

La cougourdette se dévoile

Les espèces américaines du genre *Cucurbita* étaient connues en France dès 1503, soit à peine dix ans après le voyage de Christophe Colomb.

Environ 19 millions de tonnes de citrouilles, de potirons et de courges sont produits chaque année de par le monde, et pour la plupart en Europe et en Asie. Pourtant, le genre *Cucurbita* (il regroupe les trois végétaux mentionnés) est né sur les continents américains, à l'instar du maïs, et n'a pu traverser l'Atlantique qu'après le voyage de Christophe Colomb en 1492. Avant cette époque, les Européens ne pouvaient pas se régaler de ces fruits, même s'ils connaissaient depuis longtemps les gourdes du genre *Lagenaria*, que Pline nommait... *cucurbita*.

Les botanistes distinguent trois espèces de *Cucurbita*. *Cucurbita pepo*, l'espèce la plus répandue, à laquelle on peut rattacher toutes les variétés de courgettes, ainsi que les pâtissons. *Cucurbita maxima* rassemble les potirons, les potimarrons, et bien d'autres. Enfin, *Cucurbita moschata* et ses variétés telle la courge *Butternut*.

L'iconographie est le meilleur moyen d'établir et de dater la présence d'une espèce dans une région donnée. Ainsi, pour *Cucurbita*, les premières images connues ont longtemps été celles qui apparaissent dans *De historia stirpium* du botaniste Leonhart Fuchs (1501-1566). Ce catalogue de la flore allemande a été publié en 1542, soit 50 ans après la découverte du Nouveau Monde. Plus récemment, des espèces nord-américaines, telle *Cucurbita pepo* et sud-américaines comme *C. maxima*, ont été reconnues dans les ornements de la Villa Farnese, à Rome, réalisés entre 1515 et 1518. S'agit-il de la plus ancienne preuve de *Cucurbita* en Europe ? Non, il y a plus vieux, dans les *Grandes heures d'Anne de Bretagne*.

Anne de Bretagne fut deux fois reine de France, d'abord en épousant Charles VIII, en 1491, puis en épousant son successeur, Louis XII, huit ans plus tard. Elle commanda à l'artiste Jean Bourdichon (1457-1421) de décorer un livre de prières pour son usage personnel. L'ouvrage, réalisé en Touraine entre 1503 et 1508, contient, outre des prières, des calendriers mensuels et des peintures religieuses en pleine page. Chaque prière est ornée d'un décor végétal, parfois accompagné d'insectes ou d'autres petits animaux, faisant des *Grandes heures* un catalogue de plus de 300 espèces végétales. Chaque dessin est complété du nom latin de la plante au-dessus et du nom vernaculaire en dessous.

La prière du folio 161 (voir page ci-contre) est associée à une plante qui se déploie sur un fond doré. On y distingue

trois fleurs ouvertes dont les stigmates (les organes femelles qui reçoivent le pollen) ressemblent à ceux de *Cucurbita pepo*. Les corolles jaune-orangé sont peu évasées, fuselées à la base, et séparées en pétales seulement à l'extrémité terminale. Cette corolle est découpée en six parties. Bien que cinq soit le nombre typique de *C. pepo*, certaines variantes ont six, voire sept, pétales soudés à la base. Le calice est court et constitué de sépales qui s'affinent vers leur pointe. Les ovaires sont situés en dessous de la corolle : ce sont les renflements en forme de poire et qui, après fécondation, donneront les fruits. Ces caractères, ainsi que la forme des feuilles confirment l'identification du végétal : Bourdichon a peint *C. pepo*, dix ans après qu'un Européen l'a vue pour la première fois. Le nom latin, *Colloquitida*, n'a pas survécu aux nouvelles classifications. Le nom français était, à l'époque, *cougourdette*.

Les deux fruits de *Quegourdes de turquie*, le nom vernaculaire inscrit sur le folio (au XVI^e siècle, l'expression « de turquie » traduisait une origine exotique quelconque), sont semblables aux fruits, pourtant protéiformes, de *C. pepo*, mais ressemblent aussi à ceux de *Lagenaria siceraria*. Toutefois, les fleurs de cette dernière plante sont blanches, écartant les *cucurbita* de Pline.

Un examen détaillé révèle que les fruits peints sont rayés longitudinalement : de larges bandes vert-jaune alternent avec de fines bandes bleu-vert. Ce motif n'existe pas chez *L. siceraria*, mais est commun chez les variétés sauvages ou cultivées de *C. pepo*. Le doute n'est plus permis.

Nous pouvons même pousser l'identification jusqu'à la sous-espèce. En effet, la plupart des *Cucurbita* sauvages ont des fruits ronds, à l'exception de *C. pepo texana*, dont certaines variantes ont des fruits rayés en forme de poire. Ces fruits restent néanmoins non comestibles. Aussi, le plant représenté dans les *Grandes heures d'Anne de Bretagne* ne trahit pas un échange transatlantique entre agriculteurs, mais peut-être la cueillette d'un matelot de la *Santa Maria* pendant que le capitaine se croyait aux Indes.

Harry PARIS travaille au Centre de recherches Neveh Ya'ar, en Israël. Michel PITRAT et Marie-Christine DAUNAY travaillent à l'INRA, à Montfavet. Jules JANICK travaille à l'Université Purdue, aux États-Unis.

H. PARIS et al., *First known image of Cucurbita in Europe, 1503-1508*, in *Annals of Botany*, vol. 98, pp. 41-47, 2006.

De nostre Dame de pitie.

Dame trespiteuse vierge
 marie. Je recommande
 au iourduy au sem de ta pitie. mo
 corps et mon ame mes conseilz
 mes desirs mes voluutes et cogita
 tions mes locutions et toutes o
 perations. Aussi les douleurs de
 mon cuer. et toutes mes angoi
 ses et necessites toute mon esp
 rance et ma consolation et tout
 le cours de ma vie et la fin. Et te
 prie tressainte dame et tousiour
 vierge pitieuse que par ta sainte
 intercession ma vie s'adrecisse et se
 dispose selon ta clemence et volute
 de ton filz huaine de rechief te



Quarante de Turquie.

Clac végétal et uppercut de crevette

Certains animaux ou plantes effectuent des mouvements étonnamment rapides, en mettant à profit la mécanique de surfaces courbes semi-rigides.

Pour capturer sa proie ou la tuer, il faut agir vite et fort. Comment le faire lorsqu'on est une plante carnivore, dépourvue de muscles, ou une crevette ? En stockant l'énergie sous forme élastique et en la libérant d'un coup. La dionée attrape-mouches (*Dionaea muscipula*) ferme ainsi ses mâchoires végétales en un dixième de seconde, tandis que la crevette-mante *Odontodactylus scyllarus* assène son « coup de poing » en deux millisecondes (voir les figures 1 et 2). Point commun de ces deux champions de rapidité : ils stockent l'énergie en déformant une paroi élastique courbée.

Dionée : une fermeture... éclair !

Le piège de la dionée se compose de deux feuilles se faisant face. Quand un insecte se pose sur l'une des faces internes de ces mâchoires végétales, celles-ci se referment brusquement et capturent la proie – qui sera ensuite lentement digérée. Comment cette plante produit-elle un mouvement, aussi rapide de surcroît ? Par un mécanisme analogue à celui à l'œuvre dans les fleurs qui s'ouvrent le matin pour se refermer le soir.

Grâce au phénomène d'osmose, les cellules végétales contrôlent leur teneur en eau et leur pression interne en modi-

fiant la concentration intracellulaire de certains ions. Lorsque la concentration ionique à l'intérieur d'une cellule augmente, de l'eau est aspirée vers l'intérieur de la cellule à travers ses parois : la cellule se gonfle. Ce phénomène est réversible, et quand la concentration ionique diminue, la cellule se dégonfle. Dans un pétale, ces deux effets se produisent simultanément : les cellules d'une des faces du pétale se gonflent tandis que celles de l'autre face se dégonflent. La face aux cellules dégonflées devient concave, celle aux cellules gonflées convexe. Ainsi, les modifications de pression cellulaire se traduisent par des mouvements macroscopiques.

Qu'en est-il des cellules de la dionée ? Des observations récentes ont révélé quelques particularités. Les cellules de la face externe des deux feuilles du piège sont très allongées et disposées le long de la surface de la feuille, perpendiculairement à l'axe qui joint les deux feuilles. Les parois de ces cellules sont en outre renforcées par des microfibrilles latérales qui font obstacle à un gonflement uniforme. Tout changement de volume de ces cellules se traduit essentiellement par un allongement. Les cellules de la face interne ne se déformant que très peu, il s'ensuit une modification de la courbure de la feuille, initialement convexe (recourbée vers l'intérieur).

Quand un malheureux insecte touche un cil de la dionée, des cellules mécano-transductrices créent un signal qui sti-



Dessins de Bruno Vacaro

1. La « puce », jouet en forme de calotte que l'on retourne, inverse sa courbure brusquement, ce qui lui permet de sauter en l'air et de réjouir les enfants. Avant cette transition brutale, la surface élastique s'est lentement déformée, jusqu'à atteindre le seuil de la transition. La

dionée, plante carnivore, utilise un phénomène analogue : l'insecte posé sur la face interne de la feuille déclenche une réaction physiologique qui déforme peu à peu les feuilles. Au bout d'un tiers de seconde, la courbure des feuilles franchit un seuil et le piège se referme en un dixième de seconde.

mule les cellules et les fait grossir par osmose. La courbure de la feuille change jusqu'à s'inverser brusquement, piégeant l'insecte entre les deux feuilles.

Mais pourquoi donc cette fermeture est-elle si fulgurante, beaucoup plus rapide que ne le permettraient les transferts d'eau à travers les membranes cellulaires ? Tout s'éclaire quand on fait le rapprochement avec l'inversion de courbure de la puce, ce petit jouet élastique de forme hémisphérique qui saute en l'air quand on le retourne (voir la figure 1). Le principe mécanique à l'œuvre est identique.

Prenons l'exemple d'une feuille plane ; on peut la plier facilement dans un sens ou dans l'autre. Ce n'est pas le cas avec une surface courbe, telle une calotte de sphère. Lorsqu'on cherche à aplatir cette surface en réduisant la courbure selon une direction, on constate qu'elle se replie dans la direction perpendiculaire, ce qui engendre des forces s'opposant à la déformation recherchée.

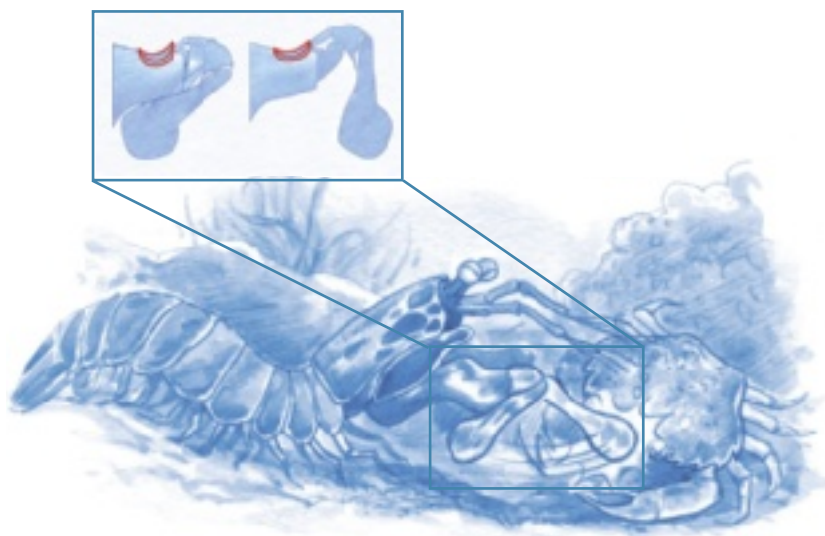
La dynamique de la déformation consistant à inverser la courbure dépend de la nature du matériau. Si celui-ci est très élastique, les forces d'opposition engendrées sont modérées, et par conséquent la courbure diminue et s'inverse progressivement. En revanche, si l'élasticité du matériau est faible, de fortes contraintes naissent et le matériau passe brusquement d'une forme à une autre, de la même façon qu'une poutre en compression ploie soudainement. C'est l'instabilité dite de flambage, transition brutale entre deux formes extrêmes stables.

La vitesse de ce basculement est régie par un seul paramètre, déterminé par les caractéristiques géométriques du matériau (épaisseur, longueur, courbures initiales). Elle est d'autant plus grande que l'épaisseur du matériau est faible et sa longueur, ou sa courbure, élevée. Toutefois, cette rapidité a un prix, car le délai entre l'amorce du mouvement et le basculement augmente aussi.

Pour en revenir à la dionée, la nature est bien faite : la géométrie de ses feuilles correspond au seuil d'instabilité de leurs surfaces. Cet excellent compromis correspond à une phase préparatoire d'un tiers de seconde et à une fermeture en un dixième de seconde. Que la feuille soit moins rigide et la fermeture serait trop lente, qu'elle soit plus rigide et la phase préparatoire durerait trop longtemps : l'insecte s'échapperait.

Une propriété analogue est utilisée par la crevette-mante, qui s'attaque à des crabes et autres petits animaux en perçant leur carapace. Elle a certes des muscles, mais ceux-ci ne peuvent expliquer ses performances spectaculaires. La vitesse de sa frappe varie entre 14 et 24 mètres par seconde, son bras a une vitesse de rotation comprise entre 670 et 990 radians par seconde, tandis que l'accélération peut atteindre 60 à 114 kilomètres par seconde carrée, soit quelque 10 000 fois l'accélération de la pesanteur, le tout ne durant que 2,4 millisecondes !

La puissance nécessaire par unité de masse est de l'ordre de $4,7 \times 10^5$ watts par kilogramme. Elle est au moins 100 fois



2. La crevette-mante assène un coup de patte en deux millisecondes. Pour frapper aussi rapidement, la crevette a au préalable emmagasiné de l'énergie élastique dans un élément de carapace en forme de selle de cheval (en rouge dans le schéma). La frappe correspond à une détente brutale de ce « ressort », relayée par un système de bras articulés pour amplifier le mouvement.

supérieure à celle qu'un muscle peut fournir. Il faut donc au préalable stocker cette énergie. Pourquoi pas sous forme élastique ? Là encore, la tension nécessaire est bien plus élevée que celle supportée par un tendon ou un muscle. Le « ressort » mis en jeu doit par conséquent travailler en compression. Pour agir rapidement, il ne doit pas être massif tout en étant résistant.

L'énergie de la crevette stockée dans une selle de cheval

Une tige ne conviendrait pas, à cause des risques de flambage. Alors quoi ? Comme la dionée, la crevette-mante stocke son énergie dans une surface élastique – ici en forme de selle de cheval. Dans une première étape, cette surface est progressivement déformée au moyen de muscles, et empêchée de reprendre sa forme initiale grâce à un dispositif à cliquet. Dans une seconde étape, le « ressort » se détend et un système mécanique complexe de bras articulés transforme cette détente de faible amplitude en mouvement de grande ampleur. Les deux leviers successifs sont très dissymétriques : le premier, très court, amorce un mouvement de rotation que le second, beaucoup plus long, transforme en mouvement linéaire. La frappe est tellement rapide qu'elle produit de la cavitation, c'est-à-dire l'apparition de bulles au sein de l'eau, phénomène qui participe sans doute à l'endommagement de la carapace de la proie.

Y. FORTERRE et al., *How the Venus flytrap snaps*, in *Nature*, vol. 433, pp. 421-425, 2005.

S. N. PATEK et al., *Deadly strike mechanism of a mantis shrimp*, in *Nature*, vol. 428, pp. 819-820, 2004.

Histoire des sciences

Histoire des femmes scientifiques de l'Antiquité au XX^e siècle

Éric Sartori [443 pages, 24 euros], Plon, 2006.

Voici un plaidoyer passionnément écrit et totalement convaincant du sort fait aux femmes à travers l'histoire quand elles veulent s'occuper de sciences.

On les a ignorées au mieux, on les a persécutées au pire. Dans une introduction où est dressé le bilan affligeant de la misogynie qui, selon les périodes et les pays, a rendu la société humaine hémiplegique, É. Sartori dénonce ce sort fait aux femmes dans la mémoire collective aujourd'hui, en rappelant combien il était courageux pour certaines de s'affirmer femme savante. Et de nous citer certaines phrases explicites de grands hommes quant à leur opinion sur l'insuffisance intellectuelle des femmes, que l'on songe à Kant lui-même, ou Cabanis, pourtant tant protégé par Madame Helvétius à la fin du XVIII^e siècle, ou encore Darwin, dont la théorie de l'évolution, en faisant appel à la seule compétition, sert le sexe masculin plus apte à la lutte physique. Après avoir rappelé le sort fait à des milliers de femmes brûlées comme sorcières dans toute l'Europe, aux temps intolérants de ce début du XVI^e siècle (la « Renaissance »...), l'auteur expose les théories successives à caractère soi-disant scientifique qui voulaient illustrer ou mieux expliquer l'infériorité du cerveau féminin.

Cette histoire lamentable de la moitié de l'humanité savante s'achève, dit É. Sartori, optimiste, à notre « époque bénie » où les filles ont accès à l'instruction. Encore que ! Pour ne parler que d'un aspect, des études récentes tendent à montrer que la mixité des classes (considérée aujourd'hui comme de la plus élémentaire modernité) serait dommageable pour l'épanouissement des filles. Confrontées à une compétition de type masculin, elles ne pourraient trouver facilement la confiance suffisante pour s'engager dans des études scientifiques de haut niveau. Une étude sur cette question, qui supposerait d'accepter le principe de classes expérimentales non mixtes, serait bienvenue dans notre pays.

L'égalité la plus souhaitable ne passe pas, en effet, par une uniformité absolue, mais laisse ses chances à chacun et chacune selon ses aptitudes. Loin s'en faut de mettre les femmes dans une catégorie minoritaire. Non, les femmes

sont et resteront tout simplement la moitié de l'humanité, mais une moitié qui devrait être plus écoutée et mieux comprise. La longue et si exclusive domination masculine ne finit-elle pas par créer une menace sérieuse pour la planète ? L'avenir de l'humanité est peut-être alors dans les mains des femmes. Un exemple est particulièrement explicite sur ce qu'il faudrait rééquilibrer. Citant la biologiste Lynn Margulis, l'auteur souligne que, à l'heure actuelle, le but qui motive les physiciens plus que les physiciennes est la recherche d'une théorie unitaire. Or celle-ci passe par une compétition effrénée des théories (et des théoriciens) et par une course dans la construction d'accélérateurs coûtant des milliards d'euros. Les retombées de cet énorme pan de l'activité scientifique sont rares alors que l'humanité est confrontée à la pollution, à la surpopulation, à la famine, à la dégradation des sols, à la déforestation et à la perte de biodiversité... En science comme ailleurs, les hommes sont nombreux qui attribuent avant tout de l'importance aux phénomènes de compétition et de concurrence (théorie de l'évolution oblige) plutôt qu'aux phénomènes de coopération ou de symbiose auxquels les femmes sont plus sensibles.

Deux parties composent la seconde moitié de l'ouvrage. La première est une histoire générale des femmes scientifiques de l'Antiquité au XVIII^e siècle. La seconde va de la Renaissance jusqu'au XX^e siècle. É. Sartori y explore les disciplines avant de terminer sur un chapitre consacré aux sages-femmes. La fin de l'ouvrage est un peu abrupte, mais suivie d'un hommage touchant à toutes ces femmes qui ont eu un nom, mais sont aujourd'hui ignorées sauf de quelques spécialistes. La bibliographie est succincte et très générale, mais suffit pour convaincre, et donner envie d'y aller voir. Un index manque, ce qui limite l'utilité de l'ouvrage.

Voilà un livre à mettre d'urgence entre les mains des jeunes filles afin que cet impressionnant héritage de science et de courage les pousse à embrasser une carrière scientifique, et entre les mains des hommes de pouvoir, afin de leur faire penser à un autre point de vue que celui qui, systématiquement, favorise la seule compétition. À tous, il profitera, car il est temps de prendre conscience de l'importance de l'œuvre méconnue de la moitié de l'humanité savante. Voilà un livre de conviction plus que d'étude. Mais beaucoup de travaux d'historiens, d'historiennes et de sociologues (des deux sexes !) sur la formation intellectuelle des femmes scientifiques et leur place dans la société, dans le passé comme aujourd'hui, sont là pour compléter.

Danielle Fauque, GHDSO, Université Paris XI

