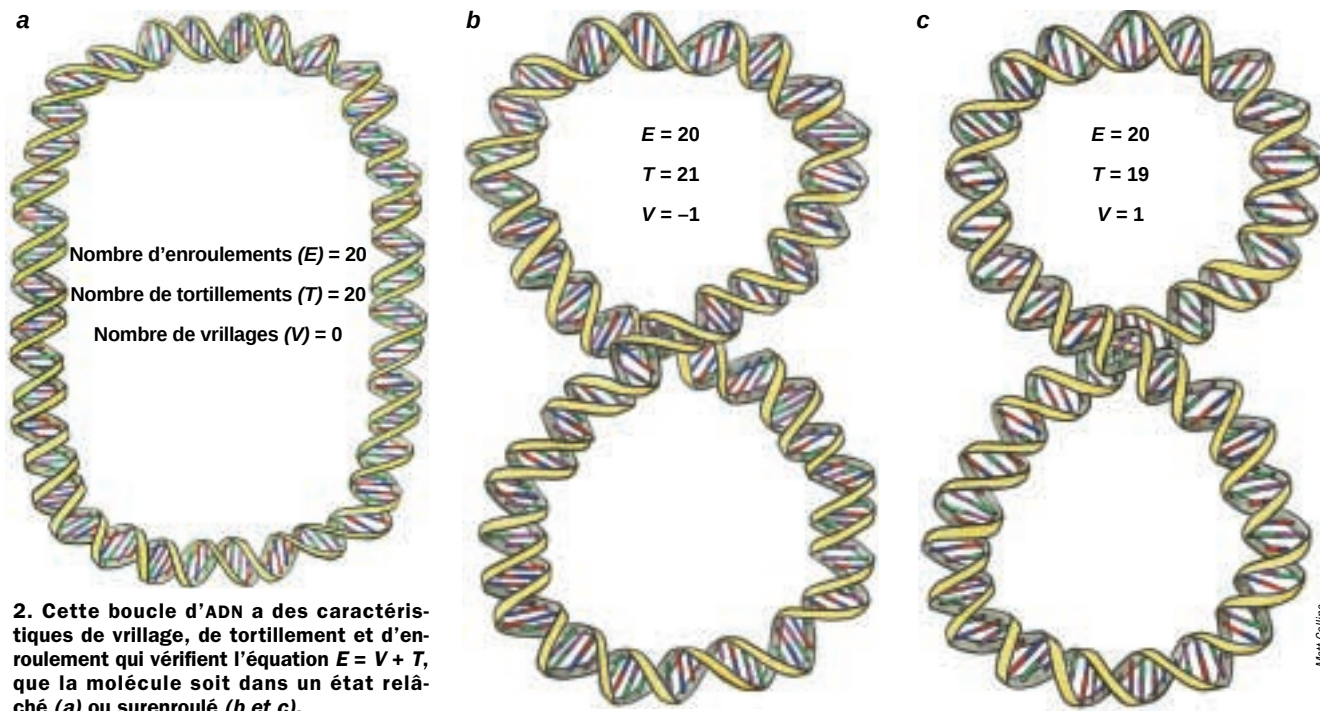




2. Cette boucle d'ADN a des caractéristiques de vrillage, de torsillement et d'enroulement qui vérifient l'équation $E = V + T$, que la molécule soit dans un état relâché (a) ou surenroulé (b et c).

Un sens étant décrété positif, son image dans un miroir sera négative. Je propose de convenir que le vrillage représenté sur la figure 1 est positif, mais que le torsillement est négatif. De la sorte, on obtient l'équation simple : $V + T = 1$, où V est le nombre de vrillages, et T le nombre de torsillements si l'on considère que le ruban est refermé sur lui-même. En enroulant deux fois le ruban autour du médium, on lui donne deux tours positifs, ce qui engendre un torsillement égal à 1 quand on écarte les mains. Cette transformation se retrouve avec trois tours, quatre tours, etc.

On observe le même phénomène quand on tord une ficelle. Elle n'est pas plane, comme un ruban, mais il n'y a pas de raison qu'elle ne soit pas tordue ou torsadée ; là encore, le nombre de torsillements est relié au nombre de vrillages, c'est-à-dire au nombre de tours qui ont été initialement donnés. Si l'on maintient la ficelle tendue, elle ne peut présenter des torsillements, mais, si nous relâchons la ficelle, nous la verrons tourner tandis que le surenroulement disparaîtra. En effet, la ficelle est légèrement élastique : on peut la tordre, mais elle exerce alors un couple en sens inverse de celui qu'on applique. Quand on supprime le couple appliqué, le couple dû à l'élasticité du matériau provoque la rotation de la ficelle jusqu'à ce que ce couple s'annule.

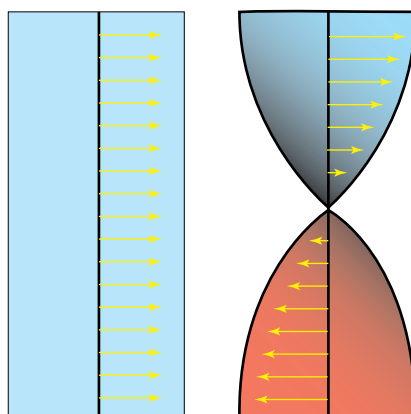
En 1883, le mathématicien britannique Alfred Greenhill expliqua pourquoi un ruban est plutôt vrillé qu'entortillé : il démontra qu'une forme vrillée contient moins d'énergie élastique que la forme

entortillée correspondante : de même, une bande de papier se vrille plutôt, sauf si l'on apporte de l'énergie en tirant les deux extrémités dans des directions opposées. Greenhill démontra que, si un cylindre infiniment long est tordu par des forces à l'infini, il flambe en formant une hélice. Récemment, D. Stump et K. Gates, de l'Université du Queensland, et W. Fraser, de l'Université de Sydney, ont calculé l'élasticité d'un cylindre tordu en utilisant des hypothèses plus réalistes. Ils ont obtenu des formules qui donnent la forme exacte du surenroulement des câbles sous-marins.

Le cordon de téléphone est plus complexe, parce qu'il est initialement torsadé. Cependant il transforme également le torsillement en vrillages, comme un simple fil, du moins si son propre enroulement

hélicoïdal ne se défait pas (on observe d'étranges défauts du cordons, dans certains cas). Pour prévoir le comportement du cordon, il est utile d'imaginer qu'il contient une longue ficelle épaisse, à l'intérieur de l'hélice, enchâssant un long ruban plat : quand on tord le cordon, c'est comme si l'on tordait la ficelle et le ruban.

La molécule d'ADN, qui porte l'information génétique des êtres vivants, est une hélice, comme un cordon de téléphone. C'est même une double hélice : deux brins hélicoïdaux s'enroulent l'un autour de l'autre, à la façon d'une échelle qui aurait été vrillée. Les biologistes explorent le comportement de la molécule dans des conditions variées, et ils observent que la molécule subit des surenroulements, avec des transitions entre vrillage et torsillement. Comme nous l'avons vu, l'ADN et les cordons de téléphone ont des comportements que n'ont pas les ficelles : ils peuvent se désenrouler ou se surenrouler. Pour une boucle d'ADN, on décrit la structure par trois paramètres : le nombre d'enroulements E , c'est-à-dire le nombre de fois qu'un des brins croise l'autre, quand la molécule est couchée à plat sur un plan ; le nombre T de torsillements de l'ADN ; le nombre V de vrillages. Ces trois paramètres sont reliés par la formule : $E = V + T$, qui généralise la formule évoquée précédemment. Pour une boucle d'ADN, E est fixé, de sorte que la somme $V + T$ l'est aussi, mais nous pouvons changer des torsillements en tours, et inversement. La figure 2 montre ainsi des exemples avec une boucle d'ADN dont E est égal à 20.



3. Le torsillement mesure la torsion d'un ruban ; c'est le nombre de tours de flèches initialement parallèles autour de l'axe vertical (à droite, ce nombre est 1/2).

Botanique

Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg

Ouvrage collectif de la Société française d'Orchidophilie, sous la direction scientifique de Marcel Bournérias. Éditions Biotope, 1998.

Les orchidées émerveillent et intriguent : comment rester insensible à la beauté et au mystère de leurs fleurs ? Si les orchidées tropicales sont les plus connues du public, des orchidées sauvages peuplent des milieux variés de nos régions. Certains botanistes regroupés au sein de la Société française d'orchidophilie (SFO) se consacrent à leur étude passionnée. L'ouvrage présenté ici est ainsi le résultat d'un travail collectif de membres de la SFO, sous la responsabilité de Marcel Bournérias. Ce n'est pas seulement une flore de qualité, car, hormis l'aspect monographique et les clés de détermination, le quart de l'ouvrage se présente comme une synthèse des connaissances actuelles sur les orchidées de nos régions, leur morphologie, leur biologie étrange, leur écologie, les conditions nécessaires à leur protection, sans oublier l'histoire de l'orchidologie, ainsi que les traditions populaires.

La famille des orchidacées – c'est le terme officiel de la nomenclature actuelle – est une famille homogène, quant au plan d'organisation, mais elle est morphologiquement diversifiée. Certains genres, cependant, offrent des singularités qui leur valent d'être rangés par certains dans des familles annexes. Des formes extraordinaires existent aussi : *Disperis paludosa*, une orchidée d'Afrique du Sud, a deux sépales latéraux qui sont pourvus de profonds éperons nectarifères. Après avoir rappelé la place des orchidées dans le règne végétal et leur répartition dans le monde, les auteurs analysent leur morphologie.

Le chapitre 3 est consacré à la biologie des orchidées. Les orchidées ne peuvent vivre seules ; elles ont besoin d'être « entourées et choyées », comme si leur complexité nécessitait un travail d'équipe. Ce sont d'abord leurs relations avec des

champignons qui sont présentées : intervention dans la germination des graines, extrêmement fines, dont la plantule n'est pas différenciée et qui sont dépourvues de réserves. Cette symbiose est confortée au cours de la vie de la plante adulte : le champignon participant aux mycorhizes concourt à la nutrition de la plante, mais cela ne va pas sans conflits : le champignon peut être phagocyté dans certaines cellules, ce qui prévient l'envahissement du reste de la plante. Dans certains genres, toutes les racines ne sont pas des mycorhizes, et certains organes en sont toujours indemnes : parties aériennes, rhizomes et tubercules.

La pollinisation des orchidées constitue une remarquable histoire de coévolution, portée à son apogée avec les relations entre les ophrys et certaines espèces d'hyménoptères. Les troublantes ressemblances entre le labelle de certaines espèces et la femelle de l'hyménoptère incitent les mâles à tenter un accouplement avec la fleur, d'autant que (les auteurs n'y font qu'allusion) des substances odorantes analogues aux phéromones de l'insecte sont synthétisées par la fleur. La spécificité plante-insecte n'est cependant pas suffisante pour pré-

venir les hybridations entre taxons, ce qui complique la systématique. L'identification des hybrides n'est pas toujours aisée, car certains taxons parents présentent déjà une forte variation, et il est nécessaire de posséder une parfaite connaissance de cette variation pour le faire. Méthodes d'investigation et règles de nomenclature des hybrides sont présentées et discutées.

Biogéographie et écologie font l'objet du chapitre 4. Contrairement à ce que pourrait croire le profane – et ceci est vrai pour les autres plantes ! –, la répartition des orchidées sur le terrain est loin d'avoir un caractère définitif. Les causes en sont analysées ; elles tiennent à la fois à la biologie de certaines espèces, aux destructions de stations, mais aussi aux progrès de la connaissance taxonomique. Il faut dire que la SFO œuvre de manière exemplaire à la connaissance biogéographique : une cartographie départementale des différentes espèces est déjà publiée pour 23 départements, et l'atlas de répartition des orchidées sauvages en est à sa troisième édition.

Les facteurs de la répartition sont ensuite envisagés selon les territoires phytogéographiques (les auteurs insistent sur les espèces endémiques, et celles qui sont en limite d'aire dans nos régions), selon l'étagement de la végétation et selon les facteurs édaphiques et microclimatiques.

Le chapitre 5 est consacré à la protection des orchidées : la régression des orchidées est inquiétante. On le voit aux chiffres présentés et aux cartes qui montrent le recul de quelques espèces en Île-de-France. Ce ne sont pas seulement les prélèvements ou les destructions de stations qui sont en cause, mais, surtout, les modifications de l'occupation et de l'utilisation du territoire, les changements de comportements, au premier rang desquels la déprise agricole et les effets de l'« agriculture productiviste ». Une notion essentielle dans la protection des espèces est celle de « solidarité écologique » entre biotopes voisins. En effet, la cause de la disparition d'une espèce n'est pas à rechercher uniquement dans son propre biotope, mais résulte fréquemment de modifications des facteurs dans des biotopes voisins.

Face à cette situation, des mesures légales de protection existent, protection des espèces et protection des milieux. Les



1. Une population de *Dactylorhiza sambucina* orne la pelouse sub-alpine au col du Lautaret (Hautes Alpes).

Photographies de Marcel Bournérias



2. La forme commune du *Dactylorhiza sambucina*, à fleurs jaunes.



3. *Dactylorhiza sambucina*, forme à fleurs rouges.

différentes modalités qui sont présentes constituent une précieuse mise au point, d'autant que la situation est envisagée aussi en Belgique et dans le grand-duché de Luxembourg, et fait aussi référence aux mesures communautaires et internationales. On est frappé par le nombre des organismes et des structures en cause, et l'on est conduit à espérer qu'ils agissent en bonne coordination dans un souci d'efficacité et d'optimisation des moyens, mais force est de constater que ces actions restent souvent le fait de bénévoles ou de quasi-bénévoles...

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée aux monographies (150 espèces et sous-espèces). Les orchidophiles ont une réputation de minutieux observateurs, ce qui les entraîne à décrire des variations minimes, contribuant ainsi à la connaissance de ce que l'on nomme aujourd'hui la «biodiversité». Toutefois certaines espèces linnéennes se sont trouvées pulvérisées en un grand nombre de taxons dont la valeur est parfois discutée. Les auteurs prennent ici le parti d'une position moyenne, entre «rassembleurs» et «diviseurs». Chaque taxon est présenté par une fiche descriptive, avec généralement plusieurs photographies de qualité, l'une présentant l'aspect général sur le terrain, les autres concer-

nant les fleurs, parfois enrichies d'une superbe illustration «pleine page». Les renseignements apportés sont les suivants : nomenclature avec synonymies, caractères morphologiques et phénologiques, répartition géographique, conditions stationnelles, mesures de protection, hybrides et diverses observations.

Au total, voici un splendide ouvrage qui, sans nul doute, deviendra la bible des orchidophiles grâce à son sérieux scientifique, à sa modernité et à sa valeur de synthèse. La remarquable richesse de l'illustration, qui met en valeur la somptuosité de ces fleurs précieuses, en fait aussi un livre destiné à toutes les personnes sensibles à la beauté de la Nature. J'espère, comme M. Aymonin, auteur de la préface, qu'il contribuera à la conservation de la diversité biologique exceptionnelle de cette famille. En patronnant la publication, divers organismes s'y engagent implicitement : ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, ministère de la Région wallonne (direction générale des ressources naturelles et de l'environnement), *Natur Musée* du Luxembourg, *Gaz de France* et *Yves Rocher* ! Une seule critique : osera-t-on emporter sur le terrain un si beau livre ?

Christian BOCK

Mathématiques

Œuvres de Pierre de Fermat (I. La théorie des nombres)

Textes traduits par Paul Tannery, introduits et commentés par R. Rashed, Ch. Houzel et G. Christol. Éditions Blanchard, 1998.

Paul Tannery est né en 1843, à Mantes. À sa sortie de l'École polytechnique, en 1865, il est nommé ingénieur des tabacs. Cependant, il reste surtout connu pour ses travaux d'historien des sciences, ayant publié essentiellement dans des revues scientifiques et philosophiques : il fut l'auteur de recherches sur l'histoire de l'astronomie grecque, il traduisit Diophante, il traduisit et commenta l'œuvre mathématique de René Descartes... Ses *Œuvres de Fermat* ont été éditées de 1891 à 1896, et un dernier volume a paru en 1912. Ces ouvrages sont depuis longtemps épuisés, et il est heureux que la Librairie Blanchard, dont on connaît le travail pour la diffusion des livres anciens, ait accepté