pour fuir la chaleur folle, les reptiles eux aussi s'enfouissent. Certains y attendent immobiles les mois ou les heures propices pour sortir ; d'autres, comme le boa des sables, ont une véritable vie souterraine. *Eryx jaculus* ondule ainsi sous terre à la recherche de coléoptères enterrés ou de leurs larves. Ses narines et ses yeux sur le haut de la tête lui permettent aussi de chasser à l'affût. « Cette propriété anatomique se retrouve chez différentes espèces de serpents pourtant très éloignées. C'est une convergence évolutive, poursuit Anthony Herrel. Dans cet univers désertique, la contrainte est si forte qu'il n'y a pas beaucoup d'autres solutions. »

Les scinques ou « poissons des sables » ont peu ou prou le même mode de vie. Ces lézards sortent une demi-heure après le lever et avant le coucher du soleil, à la recherche d'insectes, notamment de sauterelles, dont ils raffolent. Encore ne doivent-ils pas être menacés par des prédateurs, sinon ils replongent dans le sable, pattes contre le corps, et ondulent lentement, tels des poissons.

Éviter à tout prix la chaleur et attendre les heures clémentes : le principe semble naturel. Les fourmis du genre *Cataglyphis* font exactement l'inverse. Charognardes, elles profitent des heures de chaleur extrême pour être les premières à s'attaquer aux carcasses « fraîches ». « A cette heure-là, elles n'ont ni concurrents ni prédateurs », souligne Xim Cerda. Cela fait quarante ans que le biologiste les étudie sans se lasser. « Elles m'émoussent toujours autant. »

Il faut dire qu'elles cumulent les adaptations. D'abord, des pattes anormalement longues, qui éloignent leur corps de la chaleur du sol et leur permettent de courir à une vitesse impressionnante. « Quand elles passent, on croit voir des mouches en rase-mottes », décrit le biologiste. Autre adaptation majeure : leur système d'orientation. Pour retourner à leur fourmilière une fois la nourriture trouvée, impossible de compter sur les phéromones, qui s'évaporerait très vite à

ces chaleurs extrêmes. Pas question non plus de suivre un collègue à l'odeur.

Aussi chassent-elles seules et se guident-elles grâce à un double GPS qui leur permet à la fois de déterminer leur angle de déplacement et la distance parcourue. A ces deux particularités, la fourmi argentée (*Cataglyphis bombycina*) en a ajouté une troisième : des poils triangulaires qui reflètent la lumière et créent une couche isolante au-dessus de la cuticule. Voilà pour le visible. Mais deux autres secrets se cachent dans son corps : un métabolisme particulièrement bas et des protéines dites « de choc thermique », qui contrecarrent les dégâts liés à la chaleur.

Diversité redoublée

Quid des gros animaux, comme les dromadaires ou les oryx ? Ils ont une stratégie évidemment différente : leur corps dispose à la fois d'une isolation thermique et d'un système de refroidissement respiratoire. L'air chaud qu'ils inspirent passe sur une surface humide. L'évaporation qui en résulte refroidit le corps et surtout le cerveau. Lors de l'expiration, au contraire, l'air plus froid condense l'eau dans leur muqueuse nasale très développée, qu'ils peuvent alors récupérer. Un système « gagnant-gagnant » décrit en 1981 par le biologiste Knut Schmidt-Nielsen. Le lièvre et la gerboise, quand ils ne sont pas cachés dans leur terrier, utilisent un peu la même technique, avec une autre surface d'évaporation : leurs immenses oreilles.

Voilà pour chaque espèce. Dézoomons maintenant pour examiner les écosystèmes arides. Une étude internationale, publiée en 2024 dans la revue *Nature*, a révélé une surprise de taille : « Les plantes des zones arides présentent une incroyable diversité de formes, de taille et de fonctionnement, résume Nicolas Gross, qui a coordonné ce travail. Cette diversité est deux fois plus importante que dans les zones plus tempérées. »

Les auteurs ont analysé les formes et les fonctions de 301 espèces végétales, collectées sur 326 sites de tous les continents, hormis l'Antarctique. Résultat, quand la pluviométrie passait sous le seuil de 400 millimètres par an, la diversité végétale augmentait soudainement de 88 %. Or, ce seuil correspond à un déclin prononcé du couvert végétal, qui isole les plantes les unes des autres. D'où une moindre compétition entre espèces pour les ressources, « ce qui permettrait aux plantes des zones arides de développer une grande diversité d'adaptations », avance Nicolas Gross.

Qu'en est-il des effets du changement climatique ? Partout dans le monde, « l'augmentation de l'aridité conduit à une dégradation abrupte du fonctionnement des écosystèmes arides », alerte Nicolas Gross, qui a cosigné une étude sur le sujet en 2020 dans *Science*. D'où une chute de leur capacité à maintenir la vie et à fournir des services essentiels aux populations humaines qui y vivent.

Quant aux animaux de ces zones arides, champions de l'adaptation à la chaleur, il serait tentant de croire qu'ils sont les mieux armés face au changement climatique. « C'est ce que l'on pensait jusqu'il y a dix ans, dit Anthony Herrel. On s'est aperçu qu'au contraire, ils sont les plus exposés, car ils vivent à leur limite physiologique. » Les lézards des régions désertiques sont ainsi « pris en étau » par le réchauffement, a conclu un article paru en janvier dans *Science*.

Les oiseaux des régions les plus chaudes, eux aussi, sont les plus menacés. « Ils atteignent leurs limites », dit Carsten Schradin, chercheur du CNRS à l'Institut pluridisciplinaire Hubert-Curien à Strasbourg. « Mais le pire est sans doute le changement de régime des pluies, comme en Afrique du Sud : 50 centimètres d'eau en été, ça n'humidifie rien, mais ça ravine le sol. »

Même les fourmis du genre *Cataglyphis* sont dépassées par les hausses de température. Xim Cerda n'a pas eu besoin d'aller bien loin pour l'observer. Au pic de chaleur, les quatre espèces du parc national de Doñana ont cessé de sortir. « Cela ne dure que deux heures, les plus chaudes, mais c'est nouveau. Compensent-elles en trouvant plus de nourriture à une autre heure de la journée ? Je n'en suis pas sûr. » ■

NATHANIEL HERZBERG
ET FLORENCE ROSIER

Ci-dessus, à gauche : « Fenestraria », plantes-cailloux poussant semi-enterrées dans le sable du Namaqualand (Afrique du Sud), en septembre 2007.

MURIEL HAZAN/BIOSPHOTO
Au centre : Silène acaule partiellement recouvert de neige dans les montagnes Rocheuses (Etats-Unis), en février 2005

MINDEN PICTURES/BIOSPHOTO
A droite : un ténébrion (« Onymacris »), dans le désert de Namibie, en septembre 2007.

ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY/BIOSPHOTO