Association des Amis du
Jardin botanique de Saverne

BULLETIN 2016

Jardin botanique de Saverne

jardin botanique du Col de Saverne

jardin remarquable
Ministère de la Culture et de la Communication

Jardin botanique de Saverne

Ouverture : d'avril à fin septembre

en avril et septembre : les samedis-dimanches et jours fériés de 14h à 18h
en mai, juin, juillet et août : tous les jours de 10h à 18h

Ateliers et animations pour adultes et enfants
Conférences, expositions
Visites vespérales
Visites guidées générales ou thématiques et accueil de scolaires, sur demande
Sorties botaniques et mycologiques
Bourse aux plantes le 1er mai

Association des Amis du Jardin botanique de Saverne

Association reconnue d'utilité publique
Siège de l'association : 85, grand rue 67700 Saverne Tél. : 03 88 91 21 00
Association créée en 1932 et inscrite au registre des associations au tribunal d'Instance de Saverne sous le numéro 1145

e-mail : contact@jardin-botanique-saverne.eu
Site internet du jardin :
http://www.jardin-botanique-saverne.eu

Jardin botanique de Saverne-Officiel

Comité

Président fondateur	Emile Walter (1873 – 1953)
Président d'honneur	Paul Jaeger (1905 – 1999)
Président en exercice	Albert Ortscheit 85, grand rue 67700 Saverne
Vice-Présidente	Danielle Luttenschlager 1, Fg du Maréchal Clarke 67330 Neuwiller les Saverne
Secrétaire	Mathieu Ehrhardt 18, Rue de Monswiller 67700 Saverne
Trésorier	Richard Beckerich 8, Rue du griffon 67700 Gottenhouse
Assesseurs	Albert Braun 67000 Strasbourg
	Jean-Marc Haas 67760 Gambsheim
	Bernard Heitz 67205 Oberhausbergen
	Elisabeth Kempf 67700 Ottersthal

Agent technique- jardinier
Pierre Meppiel 67000 Strasbourg

Rédaction : Danielle Luttenschlager Relecture : E. Kempf, D. Luttenschlager

Photos (de haut en bas) : Vue sur le nouveau local d'exposition ; Le bassin du Jardin botanique ; Animation « les plantes textiles » ; Atelier pour les enfants ; Création de couronnes de l'Avent (Danielle Luttenschlager)
Photo couverture : *Meconopsis cambrica* (Gérard Oberlé)

Le mot du Président

Le climat se transforme. Et si les saisons défilent avec une irrégularité déconcertante, elles dessinent toujours des paysages à découvrir avec plaisir : forêts aux couleurs changeantes, champs de blé parsemés de quelques coquelicots, vergers porteurs de fruits, jardins parés de fleurs colorées. Toute une végétation riche, variée, multicolore appréciée et admirée par tous les amoureux de la nature dont font partie les amis du Jardin botanique de Saverne.
La pluviosité annuelle au Jardin botanique, inférieure à celle des années précédentes (1322.80 mm en 2013, 929.50 mm en 2014 et 885.60 mm en 2015) a conditionné le travail du jardinier-botaniste soucieux de conserver les collections végétales, de les étoffer et de les présenter agréablement aux visiteurs venus encore plus nombreux cette année. Preuve de l'attrait touristique exercé par ce jardin situé sur une voie de passage entre l'Alsace et la Lorraine et du caractère scientifique qu'il présente étant donné qu'une convention de collaboration existe entre l'Université de Strasbourg, la ville de Saverne et notre association.
Comme chaque année, des visites guidées parfois à thèmes, des sorties botaniques, des animations, des ateliers programmés chaque fin de semaine, un « Troc de plantes » le 1er mai, une coopération à la manifestation « Trésors de jardin » et une autre à l'occasion des « Journées nationales du Patrimoine » ont attiré un large public. Dans le calendrier des promenades, une « spéciale » a conduit les participants à découvrir à travers la ville de Saverne la flore spontanée de nos trottoirs et les arbres remarquables.
Venus au jardin pour apprendre à connaître le monde végétal, les visiteurs sont invités à réfléchir sur l'avenir de notre planète, à s'interroger sur nos comportements et à agir pour la défense de notre environnement.
Attendu depuis plusieurs années, le projet d'agrandissement et d'aménagement de l'abri destiné à accueillir le public et les scolaires pour participer à des ateliers, des conférences, des expositions, a pu être réalisé. Nous remercions chaleureusement la municipalité qui a apporté son aide à ce projet et reste toujours prête à mettre à notre disposition les services techniques de la ville.
Nous possédons maintenant un local plus grand, plus aéré, plus clair, mieux agencé, au final plus agréable et plus fonctionnel, désigné comme « *pavillon d'exposition* », inauguré en présence des autorités locales, du conseil d'administration de l'association et de nombreux membres.
Notre association, dont les besoins actuels réclament une structure connectée, a engagé une personne chargée de la communication digitale et des tâches administratives.
Il est important de rappeler que notre association publie chaque année un bulletin remarquable par le nombre et la qualité des articles. Elle attache également beaucoup d'importance à la mise à jour de son nouveau site internet.
Les équipes d'hôtesses et d'hôtes sont toujours présentes et se relaient au pavillon d'accueil pour assurer chaque jour durant la saison estivale l'ouverture du Jardin botanique. Un groupe de personnes consacrant beaucoup de leur temps et de leur savoir-faire à notre association œuvre avec dynamisme à leurs côtés. Je remercie chaleureusement tout ce monde bénévole sans oublier la rédactrice et les auteurs des articles du bulletin.
C'est grâce au dévouement et au travail de ces équipes que le Jardin botanique de Saverne vit et rayonne.

Albert Ortscheit

Les Conifères

Texte et photos Bernard Heitz

Les Conifères sont des arbres ainsi nommés car ils portent des cônes, qui constituent leurs fructifications. Ils font partie des Gymnospermes, des plantes à graines nues. En effet les graines, bien que coincées entre les écailles du cône, ne sont pas enfermées comme celles d'un fruit.

LE CÔNE

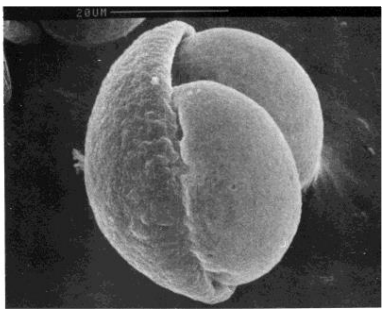
Le cône est constitué par un axe qui est en fait une tige feuillée. Les feuilles sont disposées selon des hélices foliaires et fortement serrées les unes contre les autres. On les appelle des bractées, car à leur aisselle se développe un petit axe portant une seule feuille qui est l'écaille du cône et qui porte deux ovules. Ceux-ci, après fécondation deviendront deux graines. Ces dernières sont généralement ailées et dispersées par le vent. Chez le Pin pignon, elles sont trop grosses pour voler et leur aile se détache rapidement.
Souvent, bractée et écaille sont difficiles à distinguer, mais chez le Douglas (1), la bractée fourchue se voit très bien. Il y a bien sûr des exceptions.
Chez les Genévriers (2), les écailles du cône sont charnues et se soudent à maturité formant une sorte de baie et chez l'If (3) le cône est très théorique, en fait, au sommet du rameau se trouve une graine entourée par une excroissance charnue qu'on nomme un arille. Cet arille est la seule partie non toxique de toute la plante.
Nous n'avons parlé pour l'instant que des cônes femelles.

1. *Pseudotsuga menziesii*

2. *Juniperus communis*

3. *Taxus baccata*

Au printemps, les Conifères portent également des cônes mâles.
Ceux-ci sont également des axes portant des feuilles réduites. Celles-ci portent elles-mêmes des sacs polliniques, ce qui en fait des étamines. Ces cônes mâles produisent une quantité phénoménale de pollen, constituant ce que l'on appelle des pluies de soufre. Ce phénomène spectaculaire attire régulièrement l'attention des médias. La raison en est que le pollen, transporté par le vent est disséminé au hasard. La chance pour un grain de pollen de tomber sur un ovule est ridiculement faible, moins encore que celle de gagner au loto. La fécondation n'a donc une chance de se produire que si la plante joue des millions de fois en produisant des millions de grains de pollen. Les grains de pollen ont souvent des sortes d'ailes nommées ballonnets, qui les aident à voler (4).
En général, la même plante porte des cônes des deux sexes, avec à nouveau pour exception les Ifs et les Genévriers qui sont dioïques, c'est-à-dire où l'on trouve des plantes mâles et des plantes femelles.



4. Pollen de *Pinus*

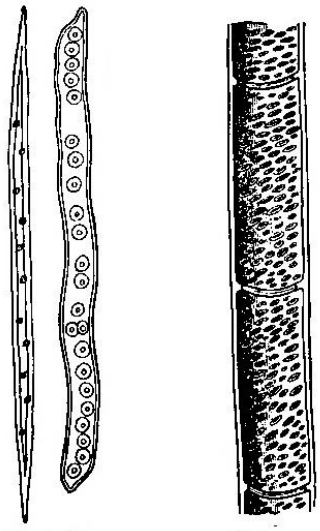
LA RÉSINE

Les Conifères portent encore un autre nom, on les appelle les Résineux.
Tous les conifères actuels, sauf les Ifs, sont en effet des plantes ligneuses dont le bois exsude de la résine.
Cette résine, à ne pas confondre avec la sève, est contenue dans des canaux résinifères. En coupe transversale ces canaux montrent un cercle de 8 cellules sécrétrices entourant un canal extracellulaire de résine et entouré d'un cercle de cellules sclérifiées. La résine, appelée gemme dans les Landes et baume chez le sapin du Canada, est un liquide limpide, jaune à brun qui durcit et brunit en séchant. Elle est insoluble dans l'eau mais soluble dans l'alcool.
Chimiquement c'est un mélange abominable mais principalement de terpènes, des polymères de taille variée d'isoprène (C5H8).
Deux isoprènes constituent un monoterpène (C10H16), 4 un diterpène (C20) puis triterpènes jusqu'à polyterpènes. Plus la chaîne est longue plus la substance est visqueuse.
Quand les chaînes sont courtes, la résine est liquide. Les oléorésines sont des mélanges de mono-, sesqui- et diterpènes. Le radical « sesqui » signifie « un et demi », les sesquiterpènes sont donc en C15. Ces résines à chaîne courte sont aussi appelées « huiles essentielles » car elles ont un contact huileux mais s'évaporent comme une essence. La publicité joue sur le double sens du mot « essentiel » qui peut signifier « important » comme dans « acides aminés essentiels ».
Ces substances se trouvent également dans les poches à essence des lauriers, des agrumes ainsi que dans d'autres plantes comme la menthe, la lavande, la sauge, le gingembre, la rose, le persil, le romarin, l'achillée, etc.
La résine contient aussi des alcools, des aldéhydes et des cétones. Comme l'alcool est miscible à l'eau, il peut y avoir de l'eau dans la résine, avec des sucres.
La résine purifiée est nommée térébenthine, distillée c'est l'essence de térébenthine (Terpentin en allemand).
La résine fossilisée est l'ambre, la résine chauffée donne la poix.
Les mêmes substances que dans la résine se trouvent dans les latex. Ces latex ne sont pas sécrétés hors des cellules mais s'accumulent dedans. La cellule grossit alors en s'allongeant et devient un laticifère comme chez les Euphorbes, les Laiterons, Concombres, Apocynacées, Liserons, etc. Comme il y a beaucoup d'eau il se forme une émulsion, qui n'est pas limpide mais laiteuse, souvent blanche, parfois colorée comme chez la Chélidoine.

5. *Pinus tabulaeformis*
Bois de compression

LE BOIS

Caractéristique moins visible, le bois des Conifères diffère de celui des Feuillus. Une des fonctions du bois est de garantir la rigidité du tronc et des branches. Chez les arbres feuillus, le bois est surtout résistant à la traction, moins à la compression. Chez les Conifères c'est l'inverse, le bois est plus résistant à la compression. Cela se voit si un arbre penche ou encore mieux sur une branche horizontale.
Le bois s'épaissit du côté où la pesanteur appuie, en l'occurrence vers le bas (5).
L'autre fonction du bois est de conduire la sève vers le haut de la plante. Il s'agit essentiellement d'eau, pompée dans le sol par les racines. Chez les Conifères, le tissu conducteur du bois n'est pas constitué de vaisseaux mais de trachéides. Les vaisseaux des plantes à fleurs sont de fins tuyaux qui conduisent la sève d'un bout à l'autre de la plante. Les trachéides des Conifères sont des cellules très allongées mais de longueur limitée. La sève passe d'une trachéide à l'autre par des perforations dites aréolées (schéma). Ce mode de conduction de la sève est moins performant, ce qui explique que le feuillage des Conifères semble adapté à la sécheresse, les feuilles étant en général petites et vernissées, ce qui diminue leur évaporation.



d'après E. Strasburger

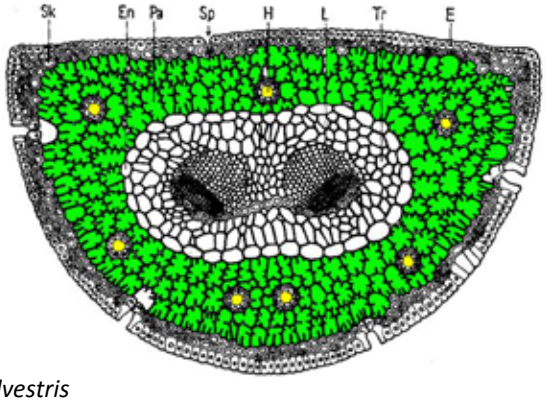
LES FEUILLES

Le feuillage des Conifères est souvent très caractéristique : les feuilles sont très simples, lancéolées ou linéaires avec une nervure centrale. On les appelle des aiguilles, nom qu'elles ne méritent pas toujours. Une feuille d'If ou de sapin est identique à une feuille de laurier rose, mais plus petite. Une feuille de Podocarpus le montre bien. Par contre une feuille d'épicéa est de section carrée comme celle d'un Crocus et mérite le nom d'aiguille.

La feuille de Pin est très spéciale. Chez le Pin, les feuilles ou aiguilles sont groupées par deux sur un rameau nain (6). A la base du rameau nain il y a des écailles, des feuilles réduites à leur base, comme les écailles de bourgeons, puis deux longues feuilles de section semi-circulaire.

6. *Pinus sylvestris*
Aiguilles

Sur la coupe (7) on voit un épiderme imperméable épaissi, un tissu chlorophyllien dans lequel se trouvent les canaux à résine et deux nervures comprenant le bois et le liber.



7. *Pinus sylvestris*
Coupe d'aiguille

Chez certains Pins exotiques, les aiguilles sont groupées non par deux mais par 3 voire par 5. Une espèce américaine a des aiguilles solitaires (8). La suite de nombres 1 2 3 5 est le début de la célèbre série de Fibonacci, qui gouverne entre autres la disposition des feuilles sur les tiges et qui permet de déterminer le nombre d'or.

8. *Pinus cembroides monophylla*

Chez certains Conifères, en particulier les Cupressacées, les feuilles sont souvent réduites à des écailles plaquées contre la tige. Il s'agit là aussi d'une adaptation à l'économie d'eau. Ce caractère n'apparaît qu'à l'état adulte, les plantules ayant des feuilles en aiguille. Le même phénomène existe chez des Ericacées et certains Acacias. Il s'agirait d'une application du fameux principe émis par Heckel selon lequel un individu en formation présente des caractères ancestraux, « L'ontogenèse récapitule la phylogenèse ».

DISTRIBUTION DES CONIFÈRES

Actuellement ces plantes occupent de grandes surfaces dans le nord de l'hémisphère nord, constituant les forêts dites Taïga. Il s'y ajoute les forêts de montagne de nos régions. Il s'agit surtout de plantes de la famille des Pinacées, couvrant d'immenses surfaces avec un nombre relativement restreint d'espèces. Sous les tropiques et dans l'hémisphère sud, les Conifères se trouvent surtout en montagne, avec des populations plus restreintes mais de beaucoup plus nombreuses espèces. On estime qu'il existe actuellement environ 600 espèces de Conifères, alors qu'au Jurassique on dénombre plus de 20 000 fossiles connus. Les Conifères sont donc actuellement en régression, concurrencés par les Angiospermes plus compétitives.

CLASSIFICATION DES CONIFÈRES

Les Conifères constituent l'ordre des Coniférales ou des Pinales.

La famille des Pinacées

Dans nos régions on trouve surtout la famille des Pinacées.
Les espèces signalées par un astérisque* sont visibles au Jardin botanique de Saverne.

1. La sous-famille des Pinoïdées

Comprend le seul **genre *Pinus*.**
On connaît plus de 80 espèces de Pins. En France on en compte 7 espèces, en Alsace une seule spontanée, le Pin sylvestre, ***Pinus sylvestris****. Il est représenté par plusieurs races dont celle de Haguenau et celle de Wangenbourg. On le reconnaît facilement à ses aiguilles par deux, d'un vert bleuté et légèrement torsadées. Le tronc est caractéristiquement bicolore, brun foncé en bas, brun clair en haut, ce qui permet en allemand un jeu de mot sur «Oberkiefer» et « Unterkiefer », le mot « Kiefer » qui désigne notre Pin sylvestre signifiant également « mâchoire ».
Au Jardin de Saverne il se trouve à plusieurs exemplaires et constitue une partie importante des forêts environnantes.

9. *Pinus nigra*

Dans nos forêts sont plantées deux espèces introduites, le Pin noir d'Autriche, ***Pinus nigra* subsp. *nigra*** (9) aux aiguilles droites, d'un vert foncé et au tronc uniformément foncé et le Pin de Weymouth, ***Pinus strobus****, un Pin américain aux aiguilles par 5 et aux cônes très allongés.
Au Champ du Feu on a introduit quelques Pins à crochet, ***Pinus mugo**** une espèce alpine de petite taille, au tronc tordu, nommée en allemand Krummholz-kiefer.
Dans le sud de la France on trouve d'autres sous-espèces de Pin noir, en particulier le Pin de Salzmann, ***Pinus nigra* subsp. *cebenensis*** et le Pin de Corse, ***Pinus nigra* subsp. *laricio***.
Les diverses sous-espèces du Pin noir sont difficiles à distinguer morphologiquement mais présentent des différences écologiques.
Dans le Midi de la France on trouve le Pin d'Alep, ***Pinus halepensis*** (10), aux aiguilles fines et le Pin pignon ou Pin parasol, ***Pinus pinea*** (11), répandu sur les sables du bord de mer et connu pour ses graines comestibles. C'est lui que les Romains désignaient du nom de Pinus, dérivé du celte « pen » signifiant « tête » du fait de sa silhouette. Les graines des autres Pins sont comestibles également mais trop petites pour être utilisées, bien que celles du Pin d'Alep servent à faire une confiserie en Tunisie.
Le célèbre Pin des Landes ou Pin maritime, ***Pinus pinaster*** (12), est cultivé pour son bois et sa résine. Les Landes s'appellent ainsi car elles n'étaient à l'origine pas une forêt, mais une lande où pâturaient des moutons gardés par des bergers montés sur des échasses. Ce n'est que sous Napoléon III que furent plantés les fameux Pins. A l'état sauvage cette espèce ne se trouve que sur de faibles surfaces dans la région méditerranéenne, en particulier près de Narbonne, non loin de l'abbaye de Fontfroide.

10. *Pinus halepensis* (à gauche)
11. *Pinus pinea* (photo du bas)
12. *Pinus pinaster* (à droite)

En haute montagne on trouve les Pins à crochet. Le crochet en question se trouve à l'extrémité des écailles du cône. Plus on monte en altitude plus ces arbres sont petits.
En basse montagne se trouve ***Pinus uncinata****, un arbre droit de forme normale. Plus haut on a ***Pinus mugo****, un arbre tordu déjà cité et en très haute montagne, ***Pinus pumilio*** qui n'est qu'une broussaille ne dépassant guère le mètre de haut.

Aux mêmes altitudes on trouve curieusement un Pin aux aiguilles par 5, ce qui est exceptionnel pour un Pin européen. Il s'agit en effet d'un Pin de Sibérie, arrivé lors des glaciations et resté accroché au sommet des Alpes. En français on l'appelle Arole, Arolle ou Pin cembro. Les Allemands le nomment Zirbel-kiefer ou Arve. Son nom officiel est ***Pinus cembra*** (13).

13. *Pinus cembra*

Notre Jardin botanique permet de voir quelques Pins exotiques comme ***Pinus banksiana****, aux branches tordues et aux aiguilles très courtes, qui nous vient des régions froides de l'Amérique du nord. De l'ouest des U.S.A. nous viennent ***Pinus contorta****, un petit arbre aux aiguilles par 2 ainsi que ***Pinus coulteri**** et ***Pinus jeffreyi****, deux très grandes espèces aux aiguilles par 3.
Pinus resinosa* vient de l'est des U.S.A., où il constitue un important arbre forestier alors que ***Pinus gerardiana**** est originaire de l'Himalaya. C'est également de là que vient le Pin pleureur, ***Pinus wallichiana***, ainsi nommé pour ses longues aiguilles pendantes, souvent planté à titre ornemental.

Pinus montezumae (14), du Mexique lui ressemble beaucoup mais sa faible rusticité le rend beaucoup plus rare chez nous.

14. *Pinus montezumae*

2. La sous-famille des Laricioïdées

Elle comprend trois genres.
Ces arbres n'ont pas les minuscules rameaux nains des Pins mais des rameaux courts, de 2 à 3 cm portant une rosette de feuilles.

Le genre *Larix*, en français Mélèze, comprend 10 espèces dont l'une ***Larix decidua**** (15), vit en France en haute montagne. On la trouve également plantée dans les Vosges. Les autres espèces sont répandues dans les régions froides de l'hémisphère nord. Dans nos forêts on trouve assez souvent planté ***Larix* x *eurolepis***, l'hybride entre ***Larix kaempferi****, le Mélèze du Japon et ***Larix decidua***. L'adjectif latin « decidua » signifie « caduque ». Les Mélèzes ont en effet la qualité, rare chez les Conifères, de perdre leurs feuilles en hiver.

Ce caractère est également présent chez le Mélèze doré, ***Pseudolarix amabilis****(16), un bel arbre de Chine, que vous pouvez admirer au Jardin botanique, mais dont la culture dans la plaine d'Alsace est impossible du fait de sa totale intolérance au calcaire.

15. *Larix decidua*

16. *Pseudolarix amabilis*

Le genre *Cedrus*, en français Cèdre, n'a que 4 espèces. Les Cèdres ont également des feuilles en rosette au sommet de rameaux courts, mais ne les perdent pas en hiver.
Cedrus atlantica*(17), le Cèdre de l'Atlas est répandu en Afrique du nord et planté en Europe à titre ornemental ou en boisement comme dans le massif du Lubéron.

Cedrus libani (18), le Cèdre du Liban est répandu en Turquie, alors qu'au Liban il a pratiquement disparu, du fait d'une utilisation excessive depuis l'époque biblique.
Le très rare Cèdre de Chypre, ***Cedrus brevifolia**** est représenté au Jardin botanique grâce à M. Roger Engel.

17. *Cedrus atlantica*

Le dernier, ***Cedrus deodara***, le Cèdre de l'Himalaya se reconnaît à ses aiguilles plus longues. Assez fréquent autrefois dans les parcs et jardins à titre ornemental, il est devenu rare car les hivers rigoureux lui ôtent sa beauté.
Il n'y a pas de cèdre en Amérique mais de nombreux Conifères américains portent ce nom : Red Cedar, White Cedar, Encense Cedar, etc. Cela vient du fait que les premiers colons venus d'Europe étaient imprégnés de culture biblique. Ils connaissaient le nom du Cèdre de la Bible, mais ne connaissaient pas l'arbre.
Ils ont donc donné ce nom à de beaux arbres américains qu'ils ne connaissaient pas non plus.

18. *Cedrus libani*

3. La sous-famille des Abietoïdées

Elle présente peu de différences entre les rameaux ; ils sont tous longs et portent des aiguilles disposées en hélices.

Le genre *Abies*
C'est là que l'on trouve les Sapins, en latin *Abies.* On les reconnaît à leurs cônes dressés, dont les écailles tombent une à une en laissant l'axe sur l'arbre. Il en existe 51 espèces, dont une en France et en Alsace, ***Abies alba***, le sapin des Vosges, en allemand "Weiss-Tanne" ou curieusement "Schwarz-Tanne". Il est répandu dans toutes les montagnes d'Europe moyenne.

19. *Abies pinsapo*

Dans la région méditerranéenne on trouve plusieurs espèces rares dont le Sapin d'Espagne, ***Abies pinsapo****(19), le Sapin du Maroc, ***Abies marocana***, le sapin d'Algérie, ***Abies numidica****, le Sapin de Sicile, ***Abies nebrodensis***, en voie d' extinction, le Sapin de Grèce, ***Abies cephalonica***, le Sapin de Turquie, ***Abies cilicica**** et le très célèbre Sapin de Nordmann, ***Abies nordmanniana****(20) qui pousse à l'est de la Mer noire et que l'on cultive en grande quantité dans les Vosges où il s'hybride avec notre Sapin local.

En Amérique du nord on trouve de nombreuses espèces remarquables dont le Sapin noble, ***Abies procera***, le Sapin géant, ***Abies excelsior***, parfois planté dans les Vosges ou le Sapin blanc du Colorado, ***Abies concolor**** dont les aiguilles sont d'un vert bleuté sur les deux faces.

20. *Abies nordmanniana*

L'Asie a également de nombreuses espèces, nous ne citerons que le curieux ***Abies koreana****(21), un petit arbre dont les cônes présentent une remarquable couleur bleue.

21. *Abies koreana*

Le genre *Picea*

Souvent confondus avec les Sapins, les Epicéas ou Pesses s'en distinguent par des cônes pendants qui tombent en entier au sol.

Le genre *Picea* comprend une cinquantaine d'espèces dont une seule pousse en France, ***Picea abies****(22). Il est indigène dans les Alpes et le Jura, ainsi que dans la Forêt-Noire. Dans les Pyrénées et les Vosges il n'est que planté, d'ailleurs massivement, bien que certains individus, au bord des tourbières des Hautes-Vosges soient sans doute indigènes. Ses noms allemands sont Fichte ou Rot-Tanne du fait de la couleur rousse de son écorce.

22. *Picea abies*

La seconde espèce européenne est ***Picea omorika****(23), l'Epicéa de Serbie. Il n'est indigène que dans la vallée de la Drina qui fait la frontière entre la Serbie et la Bosnie. Poussant sur des pentes très escarpées, c'est un arbre très étroit mais pouvant atteindre 30 m. A noter que l'Epicéa de Serbie a des aiguilles plates, vert foncé dessus avec deux lignes blanches dessous, comme notre Sapin et non comme notre Epicéa aux aiguilles de section carrée. Les autres espèces se trouvent en Amérique du nord et en Asie.

Le Jardin botanique en compte une dizaine d'espèces dont nous citerons l'américain ***Picea pungens****, une espèce dont les pépiniéristes proposent plus de 25 cultivars dont le célèbre « Sapin bleu », ***Picea pungens* 'Glauca'**, présent dans tous les jardins. A noter aussi la Sapinette d'Orient, ***Picea orientalis**** au beau feuillage vernissé.

23. *Picea omorika*

Le genre *Tsuga*

Il comprend 14 espèces en Amérique du nord et en Asie tempérée. Il se distingue par des feuilles assez petites et de longueur variée, celles situées sur la partie supérieure du rameau étant plus courtes que celles de la partie inférieure. Ce caractère justifie le nom du ***Tsuga diversifolia****, originaire du Japon dont un bel exemplaire se trouve au Jardin botanique. On y voit également ***Tsuga canadensis**** (24), la Pruche des Québécois, un petit arbre aux rameaux recourbés vers le bas, commun dans l'est des U.S.A. et du Canada.

24. *Tsuga canadensis*

Le genre *Pseudotsuga*

Il comprend 5 espèces en Amérique du nord et en Asie. L'espèce la plus connue est ***Pseudotsuga menziesii****(1), le Sapin de Douglas, un arbre géant, sans doute le plus grand qui ait jamais été mesuré avec 137 m. Il est répandu le long de la côte pacifique, les plus grands étant ceux de la région de Vancouver (Douglas vert), ceux de Californie étant plus petits avec un feuillage glauque (Douglas bleu), avec un passage graduel des uns aux autres. Du fait de leur croissance rapide, ils sont plantés massivement dans les Vosges et la Forêt-Noire.

1. *Pseudotsuga menziesii*

On les reconnaît à leur écorce lisse à l'état jeune avec des poches de résine en relief et à l'odeur d'agrume qui se dégage quand on froisse leur feuillage.

La famille des Cupressacées

Elle est caractérisée par des cônes plutôt petits et des feuilles généralement en écailles appliquées contre la tige.

1. La sous-famille des Cupressoïdées

La seule que l'on trouve chez nous.

Le genre *Cupressus*

Ce sont les Cyprès, en latin *Cupressus,* dont on connaît une douzaine d'espèces dans les régions de climat méditerranéen de l'hémisphère nord. Le Cyprès vrai ou Cyprès de Toscane, ***Cupressus sempervirens*** (25) vit dans les montagnes de la Méditerranée orientale jusqu'en Iran. On le reconnaît à ses fins rameaux, de section en apparence carrée, du fait des minuscules feuilles plaquées sur les quatre faces. Ses cônes sont des boules en bois de la taille d'une grosse noix. Il existe sous deux formes, l'une aux branches largement étalées, l'autre, la plus connue, aux rameaux verticaux appliqués contre le tronc comme chez le Peuplier d'Italie. Cette dernière est massivement plantée dans le Midi et en Italie comme brise-vent et à titre ornemental.

25. *Cupressus sempervirens*

Le Cyprès de Monterey, ***Cupressus macrocarpa****, aux cônes un peu plus gros vit au bord de la mer en Californie, jusque sur les rochers battus par les vagues. Il est parfois planté en Bretagne dans des stations similaires ou dans des parcs.

Dans beaucoup de jardins et de parcs on peut voir le très ornemental Cyprès bleu de l'Arizona, ***Cupressus arizonica****. Alors que dans la nature il occupe une aire relativement restreinte en haute montagne, on peut le cultiver à peu près sur toute la terre, de la Norvège jusqu'au Congo.

Le genre *Chamaecyparis*

Les Faux-Cyprès, appartenant au genre *Chamaecyparis* sont très proches des vrais, au point qu'il existe un hybride, ***Cupressus* x *leylandii**** ou ***Chamaecyparis* x *leylandii***, entre un vrai et un faux Cyprès et que l'espèce ***Cupressus nootkatensis**** a été longtemps rattachée au genre *Chamaecyparis.*

Le genre *Chamaecyparis* se distingue par des cônes de la taille d'un petit pois et des rameaux aplatis. Il comprend 5 espèces, en Amérique du nord et en Asie.

L'espèce la plus connue est ***Chamaecyparis lawsoniana****(26), de la côte ouest des U.S.A. Elle est cultivée dans les parcs et jardins sous la forme de plus de 130 cultivars, qui varient par la silhouette de l'arbre, d'étroitement dressé à rampant, la couleur, de bleu à jaune en passant par toutes les nuances de vert, et par la forme des feuilles, en écailles ou en aiguilles.

26. *Chamaecyparis lawsoniana*

Il en est de même avec *Chamaecyparis obtusa** du Japon, qui a une trentaine de cultivars et *Chamaecyparis pisifera*, également japonais, qui en a 35. Parfois ces cultivars sont tellement différents de l'espèce sauvage, qu'on leur avait donné un nom de genre différent (*Retinospora*) et qu'il a fallu l'analyse chimique de la résine pour ranger chacun dans la bonne espèce.

Le genre *Thuja*

L'arbre le plus connu de la famille est certainement le Thuya. Il est planté, généralement sous forme de haie dans tous les jardins de la région. La principale raison en est qu'à la différence des Cyprès, les Thuyas se bouturent avec une extrême facilité. L'autre différence tient dans la forme des cônes : chez les Cyprès ils sont en forme de boule, chez les Thuyas ils sont allongés en forme de tulipe.
L'espèce la plus répandue est le Thuya géant, ***Thuja plicata****(27), originaire de l'Ouest des U.S.A.
On lui connaît une dizaine de cultivars mais le plus répandu est 'Atrovirens' au beau feuillage vert foncé.
La seconde espèce, ***Thuja occidentalis**** du nord des U.S.A. et du Canada, est moins utilisée pour les haies car le feuillage devient brun en hiver. Elle est cependant cultivée dans les jardins sous la forme d'une cinquantaine de cultivars souvent nains.

27. *Thuja plicata*

Dans nos jardins on trouve aussi le Thuya oriental, parfois appelé Biota, reconnaissable à ses rameaux aplatis en position verticale et à ses cônes aux écailles en forme de corne. Son nom officiel est ***Platycladus orientalis*** (28).

28. *Platycladus orientalis*

Le genre *Thujopsis*

29. *Thujopsis dolobrata*

Très proche des Thuyas, mais avec des rameaux plus épais et des feuilles en écailles beaucoup plus grandes, ***Thujopsis dolobrata****(29) est un petit arbre très ornemental originaire du Japon. On le voit étonnamment peu dans les jardins bien qu'il soit parfaitement rustique et qu'il se bouture bien. Il permet de bien voir la structure du feuillage en écailles des Cupressacées. Les feuilles sont opposées et à chaque paire de feuilles planes succède une paire de feuilles pliées, ce qui donne à l'ensemble une forme aplatie. De plus le rameau aplati présente une face supérieure vert foncé brillant et une face Inférieure tachée de blanc. Les feuilles planes sont donc vert foncé si elles sont situées dessus et blanches si elles sont dessous.
Les feuilles pliées ont toutes un côté vert foncé et un côté blanc.

Au Jardin botanique on peut encore voir quelques Cupressacées exotiques comme ***Microbiota decussata**** (30 & 31), un arbuste rampant de Sibérie, dont le feuillage brunit en hiver et reverdit spectaculairement en été ou encore ***Calocedrus decurrens**** (32), un arbre géant qui concurrence les Séquoias dans la Sierra Nevada en Californie.

30. *Microbiota decussata*

31. *Microbiota decussata*

32. *Calocedrus decurrens*

Le genre *Juniperus*

Le genre le plus important de la sous-famille des Cupressoïdées, le seul que l'on trouve en Alsace, les Genévriers.

Il comprend une soixantaine d'espèces répandues dans tout l'hémisphère nord.

En France on compte 4 espèces, en Alsace une seule, ***Juniperus communis****(2) dont les cônes charnus servent à parfumer la choucroute sous le nom de baies de genièvre, « Wacholderbeere » en alsacien. La plante est dioïque et seuls les pieds femelles portent des baies. Notre Genévrier indigène n'a que des feuilles en aiguilles, fort piquantes au demeurant. Il est répandu dans tout l'hémisphère nord froid et tempéré et cultivé dans les jardins sous une vingtaine de cultivars.

Juniperus communis

33. *Juniperus phoenicea*

Dans le sud de la France on le trouve en compagnie de son cousin méridional, le Cade, ***Juniperus oxycedrus***, lui aussi à feuilles en aiguilles mais plus longues. Au bord de la Méditerranée, on peut voir un petit arbuste aux feuilles en écailles obtuses, le Genévrier de Phénicie, ***Juniperus phoenicea*** (33), dont les femelles portent des baies brun-rouge.

Dans les Alpes du sud on trouve la Sabine, ***Juniperus sabina****, souvent cultivée dans les jardins à titre ornemental et autrefois pour sa réputation de plante abortive, il s'agit en réalité d'une plante toxique. A l'état adulte cette espèce n'a que des feuilles en écailles.

Dans les parcs et jardins on trouve souvent deux espèces qui ont en mélange des feuilles en aiguilles et des feuilles en écailles. Il s'agit de ***Juniperus virginiana****, répandu du Canada à la Floride sous le nom de « Red-Cedar » et cultivé sous une vingtaine de cultivars. L'autre espèce, qui lui ressemble beaucoup *est* ***Juniperus chinensis***, du nord de la Chine, de Mongolie et du Japon, dont près de 50 cultivars sont proposés par les pépiniéristes.

A la famille des Cupressacées ont été rattachés plusieurs genres qui avaient auparavant une famille à part, les Taxodiacées.

2. La sous-famille des Taxodioïdées

Le genre *Taxodium*

Cette sous-famille comprend principalement les Cyprès-chauves, ainsi nommés car ils perdent leurs feuilles en hiver.
Le genre *Taxodium* comprend deux espèces, toutes deux américaines dont l'une ***Taxodium distichum*** (34) est connue pour ses pneumatophores, diverticules des racines qui sortent du sol inondé et permettent à celles-ci de respirer.

34. *Taxodium distichum*

Le genre *Cryptomeria* avec l'unique espèce ***Cryptomeria japonica****, en japonais « Sugi », que les Allemands nomment « Sicheltanne » à cause de ses aiguilles courbes (35). Son bois, très utilisé au Japon est de couleur noire (36). Dans les parcs et jardins on en trouve une vingtaine de cultivars dont le curieux 'Rasen-Sugi'(37), autrefois nommé 'Spiralis' dont les aiguilles sont enroulées en hélice.

.

35. *Cryptomeria japonica*

36. *Cryptomeria japonica* - Bois

37. *Cryptomeria japonica* 'Rasen Sugi'

3. La sous-famille des Séquoioïdées

Elle comprend trois genres avec chacun une espèce, toutes trois présentes au Jardin botanique.

Sequoia sempervirens* (38) vit le long de la côte ouest des U.S.A., c'est le célèbre « Red Wood », un arbre géant pouvant dépasser les 110 m, un des rares conifères pouvant rejeter de souche et former d'énormes cépées.

Sequoiadendron giganteum* (39), le « Big Tree » des Américains vit dans la Sierra Nevada, la première chaîne de montagnes après le Pacifique à des altitudes voisines de 2.000 m. C'est le plus gros être vivant de la création avec une hauteur de 90, voire 100 m et un diamètre pouvant dépasser 10 m, y compris une écorce de 50 cm. Il est assez souvent planté dans nos parcs, le plus gros d'Europe se trouvant à Ottrott.

En Chine, ***Metasequoia glyptostroboïdes**** (40), n'a été découvert qu'en 1945. Il ressemble beaucoup au *Taxodium* mais a des rameaux courts opposés. Comme chez *Taxodium* ce sont ces rameaux courts qui tombent en hiver avec leurs feuilles.

38. *Sequoia sempervirens* (ci-dessous)
39. *Sequoiadendron giganteum* (au milieu)

40. *Metasequoia glyptostroboïdes*

La famille des Cupressacées comprend encore d'autres sous-familles peu importantes comme celle des Cunninghamioïdées avec un seul genre et 2 espèces en Chine.
Cunninghamia lanceolata* serait un bel arbre s'il n'était pas en permanence enlaidi par des branches mortes.

La famille des Sciadopityacées

Elle se résume à ***Sciadopitys verticillata*** (41), le Pin à ombrelles, un arbre japonais présentant de grandes aiguilles doubles groupées en verticille. Très ornemental, il nécessite malheureusement la terre de bruyère, d'où sa rareté chez nous.

41. *Sciadopitys verticillata*

Les trois familles suivantes ne sont pas représentées en Europe.

Les Araucariacées

Les Araucariacées ne se trouvent que dans l'hémisphère sud.

Le genre *Araucaria* comprend 19 espèces dont 13 sont endémiques de la Nouvelle-Calédonie. L'espèce la plus connue chez nous est le « Sapin d'appartement » ***Araucaria heterophylla*** (42) originaire de l'île de Norfolk. A l'état jeune, tel qu'il est cultivé en pot, il présente des feuilles en aiguilles courbes, à l'état adulte, les feuilles sont en écaille (43). La seule espèce cultivable sous nos climats est l'Araucaria du Chili ou Désespoir des singes, ***Araucaria araucana**.**

42 et 43. *Araucaria heterophylla*

Le genre *Agathis* comprend 16 espèces qui présentent des feuilles lancéolées à nervures parallèles, très étonnantes pour des Conifères (44).

Le genre *Wollemia*
Depuis 1994 la famille comprend un troisième genre avec l'unique et rarissime espèce ***Wollemia nobilis**** (45), découverte dans le sud de l'Australie. Depuis 2010 le Jardin botanique est fier d'en posséder un.

44. *Agathis robusta*

45. *Wollemia nobilis*

Les Podocarpacées

L'autre famille exotique.
Comme son nom l'indique, le pied constitue le fruit. En clair, le pédoncule qui porte la graine est renflé et charnu, semblable à une baie.

La famille comprend 17 genres dont le plus important est *Podocarpus*. C'est également le seul qui comprenne des plantes rustiques chez nous. Ainsi ***Podocarpus nivalis****(46) et ***Podocarpus alpinus**** (47), des montagnes de Nouvelle-Zélande sont des arbrisseaux semblables à des petits Ifs dont les pédoncules rouges sont comestibles. ***Podocarpus macrophyllus*** (48) et ***Podocarpus nereifolius*** (49), originaires de Chine et qui supportent le climat méditerranéen, devraient être essayés chez nous en situation abritée. Il en est de même de ***Nageia nagi*** (50).

46. *Podocarpus nivalis*

47. *Podocarpus alpinus*

48. *Podocarpus macrophyllus*

49. *Podocarpus nereifolius* mâle

50. *Nageia nagi*

Les Cephalotaxacées

La petite famille des Cephalotaxacées, un genre et une dizaine d'espèces, semble faire partie des Conifères les plus archaïques. Les Cônes femelles portent de nombreux ovules dont un seul se développe.

Chez ***Cephalotaxus harringtonii**** la photo 51 montre les gouttelettes sécrétées par les ovules. Chez toutes les plantes gymnospermes, Ginkgos, Cycas, Conifères, c'est à ces gouttelettes que s'accrochent les grains de pollen. La gouttelette est ensuite réabsorbée par l'ovule, entraînant le grain de pollen à l'intérieur.

51 et 52. *Cephalotaxus harringtonii*

Chez les *Cephalotaxus* (52) la graine, nue, se développe comme chez les Ginkgos, avec un tégument externe charnu et un noyau. Le faux fruit ainsi formé a l'aspect d'une prune. Il est sucré avec un fort goût de résine.

Les Taxacées

Enfin, la famille des Taxacées, 3 genres et une quinzaine d'espèces, nous est surtout connue par l'If, ***Taxus baccata**** (2, 53). C'est un arbre indigène chez nous mais devenu très rare dans la nature. Il est par contre massivement planté, souvent en haie. Il faut savoir qu'à part l'arille qui est sucré et comestible, tout le reste de la plante est toxique. On en connaît une cinquantaine de cultivars dont l'If d'Irlande, ***Taxus baccata* 'Fastigiata'**(54), aux rameaux tous verticaux, découvert en 1780 en Irlande. Au Jardin botanique vous pouvez admirer un cousin japonais de l'If**, *Torreya nucifera****, aux aiguilles plus grandes et piquantes.

53. *Taxus baccata*

54. *Taxus baccata* 'Fastigiata'

Comme vous voyez le mot « Conifère » représente un ensemble beaucoup plus vaste et plus divers que la simple notion de « Sapin ». Bien qu'ils soient sur le déclin et ne représentent plus qu'une infime partie des plantes, 600 espèces sur presque 300 000, les Conifères occupent une place importante dans la nature et dans la vie des hommes.

Doris Walter

Un aperçu ethnobotanique sur le Faux-poivrier (*Schinus molle*, Anacardiaceae)

1.*Schinus molle* avec le Huandoy (6356 m) en toile de fond

Introduction

Vous connaissez tous certainement les baies de poivre rose. Mais savez-vous qu'elles sont originaires d'Amérique du Sud – en particulier du Pérou – et qu'elles n'ont rien à voir avec le véritable poivre (*Piper nigrum*) ? Ce sont les fruits d'un arbre (*Schinus molle* L.), de la famille des Anacardiaceae. Au Pérou, on le trouve entre autres dans les vallées interandines au climat tempéré à chaud, notamment sur les pourtours de la Cordillère Blanche, au centre nord du pays, où je mène depuis de nombreuses années des investigations anthropologiques. De là mon intérêt pour cet arbre.

Il est appelé *mulli* ou *kullash* en langue quechua ; *molle* en espagnol. Ce qui est à l'origine de son nom d'espèce botanique. Connu chez nous en tant que Faux-poivrier, il a été introduit dans de nombreuses parties du globe. Aux Etats-Unis, il est parfois appelé California pepper tree. Quant à ses baies, vendues dans le commerce, elles proviennent d'endroits aussi divers que l'Amérique du Sud, la Floride, la Nouvelle Calédonie, l'Ile de la Réunion et Madagascar.

Or, ce qui attirait mon attention, c'est que chaque fois que j'expliquais à des paysans de la Cordillère Blanche que dans mon pays, nous utilisons les fruits du *molle* en tant que condiment, tel le poivre, dans les salades ou dans des sauces qui accompagnent entre autres les viandes, ils me regardaient tous d'un air surpris. « Ah bon ? Il faudra que tu nous montres comment... » Et j'étais toute fière de pouvoir leur apprendre quelque chose sur un arbre de leur région. Mais ensuite ce fut à mon tour d'être surprise, car en leur posant des questions sur cet arbre, je découvrais diverses croyances dont il est l'objet, et surtout ses multiples usages. Ce qui me fascinait, c'est que chacun des paysans avait un petit détail supplémentaire à ajouter.

2. Une grappe de fruits

Puis en me documentant, j'ai découvert qu'il était déjà fort prisé à l'époque préhispanique. Les Conquistadores eux-mêmes furent étonnés par cet arbre, qu'ils nommèrent *árbol de la vida*, sans doute en raison de ses nombreux emplois, et qu'ils s'empressèrent d'introduire au Mexique ainsi qu'en Espagne. Dans les Andes, bon nombre de ses usages anciens perdurent encore aujourd'hui : c'est ce que je voudrais vous faire partager dans cet article. Mais voici tout d'abord quelques précisions botaniques.

Description botanique

Le *Schinus molle* est un arbre ou arbuste qui pousse généralement jusqu'à 6 m de haut, mais il peut atteindre plus de 20 m. Il appartient à la famille botanique des Anacardiaceae, qui comprend entre autres l'anacardier (producteur des noix de cajou), les pistachiers et les sumacs. A l'instar d'autres membres de sa famille, le *S. molle* est un résineux. On le reconnaît sans peine à sa silhouette élégante et ses rameaux longuement pendants. Ses feuilles persistantes, composées de nombreux folioles, sont étroitement lancéolées, distantes, d'odeur poivrée au froissement. Les fleurs sont petites, d'un blanc jaunâtre, et disposées en grosses grappes. Les fruits, rouges, globuleux et presque secs, ayant la taille et la saveur d'un grain de poivre, sont des drupes (Lieutaghi 2004). Le *S. molle* fleurit pratiquement toute l'année. Il s'agit d'une espèce dioïque, chaque individu portant uniquement des fleurs masculines ou uniquement des fleurs féminines.

3. *Schinus molle*

Originaire d'Amérique du Sud, son centre de diversité se trouve dans les Andes. Au Pérou, il pousse depuis le niveau de la mer et jusqu'à 3500 m, dans des terrains secs, sableux. Il se plaît principalement dans les parties basses des vallées, formant partie du maquis. On l'observe également sur les berges des rivières de la côte et de la sierra. Introduit un peu partout dans le monde, il habite dans les régions tropicales ou chaudes. Il est considéré comme invasif dans certains pays, notamment aux Etats-Unis (Californie, Hawaï), en Afrique du Sud et en Australie.
Sur la côte méditerranéenne, et entre autres dans le sud de la France, il est planté en tant qu'ornemental pour son élégant feuillage.

Un arbre à la fois cultivé et sauvage

Grâce aux documents historiques (Garcilaso de la Vega 2012), nous savons que les Incas cultivaient le *molle* aux alentours de Cuzco, leur capitale. Tant autrefois qu'aujourd'hui, sa place est importante au sein des pratiques agroforestières (Ansión 1986). L'espèce est ainsi utilisée pour délimiter les champs ou en tant que coupe-vent, et la décomposition de ses feuilles et de ses branchages produit un excellent engrais organique. Le *molle* est planté le long des chemins pour fournir de l'ombre, et sa silhouette est appréciée en tant qu'ornemental. Ses branches ramifiées servent à entreposer la *panka*, c'est-à-dire les tiges et feuilles de maïs, séchées après la récolte, et destinées à servir de fourrage pour le bétail. Comme nous le verrons plus loin, les peuples anciens ont aussi cultivé le *molle* pour ses fruits.

4. La *panka*

Un jour, je me rendis dans un petit village du nom de Llanlla, sur le versant oriental de la Cordillère Blanche, pour y glaner des informations. Situé vers 2800 m d'altitude, le climat y est tempéré. Le *molle* abonde et détermine la physionomie du paysage.

5. Eglise de Llanlla

J'y rencontrai par hasard une femme du nom de Lidia, toute disposée à répondre à mes questions. « Le *molle* ? Il pousse comme de la mauvaise herbe », m'affirma-t-elle. « Pas besoin de le planter, il y en a partout ! ». Toutefois, je remarquai de grands arbres alignés à côté de l'église du village, et qui à l'évidence n'étaient pas là par hasard.

Le *molle* pousse dans un large spectre de sols, y compris les sols pauvres. Il est peu exigeant, grâce à son appareil racinaire développé et sa longue racine pivotante. Un homme, que je rencontrai au bord d'une route, dans un terrain particulièrement sec et caillouteux, me fit le commentaire suivant : « C'est un arbre très fort. Regarde donc où il pousse ! Pour survivre, il doit tirer les substances dont il a besoin profondément dans le sol ». Son ton témoignait d'une certaine admiration. Et malgré l'ubiquité du *molle* dans ces contrées, mes interlocuteurs ne semblent pas le percevoir comme une espèce invasive ou néfaste.

Le récit de Lidia

Pour en revenir à Lidia, elle me conta l'histoire suivante, qu'elle tenait de sa grand-mère, et qui explique comment l'espèce s'est propagée.

Dans les temps anciens, une femme vivait dans cette région, alors quasi désertique : la végétation y était rare, quelques *molles* y croissaient, mais de manière éparse. Un jour, elle en récolta des fruits pour parfumer l'eau de son bain. Ses ablutions faites, elle déversa sur le sol l'eau de sa bassine et s'assit sous l'un des *molles*. Peu après, levant les yeux, elle s'aperçut que l'arbre s'était rempli de fruits. Regardant alors d'un côté puis de l'autre, elle vit les branches des *molles* voisins – comme par miracle – commencer à se couvrir elles aussi d'une infinité de fruits. Enfin, elle observa les collines environnantes et y vit naître quantités de *molles*, à perte de vue. Sans le faire exprès, cette femme avait ainsi participé à la multiplication du *molle*. Car, comme me l'expliqua Lidia, le fait que les fruits aient été trempés dans l'eau avant leur dispersion avait favorisé la germination de leurs graines, dégagées de leur enveloppe (exocarpe). Et Lidia de conclure que « le *molle* est femme ».

6. Lidia, avec une branche de fleurs de *molle*

Comme le démontre Sherbondy (1986), à l'époque préhispanique les arbres cultivés (appelés *mallki* en quechua) étaient profondément vénérés et considérés comme des ancêtres : ils représentaient la vie et la fertilité. Leurs ramifications et leurs fruits symbolisaient la multiplication du groupe familial, et leur longévité la pérennité du clan. Dans le conte de Lidia, on retrouve la notion de reproduction à l'infini, d'abondance, assortie d'un principe féminin. Aujourd'hui encore, dans de nombreuses régions des Andes à l'époque du Carnaval, des rites et des danses convertissent les ancêtres *mallkis* en intermédiaires pour stimuler la fertilité agricole.

Lidia me raconta ensuite qu'à présent c'est le *yukis* (*Turdus chiguanco*, Turdidae) qui se charge de la dissémination des graines du *molle*. Cet oiseau particulièrement glouton – dont on dit qu'il ingurgite les aliments sans les broyer, et qu'ils ressortent intacts dans ses déjections – se nourrit entre autres des fruits du *molle*. Le passage par son estomac faciliterait la germination, en aidant l'enveloppe extérieure de la drupe, très mince, à se détacher de la graine. Elle précisa que le *yukis* n'est pas le seul oiseau à se nourrir des fruits du *molle* : il y en a bien d'autres qui en sont friands. Toutefois, ajouta-t-elle au passage, actuellement les fruit s ne se développent plus comme avant, et deviennent souvent grisâtres. Seraient-ils atteints d'une maladie ?

7. Le *yukis* (*Turdus chiguanco*)

Un arbre bienveillant et protecteur

Voici deux autres récits légendaires, relatifs au *molle*, recueillis en Bolivie dans les années '50 (Schulte 1992). Inspirés par la religion chrétienne, ils présentent le *molle* comme un arbre bienveillant et protecteur.

Selon le premier récit, la Sainte Famille, lors de sa fuite en l'Egypte, chercha refuge sous la ramure d'un *algarrobo* (*Prosopis pallida*, Mimosaceae). Or, celui-ci se montra très peu intéressé par la situation angoissante dans laquelle se trouvaient les fugitifs. De sorte que la Sainte Famille poursuivit son chemin et rencontra un *molle*, espérant qu'il leur offre sa protection. Le *molle* inclina tendrement ses rameaux pour cacher le fils de Dieu de ses poursuivants. Depuis ce jour-là, l'*algarrobo* apparaît comme un arbre endurci, épineux et antipathique, tandis que le *molle* avec ses branches qui frôlent le sol, accueille tous les passants de façon hospitalière. (Précisons au passage que malgré ses épines, l'*algarrobo* ou caroubier du Pérou, est loin d'être antipathique : outre ses gousses très nutritives, il possède quantité d'autres usages.)

8. Un arbre protecteur

Le second récit raconte que pendant le Carême, Jésus s'en alla à la campagne et voulut se cacher sous les arbres, afin d'échapper à la tentation du diable.
Il arriva au pied d'un figuier, mais du fait de son feuillage clairsemé, il n'y trouva pas une cachette adéquate. Puis il rencontra un *algarrobo*, qui en dressant ses épines refusa de l'accueillir. Finalement, ce fut le *molle* qui le cacha au sein de ses longues branches pendantes. En remerciement pour son aide, Jésus lui promit que son feuillage demeurerait éternellement vert, tandis que les autres espèces arborescentes se verraient démunies de leurs feuilles une partie de l'année.

Dans la Cordillère Blanche, plusieurs de mes informateurs m'ont spontanément indiqué que grâce à son feuillage – et contrairement à d'autres arbres –, le *molle* dispense une ombre particulièrement bienfaisante pour les animaux et les hommes.

Caractéristiques ethnobotaniques du *molle*

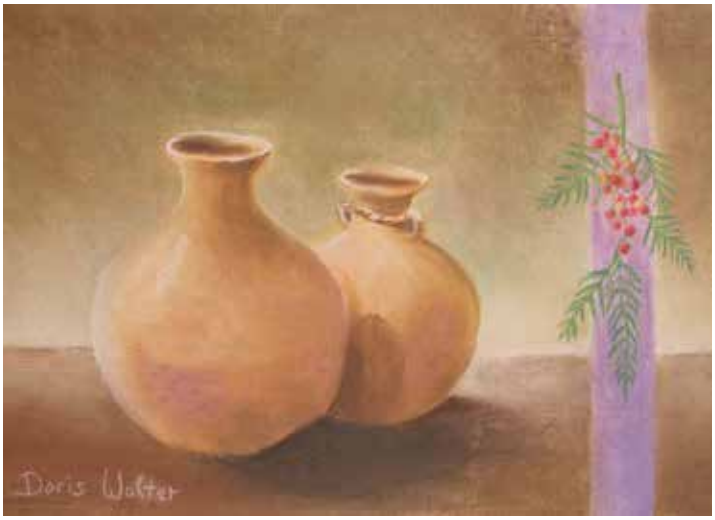
Jetons un coup d'œil rapide sur le système de classification traditionnelle des végétaux. Suivant les concepts andins, les végétaux sont généralement classés en mâles et femelles, en fonction de différents critères. Or, comme le *S. molle* est un arbre dioïque muni de fleurs unisexuées, les paysans de la Cordillère distinguent tout naturellement l'arbre mâle (*orqun kaq*), dont les fleurs ne produisent pas de fruits, et l'arbre femelle (*chinan kaq*), qui en produit. Selon certains, l'écorce du mâle serait plus blanche (*yulaq*), et celle de la femelle plus rouge (*puka*).

9. Fleurs et fruits de *Schinus molle*

Par ailleurs, au cours de nos conversations, mes informateurs commençaient presque toujours par me dire que « *el molle es muy cálido y muy fuerte* », c'est-à-dire « très chaud et très puissant ». Dans un article précédent (*cf.* Bulletin du Jardin Botanique de Saverne 2012), j'avais expliqué que dans les Andes, les végétaux sont en principe classés suivant une opposition chaude-froide, qui détermine en grande partie leurs pouvoirs médicinaux. Une plante est considérée comme chaude entre autres lorsqu'elle est visqueuse, graisseuse, sucrée, pimentée, amère ou fortement aromatique. Le *S. molle* correspond parfaitement à ces critères, car non seulement c'est un résineux aux feuilles collantes et odorantes, mais sa drupe possède un mésocarpe de saveur sucrée, entourant une graine légèrement pimentée, voire amère. A cela, il faut ajouter la notion de force. Nous en avons déjà vu une application plus haut, à savoir que le *molle* – profondément enraciné dans la terre – a la capacité de survivre dans des sols extrêmement arides.

En nous intéressant aux usages qui sont faits de notre arbre, nous allons rencontrer sans cesse ces notions de force et de chaleur. Nous tenterons de comprendre à quoi elles correspondent, et comment ces caractéristiques déterminent les vertus qui lui sont attribuées. Commençons à présent par ses fruits.

La chicha de molle



10. *Uyllu* (Dessin Doris Walter)

L'un des emplois les plus importants des fruits est la fabrication de la *chicha de molle*, une boisson fermentée. On la consomme traditionnellement dans des contextes festifs et rituels, tels que les semailles et les récoltes, ou encore les fêtes religieuses. Par ailleurs, des données archéobotaniques et céramiques témoignent de l'importance de cette boisson à l'époque préhispanique. Les archéologues ont en effet découvert et analysé de grandes concentrations de graines de *molle*, déposées dans des sites datant de l'Horizon Moyen (500-1000 apr. J.C.), et pu ainsi démontrer que la *chicha de molle* jouait un rôle primordial dans l'exercice du pouvoir politique (Goldstein & Coleman 2004 et 2014, Sayre 2012). Il s'agit donc d'un breuvage à forte charge culturelle.

Comment le fabrique-t-on ? Le processus est le suivant. Après avoir récolté les fruits bien mûrs, essentiellement en mai-juin, on les met à sécher au soleil. Leur enveloppe extérieure (exocarpe), dont la texture est fine comme du papier, s'enlève alors facilement en frottant les fruits entre les paumes des mains. S'ensuivent les opérations de ventilation et de trempage. Puis le liquide est légèrement bouilli. Certains y rajoutent des céréales (par exemple de l'orge) ou des fruits (pommes, mangues, ananas, bananes), pour en varier le goût. Le liquide est alors filtré à travers un tissu, de façon à en retirer les restes de fruits et les graines. Pour finir, il est versé dans une jarre en céramique, où il fermente plusieurs jours. Pour les usages domestiques, on utilise un récipient traditionnel en terre cuite à col étroit, appelé *uyllu*.

Aux dires de tous, la *chicha de molle* est un alcool « qui saoule vite », ce qui dans leur esprit correspond à l'une des manifestations de la chaleur et de la puissance de l'arbre. C'est un alcool très apprécié. Lidia me raconta que lorsque sa grand-mère était jeune, on en ramassait les fruits par sacs entiers. Les habitants de l'étage écologique du haut, où le *molle* ne pousse pas, venaient les acquérir en troquant des pommes de terre.

Mais actuellement, la préparation de la *chicha de molle* est une coutume traditionnelle en perdition, ce breuvage étant de plus en plus remplacé par d'autres boissons, telles que la bière. L'une des raisons de cette désaffection est peut-être la suivante : un paysan observa qu'autrefois les fruits bien mûrs étaient aisément conservés après dessiccation au soleil (ce qui permettait de fabriquer la *chicha* à n'importe quel moment de l'année), mais qu'actuellement c'était risqué, en raison d'insectes volants (*polilla*) qui s'attaquent aux baies séchées. Du coup, on ne les stocke plus, et à la place on fabrique de la *chicha de jora*, à base de maïs germé.

Le domaine culinaire

Les fruits du *molle* sont également utilisés dans le domaine culinaire. Comme mentionné précédemment, dans la Cordillère Blanche c'est le côté sucré qui intéresse, et non la saveur légèrement poivrée de ses graines, bien que leur utilisation comme condiment soit attestée dans les documents anciens (Garcilaso de la Vega 2012), et perdure à ce jour dans d'autres régions du Pérou.

Le liquide obtenu en faisant tremper ou légèrement bouillir les fruits sert de succédané au sucre : on l'utilise pour édulcorer des bouillies de maïs, de blé ou d'autres céréales (*mazamorra*), ou tout simplement en tant que boisson (*ponche*). Jadis, les enfants suçaient les fruits comme des bonbons, mais en prenant garde de ne pas les mastiquer, « sinon une saveur pimentée envahit la bouche ». Le *molle* est également une espèce mellifère.

11. Le traditionnel four à pain

Le *molle* est considéré comme un bois de feu d'excellente qualité. Son pouvoir calorifique, m'a-t-on assuré, est bien plus élevé que celui de l'eucalyptus. Du coup, il est apprécié pour chauffer le four à pain. Bien plus – suivant une coutume répandue dans notre région – avant d'enfourner la pâte, on nettoie le four des restes de bois carbonisés à l'aide d'un bâton au bout duquel on a attaché quelques jeunes rameaux de *molle*. Non seulement cela permet de nettoyer le four, mais surtout la senteur des feuilles vient aromatiser le pain ! « Mais maintenant, cet usage s'est quasiment perdu », m'expliqua un paysan. « Les pains sont presque tous fabriqués de façon plus ou moins industrielle ».

12. Le tamisage des cendres

13. Le *mote de maíz*

Quant à sa cendre, elle entre dans la préparation d'un plat andin typique, le *mote de maíz* ou *maíz pelado*. En effet, l'une des manières traditionnelles d'apprêter le maïs consiste à enlever préalablement l'enveloppe qui enrobe son grain. Pour ce faire, on met à bouillir dans un grand récipient des grains de maïs blanc séchés. On y ajoute une bonne quantité de cendres de *molle*, après les avoir tamisées et séparées des matières charbonneuses. Riches en alcalis, elles aident la peau des grains à se détacher. Là aussi, tout le monde insiste sur la « force » de cette cendre, bien supérieure à celle des autres types de bois. Dès que les peaux commencent à se détacher, on retire le récipient du feu et on piétine les grains avec des bottes en caoutchouc. Autrefois on prenait un tronc, qu'on faisait rouler sur le maïs. Mais avec les bottes c'est plus rapide ! La saveur du *maíz pelado* est bien particulière : on peut soit le manger tel quel avec du porc grillé, soit le faire sécher au soleil et le stocker pour un usage ultérieur. On procède de la même façon avec des grains de blé pour obtenir le *mote de trigo* ou *trigo pelado*.

Enfin, un autre paysan m'expliqua que pour racler les poils du cochon, après l'avoir tué et saigné, on le plonge dans un bac d'eau bouillante avec des cendres de *molle*. Là aussi, la « force » de cette cendre accélère considérablement le processus de grattage des poils.

Emplois médicinaux

Le *molle* a une multitude d'usages thérapeutiques, ce qui lui a valu depuis les temps anciens d'être considéré comme une véritable panacée (Girault 1984, Roca 1986). Ici je ne mentionnerai que les principaux d'entre eux, tels que rapportés par mes propres informateurs. Signalons au passage que l'arbre possède de nombreuses propriétés phyto-chimiques, dont plus de 50 composants actifs, communs à la plupart des Anacardiaceae (Sayre 2003). Dans le commerce, son huile essentielle est réputée.

Eu égard à sa qualité de « plante chaude », le *molle* sert avant tout à soulager les affections dues au froid. En cas de refroidissement, de toux et de bronchite, on recommande une infusion de jeunes feuilles, mélangées à des feuilles d'eucalyptus. Pour un effet sudorifique plus puissant, on prépare la boisson suivante : après avoir grillé les fruits comme du café, on les verse dans de l'eau bouillante en y ajoutant de l'eau de vie.

Les feuilles (plus particulièrement les jeunes pousses bien graisseuses), en cataplasmes ou frictions, servent à soulager les douleurs articulaires et rhumatismales, attribuées elles aussi à un excès de froid. Certains les chauffent préalablement sur la braise, tandis que d'autres les frottent sur le membre endolori avec de l'alcool sous le soleil de midi – autant de procédés destinés à accroître les propriétés calorifiques des feuilles. D'autres préconisent des bains de vapeur, préparés avec les feuilles du *molle* et d'autres plantes. Et en cas de maux de tête dus à des coups de froid, on recommande de se poser sur le crâne des feuilles de *molle*, chauffées sur la braise, avant de mettre son chapeau.

14.
Jeunes feuilles de
Schinus molle

15.
Résine suintant du tronc

Par ailleurs, plusieurs femmes me précisèrent que pour soigner les rhumatismes ou encore le « mauvais air » (une infirmité contractée lorsque l'on sort brusquement dans le froid la nuit, et qui se manifeste entres autres par une torsion de la bouche), il était préférable de recueillir les feuilles d'un *molle* dont les branches frôlent le sol. En quechua, on l'appelle « *patsa pitsaq mulli* », ce qui veut dire littéralement « le *molle* qui balaie la terre ». L'une de ces femmes, pensive, suggéra que c'était peut-être l'air et les poussières soulevées par ces branches qui leur transmettraient des propriétés particulièrement bénéfiques. Est-ce qu'on pourrait voir là une manifestation des forces telluriques ?

Le liquide résineux blanchâtre, exsudé à la rupture des rameaux, est souverain pour guérir les plaies et les blessures : appliqué directement sur la peau, les plaies se referment rapidement. La résine qui suinte du tronc soigne les crevasses aux pieds et aux mains, ainsi que les blessures en général. En cas de sécheresse et de picotements aux yeux, on les lave avec de l'eau tiède, dans laquelle ont trempé de jeunes feuilles de *molle*. Autrefois, les résidus des fruits ébouillantés lors de la préparation de la *chicha*, étaient soigneusement recueillis : on y asseyait les bébés incontinents ou souffrant de diarrhées, avant de donner cette bagasse à manger aux cochons.

Protection contre les moustiques et les serpents

Grâce à leur odeur puissante et aux huiles essentielles qu'elles renferment, les feuilles de *molle* constituent un excellent anti-moustique. Il suffit de les froisser et de s'en frotter le corps. Une autre technique, en cas de prolifération des moustiques, consiste à allumer un feu avec des feuilles mortes de *molle*, et une fois que le feu a pris, d'y ajouter des feuilles fraîches. La fumée, ainsi que l'odeur qui s'en dégage, sont fort efficaces pour éloigner les insectes.

Quant aux muletiers, qui lors de leurs déplacements dorment fréquemment à la belle étoile, ils me racontèrent qu'en traversant les vallées chaudes où prolifère le *molle*, ils ont coutume d'en ramasser de jeunes branches en quantité et de les disposer en cercle autour d'eux sur le sol. L'odeur dégagée par les feuilles a pour effet de tenir les serpents à distance pendant la nuit.

Usages technologiques

Son bois, nous l'avons dit, est un excellent combustible, qui dégage une chaleur intense. Dur et résistant, il est très apprécié pour fabriquer des outils agricoles (joug, araire). Son tronc, souvent ramifié, produit d'excellentes fourches. On en fait aussi des meubles et des objets en bois. Autrefois, les enfants en taillaient des toupies, qui « sifflaient en tournoyant ». Son écorce contient une matière colorante jaune, qui sert à teindre la laine. Après l'avoir découpée en fines lanières et mise à tremper pendant une semaine, on la fait bouillir avec la laine pendant une demi-heure, ce qui fournit une couleur jaune clair. Certains y ajoutent des feuilles de noyer (*Juglans neotropica*, Juglandaceae), pour obtenir une belle nuance havane. Quant à sa résine, elle était utilisée il n'y a pas si longtemps encore par les écoliers en guise de colle, tandis que les musiciens s'en servent pour graisser les cordes du violon. Mais à l'époque préhispanique, cette résine avait un tout autre emploi.

16. La traditionnelle fourche en bois

17. Violoniste

Le *molle* et les morts

Diverses sources historiques mentionnent que les Incas utilisaient la résine du *molle* pour embaumer leurs momies (Cobo 1964, Garcilaso de la Vega 2012). Il faut en effet savoir qu'avant l'arrivée des Espagnols, les populations andines n'enterraient pas leurs morts, mais avaient pour coutume d'entreposer leurs corps à l'air libre dans des tombes ou des grottes. Et il n'est d'ailleurs pas rare de découvrir, aujourd'hui encore, l'une de ces momies dans un coin isolé de la Cordillère. Selon Schulte (1992), dans la région de Cochabamba en Bolivie, la coutume consistant à poser quelques branches de *molle* à l'intérieur du cercueil, sous la tête du défunt, est toujours vivace.

Sans doute le lien entre le *molle* et le monde des morts mériterait-il d'être exploré davantage. En témoigne une petite anecdote personnelle, qui m'avait frappée il y a une trentaine d'années dans la région de Cuzco, à une époque où je n'avais pas encore pratiqué l'anthropologie dans les Andes. Alors que je m'étais installée sous un *molle* pour me reposer, des paysans qui passaient par là m'avertirent qu'il ne fallait surtout pas que je m'y endorme. Car les esprits des ancêtres, qui rôdent aux alentours, risqueraient de venir perturber mon sommeil, voire même de provoquer des troubles plus graves. Le *molle* servirait-il aussi de refuge aux défunts ?

18. Momie préhispanique dans une grotte

Conclusion

Aujourd'hui, le *molle* – tant apprécié par les ancêtres – nous apporte un beau témoignage de la riche variété de leurs connaissances. Celles-ci ont en grande partie perduré jusqu'à nous, mais hélas elles semblent à présent en voie de se perdre. La prochaine fois que vous trouverez du poivre rose dans votre assiette, souvenez-vous de ce vaste savoir des peuples des Andes !

Bibliographie

Ansión, Juan 1986. *El árbol y el bosque en la sociedad andina*. Lima : Proyecto FAO/Holanda/INFOR.

Cieza de Leon, Pedro 1984 [1553]. *Crónica del Peru*. Lima : Instituto de Estudios Peruanos, PUCP.

Cobo, Bernabé 1964 [1653]. *Historia del Nuevo Mundo*. Madrid : Biblioteca de Autores Españoles, vol 91-92, Ediciones Atlas.

Garcilaso de la Vega, Inca 2012 [1609]. *Comentarios Reales de los Incas*. Arequipa : Ediciones El Lector.

Girault, Louis 1984. *Kallawaya, Guérisseurs itinérants des Andes*. Paris: ORSTOM.

Goldstein, David & Robin Coleman 2004. *Schinus molle* L. (Anacardiaceae), Chicha production in the Central Andes, *Economic Botany*, vol. 58, Issue 4, pp. 523-529.

Goldstein, David & Robin C. Coleman Goldstein et Patrick R. Williams 2012. You Are What You Drink: A Sociocultural Reconstruction of Pre-Hispanic Fermented Beverage Use at Cerro Baúl, Moquegua, Peru. In: J. Jennings & B. Bowser (ed.), *Drink, Power, and Society in the Andes.* University Press of Florida.

Lieutaghi, Pierre 2004. *Le livre des Arbres, Arbustes et Arbrisseaux*. Paris : Actes Sud.

Roca, Jean-Claude 1986. L'arbre du Pérou, *Revue d'Histoire de la Pharmacie* N°269, pp. 101-107.

Sayre, Matthew & D. Goldstein, W. Whitehead, P. R. Williams 2012. A Marked Preference: Chicha de molle and Huari State Consumption Practices. *Nawpa Pacha, Journal of Andean Archaeology*, vol. 32(2), pp. 231-202.

Sherbondy, Jeannette 1986. *Mallki : ancestros y cultivo de árboles en los Andes*. Lima: Proyecto FAO/Holanda/INFOR.

Schulte, Andreas & C. Rojas, R. Rojas 1992. *Reforestación y agroforestería en los Andes : uso sostenido, conservación y restauración de suelos con árboles y arbustos nativos*. Cochabamba, Bolivia : AGRUCO.

Walter, Doris 2012. Plantes médicinales de la Cordillère Blanche du Pérou : la vision thérapeutique « chaud – froid », *Bulletin du Jardin Botanique de Saverne*.

Photographies :

Photos 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,18,19 Doris Walter
Photos 7,17 Marc Anger
Photo 16 Francis Rendu

19. En arrière-plan, le Huascarán (6768 m), sommet le plus haut du Pérou

Quelques aller-retours dans l'espace, le temps et les laboratoires de chimie des substances naturelles

Alexandre Maciuk - alexandre.maciuk@u-psud.fr

En hommage à Jean-Marie Pelt

Jean-Marie Pelt nous a quitté. Il fut un amoureux de la Création. Son œuvre est une somme de chants d'amour à une Nature qu'il a observée avec autant de tendresse que de perspicacité. Il était un maître pour montrer toute l'harmonie du vivant. Et c'est bien cela qu'on appelle l'écologie, au sens noble du terme. Il a eu plaisir à raconter l'antique apprivoisement de la nature par l'homme. Dans cette conquête respectueuse, celle des plantes médicinales est particulièrement fascinante. Qu'il nous soit permis d'évoquer ici un aspect de l'actualité de ce domaine, avec une pensée émue et respectueuse pour l'ethnopharmacologue qu'était aussi le fondateur de l'Institut Européen d'Écologie.

Jean-Marie Pelt (1933-2015)
(http://www.centrejeanmariepelt.com)

La Nature nous voudrait-elle du bien ?

L'usage des plantes comme remèdes se perd dans l'ombre des commencements. Il est probablement antérieur à l'homme, puisqu'on l'observe chez les primates.[1] Dans la société moderne contemporaine, c'est paradoxalement à la fois une affaire de spécialistes (notamment les pharmacognostes), et une mode populaire qui ne se dément pas depuis quelques dizaines d'années. Ceux-là tentent de réfréner l'enthousiasme de ceux-ci en rappelant l'éventuelle toxicité des préparations contenant des plantes, tandis qu'inversement le grand public regarde avec méfiance les molécules chimiques que des études rigoureuses décrivent dans les revues spécialisées, même si ces substances sont d'origine naturelle.

Ces deux approches ont en commun la conviction que les plantes renferment des médicaments. Cette conviction se nourrit bien sûr des grandes découvertes de la pharmacognosie depuis deux siècles : la morphine, la quinine, l'acide salicylique et des dizaines d'autres médicaments d'origine naturelle et devenus mondialement célèbres.

Mais une question demeure qui, si on la pose en supposant l'harmonie du vivant, est à la limite de l'ontologie : pourquoi les plantes produisent-elles des médicaments ? Nous en avions déjà discuté dans un précédent numéro du Bulletin, en l'illustrant de considérations sur la famille des Fabacées.

Nous avions à cette occasion évoqué l'antique théorie des signatures, qui attribuait les propriétés médicinales des plantes par analogie de leur forme avec des organes du corps humain par exemple.

[1] *Sur la piste des grands singes*, exposition au Jardin des Plantes du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris. Jusqu'au 21 mars 2016.

Alberto Montt http://www.dosisdiarias.com

Solanum lycopersicum (photo A. Maciuk)

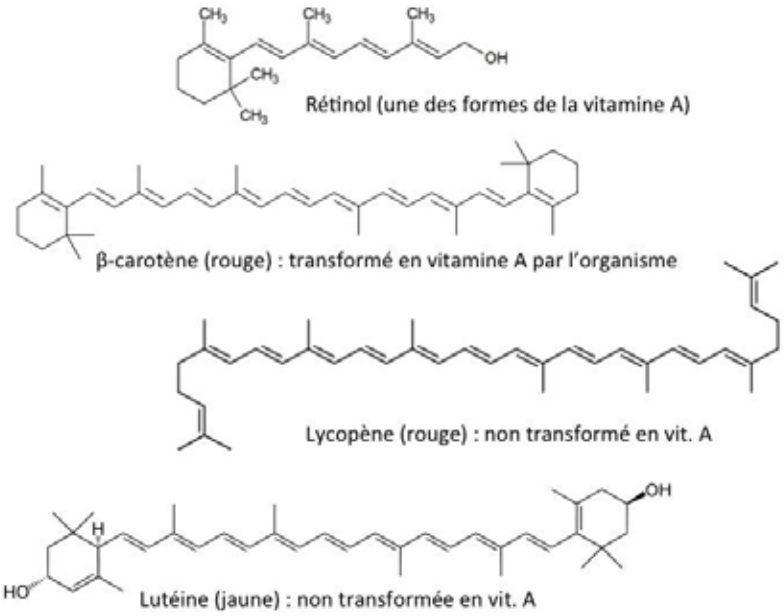
Lors de leurs transes induites par des plantes, les guérisseurs amazoniens conversent avec les esprits des plantes qui leur livrent alors leurs secrets. Parfait exemple s'il en est d'harmonie entre l'homme et la nature. Ces visions antiques ou exotiques, si dépassées ou distantes soient-elles, peuvent ressurgir dans notre quotidien sans crier gare. N'est-ce pas une belle invention que ce petit pédoncule coudé qui tient la tomate sur sa grappe, et dont le renflement cache une fragilité qu'il suffit de solliciter pour libérer une tomate agrémentée de sa petite couronne verte si esthétique? Cette anatomie végétale est de façon évidente destinée à faciliter la vie de l'homme, du moins du mangeur de tomate. Le voilà doublement récompensé, non seulement par la goûteuse tomate qui s'offre à lui, mais en plus par ses caroténoïdes colorés bénéfiques pour la santé. Parmi eux, le lycopène est un ingrédient majeur de certains compléments alimentaires, notamment ceux présentés comme préparant au bronzage mais qui ne dispensent pas de se protéger raisonnablement du soleil excessif. L'association de la couleur rouge avec la famille des caroténoïdes est assez répandue dans la population occidentale. Attention à l'amalgame néanmoins : tout ce qui est rouge ou orangé n'est pas forcément un caroténoïde : tomate, citrouille, jaune d'œufs, chanterelle et crevettes doivent bien leur couleur à des caroténoïdes, tandis que les roses, les cerises ou la betterave rouge la doivent à de toutes autres molécules.

À l'inverse, la plupart des végétaux, sans paraître orangés, contiennent pourtant des caroténoïdes. Certains végétaux alimentaires aux feuilles particulièrement foncées comme les épinards (*Spinacia oleracea*) ou le cresson (*Nasturtium officinale*) sont même des champions de la teneur en caroténoïdes.

Dans la feuille verte, c'est la chlorophylle qui masque la couleur des caroténoïdes. Lors de la sénescence de la feuille, la fragile chlorophylle se dégrade et laisse alors les caroténoïdes sur le devant de la scène. Ils prennent alors leur revanche pour le plus grand plaisir de l'observateur. Ce dernier ne sait peut-être pas que sa rétine contient aussi des caroténoïdes, comme la lutéine, servant vraisemblablement à la protection contre le rayonnement ultraviolet. L'administration de lutéine pure, isolée essentiellement de la tagète (*Tagetes erecta*), est proposée de nos jours en prévention de la DMLA, sans qu'un effet bénéfique ne soit démontré de façon incontestable.

Apparition des caroténoïdes et disparition de la chlorophylle. Par Nickel Eisen — Flickr, CC BY 2.0 https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=376277

Étalage de *Tagetes* sp. en Inde
http://globalfare.blogspot.com



L'intérêt des caroténoïdes n'échappe donc pas au secteur agroalimentaire, et leurs effets sur la valeur esthétique, gustative et nutritionnelle des fruits et légumes stimulent les recherches visant à obtenir des variétés enrichies en ces nutriments, sans forcément avoir recours à la biotechnologie.[2]
De façon générale, les enjeux derrière l'amélioration des fruits et légumes, et de la tomate en particulier, sont considérables. La tomate « Flav Savr », censée présenter une meilleure conservation (sans lien avec les caroténoïdes toutefois) a d'ailleurs été le premier OGM vendu aux USA de 1994 à 1996. Mais n'abordons pas ce sujet de peur de devoir évoquer les combats passionnés qu'elle suscite entre promoteurs des manipulations génétiques et adeptes de graines traditionnelles, entre gastronomes et grande distribution, etc.

[2] A.L. Fanciullino, H. Gautier. Enrichissement des fruits charnus en caroténoïdes : exemple de la tomate et des agrumes. *Innovations Agronomiques* 42 (2014), 77-89.

Notre idylle avec la tomate se poursuivra le prochain été.
En attendant, d'autres fruits ne se livrent pas avec le même allant. Pensons à la noix perchée sur son arbre. Quand finalement elle tombe d'épuisement, son prédateur à deux pattes doit lui enlever son péricarpe (le brou), puis briser son endocarpe (la coque), la déloger de son zeste (la membrane qui sépare les deux cerneaux) et, si la noix est encore verte, délicatement retirer le mésocarpe (la membrane sur les cerneaux). L'adepte de l'harmonie du vivant oubliera vite les douleurs de l'échalupage et s'extasiera devant l'analogie de la noix avec les lobes du cerveau, signe de la présence d'acides gras insaturés *omega* 3 eux aussi bénéfiques pour la santé.

.

Franquin – Album "Gare aux gaffes du gars gonflé"

Louis Pasteur, patron des scientifiques

Le lien intime entre aliments et santé, résumé par Hippocrate par son adage « Que ton aliment soit ton médicament », se vérifie à l'échelle moléculaire. Si des molécules bénéfiques sont apportées par des aliments colorés et goûteux, il n'est pas étonnant que l'homme les ait adoptés depuis longtemps. Par contre, pour les plantes médicinales non alimentaires, leur usage a dû passer par une observation patiente de leurs effets au cours des siècles.
Pasteur avait compris le talent nécessaire à la découverte par l'observation quand il estimait que « le hasard ne favorise que les esprits préparés ». Une illustration éclatante de cette vérité est l'avènement de la pénicilline : l'observation en 1928 par Alexander Fleming d'une culture bactérienne inhibée par une contamination fongique accidentelle a été le point de départ de rien moins qu'une révolution pharmaceutique. Mais son Nobel en 1945 a définitivement fait oublier les multiples observations de ce type faites par de nombreux savants ou médecins avant lui depuis la fin du 19e siècle. Fleming a su allier observation, perspicacité et expérimentation pour donner l'élan à une recherche mondiale sur les antibiotiques.

Depuis cette époque, le processus de découverte de nouveaux médicaments s'est constamment perfectionné et a cherché à utiliser tous les développements de la chimie, de la biologie et de l'informatique pour être plus rapide et moins dépendre du hasard. Le potentiel des plantes dans ce domaine a suscité un intérêt considérable pendant le 20e siècle.

Plus d'un tiers des médicaments actuels sont issus directement ou indirectement de la biodiversité.[3] Malgré la découverte de nombreuses molécules naturelles actives, notamment contre le cancer, les substances naturelles ont été progressivement délaissées par l'industrie pharmaceutique au cours des décennies passées, pour diverses raisons mais notamment pour ne pas avoir à démêler des questions épineuses de propriété intellectuelle et d'exclusivité d'usage. Nombreuses sont les industries pharmaceutiques qui ne basent plus leurs recherches sur la biodiversité. Les laboratoires académiques, moins pressés par des impératifs économiques, poursuivent heureusement l'étude des substances naturelles potentiellement actives. Cette exploration peut prendre en compte l'usage traditionnel, la taxonomie ou ces deux paramètres combinés. Elle conduit à la description régulière par les chercheurs du monde entier de nouvelles molécules naturelles, biologiquement actives ou non. L'une d'entre elle, découverte par des chercheurs de la faculté de pharmacie de Grenoble en 2013, a particulièrement animé la communauté de ces chimistes spécialisés, au point de constituer un feuilleton à rebondissements qui vient de se terminer en ce début d'année 2016.

Le tramadol, une molécule trop belle pour être… naturelle ?

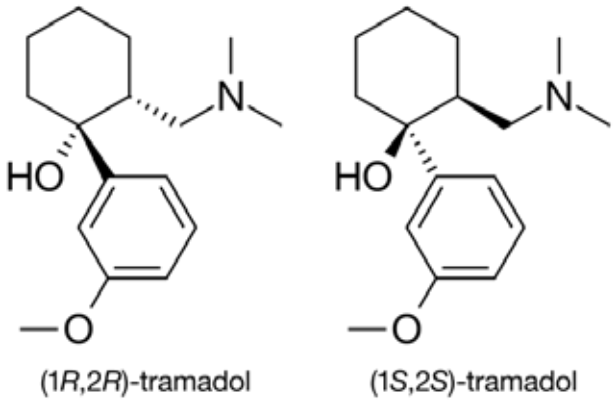
C'est dans l'écorce de racine de *Nauclea latifolia*, un arbre du nord du Cameroun utilisé localement contre diverses affections, que ces chercheurs découvrent avec enthousiasme une molécule extrêmement active contre la douleur. Son identification laisse les chimistes encore plus stupéfaits : c'est le tramadol, principe actif d'un médicament antidouleur puissant, affilié à la morphine, synthétisé *de novo* par un laboratoire allemand (Grünenthal GmbH) en 1977.

http://www.westafricanplants.senckenberg.de

Collecte de racines de *Nauclea latifolia*[4]

[3] D. J. Newman, G. M. Cragg, Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010, *J. Nat. Prod*., 2012, 75 (3), pp 311–335.

[4] Odey M.O, *et al.* Preparation of plant extracts from indigenous medicinal plants. *International Journal of Science and Technology* 1, 12, 2012, 688-692.



Les deux formes du tramadol qui constituent le principe actif du médicament : une liaison en gras est en avant du plan de la feuille, une liaison en pointillé en arrière du plan.

Ce médicament n'est rien moins que le 4e le plus vendu en France. Un tel cas, c'est-à-dire la découverte d'un médicament d'abord par sa synthèse chimique, puis dans la nature, est très rare : des neuroleptiques auraient été détectés à l'état de trace dans le cerveau humain, et un anticancéreux de structure assez simple, le 5-fluoro-uracile, a été découvert dans une éponge marine.

En dignes descendants de Pasteur qui invitait ses pairs à avoir «le culte de l'esprit critique», ces chimistes s'entourent de plusieurs équipes de spécialistes des substances naturelles pour vérifier la structure et l'origine de ce produit. Ils établissent que la molécule peut être extraite d'autres individus de cette espèce, à différentes périodes de l'année, et qu'elle provient bien de l'intérieur de la racine, à une teneur de 0,4%.[5] Ils proposent des mécanismes expliquant la synthèse de cette molécule par la plante.[6,7] Cependant des éléments dérangent la communauté des pharmacognostes : la molécule isolée de la plante est racémique, c'est-à-dire qu'elle est un mélange de deux formes chimiques en miroir de la molécule, une caractéristique typique de la synthèse chimique et très rare dans la nature[8] (remarquons au passage que le découvreur de l'existence de structures chimiques en miroir n'est autre que Pasteur).
Corroborant ces réserves, d'autres chercheurs identifient la molécule dans des espèces éloignées taxonomiquement de *Nauclea latifolia*, ainsi que dans le sol. Ils y détectent également la présence de métabolites de tramadol, c'est-à-dire ses produits de dégradation. Encore plus étrangement, la molécule n'est pas détectée au sud du Cameroun cependant. À ce stade, l'hypothèse d'une production par des micro-organismes du sol est explorée, et s'avère être une mauvaise piste. La découverte de tramadol dans l'eau de puits suggère une contamination humaine.
Une exploration des coutumes régionales montre alors que le tramadol est facilement accessible sur les marchés, et est largement utilisé au Cameroun, mais au Nord du pays exclusivement.

[5] A. Boumendjel *et al.* Occurrence of the synthetic analgesic tramadol in an African medicinal plant, *Angewandte Chemie*, 52, 2013, 11780-11784.
[6] F. Lecerf-Schmidt *et al*. Biomimetic synthesis of tramadol. *Chemical Communications*, 2015,51, 14451-14453.
[7] K.M. Romek *et al.*, PNAS 2015, 112,27 8296-8301.
[8] P. Champy, Le tramadol : un produit naturel ? *La Phytothérapie Européenne*, 87, 2015, 26-28.

Il est consommé par les ouvriers le matin avec le thé et administré aux chevaux et aux bovins pour les rendre insensibles aux conditions de travail pénibles.[9] L'idée d'une contamination de l'environnement par la molécule de synthèse devient très plausible.
Enfin, c'est une analyse de l'abondance isotopique en carbone 14, qui met un point final au débat en janvier 2016. Ni le tramadol de synthèse ni celui isolé de plantes ne contient de carbone 14, indiquant qu'ils sont tous les deux synthétisés à partir de précurseurs issus du pétrole.
En effet, toute molécule naturelle et contemporaine est produite à partir du dioxyde de carbone, dans lequel existe inévitablement une faible proportion d'atomes de carbone 14, issus du rayonnement cosmique sur l'atmosphère. Le pétrole est aussi un produit naturel, et même végétal, mais son isolement de l'atmosphère pendant un temps très long a permis à son carbone 14 de se désintégrer intégralement. La présence ou l'absence de carbone 14 est donc un marqueur irréfutable de l'origine d'une molécule chimique, sans même nécessiter la prise en compte d'une marge d'erreur comme c'est le cas dans les datations au ^{14}C, basées sur une mesure quantitative nécessitant plus de précision.

Observer pour connaître, connaître pour comprendre

L'histoire des sciences est jalonnée de controverses au cours desquelles la conviction scientifique peut parfois devenir passionnée. Le débat sur la génération spontanée a duré deux siècles avant de se terminer grâce aux expériences de Pasteur. Ce dernier savait sans doute de quoi il parlait lorsqu'il écrivait que « les Grecs nous ont légué le plus beau mot de notre langue : le mot « enthousiasme » – du grec "*en théo*", un Dieu intérieur». La controverse sur le tramadol, bien que très courte, a eu ceci d'attirant qu'elle a laissé imaginer un instant que l'homme était aussi inventif que la nature pour trouver des molécules actives. Pour une fois, l'esprit humain aurait eu une longueur d'avance. Au final, les choses rentrent dans l'ordre : l'homme sait agir sur le vivant et l'utiliser, mais il ne remplace pas la Nature. Cette enquête chimique nous livre malheureusement aussi un nouvel exemple de désordre globalisé, mêlant la contrebande et le mésusage des médicaments et la dissémination anarchique d'une molécule synthétique dans l'environnement naturel. Au final, les chercheurs ont rempli leur mission : observer, confronter les points de vue, les outils et les conclusions, pour chercher la vérité. Il faut une âme de Sherlock Holmes pour être chercheur, ce qu'Erik Orsenna n'hésite pas à prêter à Pasteur dans sa biographie du savant.[10] Le titre en est « La vie, la mort, la vie », signe de l'influence immense de Pasteur dans les domaines fondamentaux de la biologie. Alors que Pasteur était avant tout… un chimiste.

[9] S. Kusari *et al*., Tramadol – A true natural product ? *Angewandte Chemie*, 2014, 53, 12073-12076.
[10] E. Orsenna. La vie, la mort, la vie : Louis Pasteur, 1822-1895. Fayard, 2015.

Le Musée Lalique à Wingen sur Moder

Texte et photos de Régine Rosenthal

Musée Lalique à Wingen sur Moder

Un Musée unique et éclectique

La surprise est totale, lorsqu'après avoir traversé le village de Wingen sur Moder sans avoir aperçu le moindre musée, on se retrouve en pleine forêt sur une petite route qui serpente entre les croupes du Mont du Hochberg en plein Parc naturel Régional des Vosges du Nord. Puis au détour d'un virage apparaît le bâtiment du musée ultra moderne, fait de grès et de panneaux de verre, parfaitement intégré au site forestier. Dans le parc qui entoure le musée, on retrouve les essences des plantes favorites qui ont inspiré Lalique dans son œuvre. Ouvert en juillet 2011 à l'initiative des collectivités territoriales et labellisé Musée de France, le Musée est situé dans le village où René Lalique a implanté une manufacture verrière en 1921 après 12 années passées à Combs-la-Ville dans un atelier devenu vite trop petit et inadapté. Son installation est facilitée par Alexandre Millerand grand admirateur de son art, qui deviendra président de la République.
Des collections exceptionnelles sont présentées en permanence dans un cadre aéré et vaste avec une scénographie résolument contemporaine imaginée par Ducks Sceno et l'agence Wilmotte. Les éclairages remarquablement bien étudiés mettent en valeur les objets présentés et en subliment la beauté d'une manière enchanteresse. 650 pièces sont exposées sur 900 m2, des plus petites aux plus gigantesques, des bijoux précieux aux somptueuses fontaines, en passant par les dessins, flacons, arts de la table, luminaires, vases, autant de facettes du génie créatif de Lalique à découvrir.

Surnommé le « Rodin des transparences » par Maurice Rostand, Lalique a su créer un art intemporel et gracieux dont le succès fit le tour de la planète.

Collier Chrysanthèmes, 1898-1899 or, émail translucide et opaque sur or ; contre-émail vert au revers, perles fines baroques

Lalique, une histoire de famille

René Lalique (né en 1860 à Aÿ - Champagne et décédé en 1945 à Paris) a la chance d'avoir vécu deux vies d'artiste successives.

L'inventeur du « bijou moderne »

La première qui termine le 19ème siècle, de 1860 à 1890, est marquée par sa production de bijoux de conception avant-gardiste pour l'époque, utilisant des matériaux jusque-là peu considérés tels l'ivoire, les émaux, le verre, la corne et les pierres semi-précieuses. Cette production plaît tout particulièrement à une élite intellectuelle et artistique qui préfère le beau au luxe, et ce, malgré la "pauvreté" des matériaux utilisés. La femme et le monde végétal et animal sont au cœur de ses thèmes favoris. Les bijoux sont des représentations naturalistes; aux corps sylphides des femmes se mélangent fleurs, papillons et insectes.

La grâce est le premier mot qui vient à l'esprit lorsque l'on contemple telle libellule aux ailes émaillées et au corps de nymphe, ou telle broche aux inclusions d'ivoire, d'or et de pierreries.
L'actrice Sarah Bernard qui est l'une de ses groupies et meilleure cliente lui achète, entre 1894 et 1899, force colliers, ceintures, diadèmes et autres accessoires créés en fonction de ses rôles. C'est elle qui le lance sur le plan international ainsi qu'un autre personnage, Calouste Sarkis Gulbenkian, collectionneur acharné et magnat du pétrole qui fait l'acquisition de 150 œuvres entre 1899 et 1920, pièces que l'on peut admirer encore aujourd'hui à la fondation qui porte son nom à Lisbonne.

Pendentif femme libellule ailes ouvertes vers 1898-1900
émail, or, diamants

Boucle de ceinture Pavot pour Alice Ledru, 1894-1895
argent, émail. Collection privée

Broche Pensée 1903-1904
verre or, émail, diamants

Plaque de collier de chien Chardons 1898-1900
or, émail, diamants

Broche Cléopâtre vers 1897-1899
Collection privée

On cite René Lalique comme « l'inventeur du bijou moderne » et la consécration arrive avec le triomphe sans égal qu'il connaît à l'exposition universelle de 1900. Son stand regorgeant d'œuvres novatrices fait l'unanimité et les commandes affluent du monde entier. Il est même fait Officier de la Légion d'honneur ! La rançon du succès est que René Lalique voit ses oeuvres copiées et plagiées. Précurseur de techniques nouvelles, il a horreur d'être suivi, et fatigué d'être plagié, il va décider progressivement d'orienter sa production vers d'autres horizons, et entamer une nouvelle carrière dans le verre qui l'attire depuis longtemps. « Je travaillais sans relâche (…) avec la volonté d'arriver à un résultat nouveau et de créer quelque chose qu'on n'aurait pas encore vu. » disait-il.

Collier Laurier, vers 1903-1905
or, perles, diamants, émail, verre. Collection privée

La magie du verre

Après avoir été qualifié d'inventeur du bijou moderne, René Lalique subit l'attrait de la magie du verre. Sa transparence, sa matière tantôt transparente, tantôt laiteuse ou diaphane, la réfraction de la lumière à travers ses œuvres exercent une fascination sur l'artiste et affûtent son génie créatif. Ses premières expérimentations remontent à 1890, mais c'est en 1912 qu'il organise sa deuxième exposition de bijoux et que le public découvre le maître verrier. Sa rencontre avec le parfumeur François Coty l'amène, non seulement à créer, mais aussi à produire des flacons, et il ne se consacre plus seulement à l'œuvre unique, mais aussi à sa divulgation de manière industrielle tout en continuant à lui conférer son titre d'œuvre d'art; Art Nouveau dont la philosophie réconcilie l'art et l'industrie.

Coupe Chicorée 1921, verre moulé-pressé patiné

Coupe Flora Bella, 1930, verre moulé-pressé

Boîte à poudre, verre moulé, début XXe siècle

Vase Cardères, verre moulé-pressé

Vase Lézards et Bleuets, verre soufflé-moulé patiné 1913

Vase trépied entrelacs épines et mûres, verre moulé-soufflé à cire perdue et patiné

Flacons Dahlia N°2 et N°3 cristal moulé-soufflé satiné émaillé bouchon moulé-pressé

Flacons à parfum, 1909, verre moulé

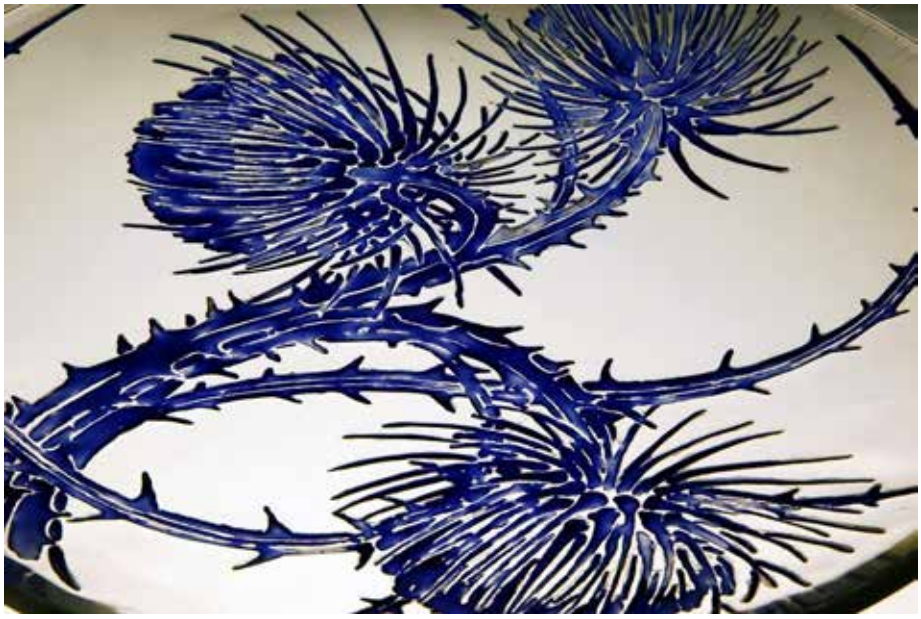
Flacons à parfum, 1909, verre moulé

Vase Dahlia, verre moulé-pressé, vers 1935

Ses techniques évoluent avec les années et au fil de ses découvertes et inventions: la cire perdue, la gravure, le soufflage dans un moule précieux en argent ciselé qui restera solidaire du verre qu'il enserre pour devenir monture. Il se démarque de ses prédécesseurs, abandonnant le verre multicouche coloré au profit du verre brut, limpide, satiné ou transparent.

Son imagination sans bornes et sa renommée le conduisent à réaliser les œuvres les plus impressionnantes, depuis la décoration de paquebots, dont le Normandie, le Paris ou l'Ile-de-France, ou de l'Orient Express, des fontaines exceptionnelles jusqu'aux bouchons de radiateurs de voitures de luxe, et même des bas-reliefs religieux et des vitraux tels ceux de l'église Saint Nicaise à Reims. Il réalise entre autres les fontaines du Rond-Point des Champs Elysées et la galerie des Arcades de l'avenue du même nom.
Enfin, il réalise les portes d'entrée de la résidence du prince Asaka Yasuhiko à Tokyo (actuellement Palais Teien).

Panneau Lys du grand Crucifix, créé pour la Chapelle Notre-Dame de Fidélité à Douvres-la-Délivrande dans le Calvados, 1932



Grand plat rond Artichauts 1920

Aux trois F qui ont inspiré René Lalique correspondent la femme, la flore et la faune. Il a trouvé dans l'observation de son environnement digne d'un naturaliste, toutes ses sources d'inspiration: myosotis, dahlias, orchidées, tournesols, bleuets, chardons, pissenlits, graminées, mûres, papillons, insectes, reptiles, oiseaux, poissons qui ornent vases, flacons, coupes, assiettes, luminaires, verres et autres fontaines géantes, dont celle aux poissons exposée dans le musée et qui fut l'attraction principale de l'Exposition Universelle de 1900.

Fontaine Lalique à l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes de 1925 à Paris

Une dynastie de descendants portant le nom prestigieux de Lalique a succédé à René jusqu'à nos jours : Suzanne (1892-1989) qui créera pour son père boîtes à poudres et bonbonnières, Marc (1900-1977) qui abandonnera le verre au profit du cristal, et Marie-Claude (1935-2003) qui cherchera, sur les traces de son grand-père et de son père à réaliser le mariage de la tradition et du renouveau.

En 2008 la société a été rachetée par la société suisse Art et Fragrance qui perpétue à travers les rééditions d'oeuvres anciennes et la création d'oeuvres contemporaines, l'excellence de la "patte" de René Lalique.

Une vente historique eut lieu en 2005, celle de la dispersion de la collection de Marie-Claude Lalique, qui a permis au musée de faire l'acquisition de très belles pièces telles que les dessins pour une broche Scarabée, un pendentif Femme Libellule, deux vases Grondins et Lézards et Bleuets, et un pendentif égyptien.

Aujourd'hui encore, la tradition perdure et près de deux cents personnes, dont une dizaine d'entre-elles ont obtenu la distinction de Meilleur Ouvrier de France, mettent leurs compétences au service du maintien de la tradition et de la création d'œuvres innovantes.

Informations pratiques :
Musée Lalique, rue du Hochberg
F-67290 Wingen-sur-Moder
Tel : +33(0)3 88 89 08 14
info@musee-lalique.com
www.musee-lalique.com

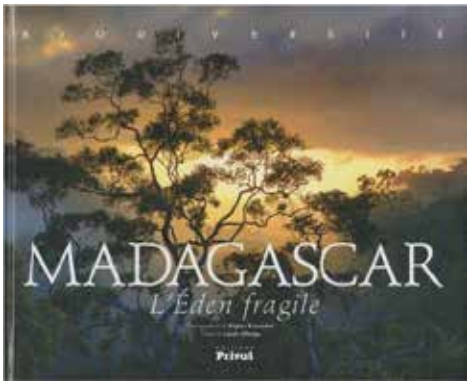
Lustre de 3 m de haut et d'un poids de 1,7 tonne dans le hall d'entrée du Musée.
Créé par Marc Lalique, fils de René Lalique, en 1951 à l'occasion de l'exposition l'Art du verre pour illuminer la nef du musée des Arts décoratifs de Paris

Cet article a paru dans le numéro 49 du magazine « Les Jardins d'Eden ».
Il été mis à notre disposition gracieusement par Mme Régine Rosenthal, photographe et reporter, intéressée par la nature, l'environnement, la botanique et les jardins.
Vous pouvez retrouver ses photos dans de nombreux ouvrages dont

« Origine(s) : Les forêts primaires dans le monde »

« Madagascar, Eden Fragile » (2 mentions spéciales au Prix Veolia Environnement 2011)

Pour joindre Mme Rosenthal : regine.rosenthal@gmail.com



Comment l'étude des pollens peut-elle nous renseigner sur les conséquences des prochaines variations climatiques sur notre planète ?

Marie-Paule Grossetête

(photo Marie-Paule Grossetête. Linaigrettes /Tourbière en Ecosse)

En cette fin d'année 2015, Paris est à l'avant de la scène dans l'organisation de la conférence des Nations Unies sur les changements climatiques : la COP21. Dans cette réflexion qui engage l'avenir de l'humanité, l'apport de la botanique est souvent un peu mis au second rang des sciences ayant permis ces prévisions, au profit de l'étude des rapports isotopiques, de l'oxygène en particulier. Or il se trouve que, pas très loin de Saverne, dans les Vosges Saônoises, à Saint-Germain près de Lure, se trouve une tourbière dite "La Grande Pile" qui a enregistré les fluctuations climatiques depuis 135 000 ans, et sert de référence dans toute l'Europe occidentale.

La tourbière : un milieu propice à l'enregistrement des évènements climatiques

Une tourbière est, par définition, une zone humide colonisée par la végétation, dont les conditions écologiques particulières ont permis la formation d'un sol constitué d'un dépôt de tourbe.

Ces écosystèmes se caractérisent, en premier lieu, par un sol saturé en permanence d'une eau stagnante ou très peu mobile, privant de l'oxygène nécessaire à leur métabolisme les micro-organismes (bactéries et champignons) responsables de la décomposition et du recyclage de la matière organique. Dans ces conditions asphyxiantes (anaérobiose), la litière végétale ne se minéralise que très lentement et très partiellement. Elle s'accumule alors, progressivement, formant un dépôt de matière organique mal ou non décomposée: la tourbe.
Véritable roche végétale fossile, la tourbe est donc un sol organique issu de la dégradation incomplète de débris végétaux dans un milieu saturé en eau. Elle contient au moins 20 % de carbone (30 % dans le cas de tourbes riches en argiles) et peut s'accumuler sur plusieurs mètres d'épaisseur, au rythme moyen de 0,2 à 1 mm par an. La plupart des tourbières s'étant formées après le retrait de la dernière glaciation (glaciation du Würm, il y a environ 12000 ans), les dépôts de tourbe généralement observés ont une épaisseur comprise entre 50 cm et 5 à 10 m; mais ces accumulations prennent parfois des proportions exceptionnelles comme à la Grande Pile où le dépôt atteint 19 m et dans laquelle on va pouvoir récupérer la partie la plus imputrescible des végétaux, à savoir les grains de pollen.

(photo *MP Grossetête. Exploitation de Tourbe, Ecosse*)

Les tourbières : des écosystèmes protégés car menacés

Une tourbière est donc un marais composé de tourbe, c'est-à-dire d'un amas de matières végétales en décomposition. Une faune et une flore particulièrement riches vivent dans ces marais au climat particulier, très froid l'hiver et chaud l'été.

A Saint-Germain poussent par exemple des droseras, petites plantes carnivores, et des canneberges, petits arbrisseaux qui ne se trouvent habituellement que dans les régions polaires et qui sont des survivants des glaciers qui occupaient la région il y a de cela des millénaires.

Les milieux qui composent la tourbière hébergent donc un grand nombre d'espèces végétales d'intérêt patrimonial fort, notamment à si basse altitude. Ainsi l'andromède à feuilles de polium, la scheuchzérie des marais, le lycopode des lieux inondés, l'utriculaire jaune pâle, les rossolis à feuilles rondes et intermédiaires bénéficient d'un statut de protection au niveau national, tandis que l'utriculaire intermédiaire est protégée en Franche-Comté. La canneberge et la laîche à épis velus sont, elles, considérées comme menacées.

Andromeda polifolia (site znieff) *Vaccinium oxycoccos (plante fleurie et fruits)*
http://www.luontoportti.com/suomi/fr/kukkakasvit/canneberge

Des insectes prédateurs, des oiseaux, des grenouilles, des serpents, des papillons et bien d'autres espèces animales vivent également dans les tourbières haut-saônoises. Ce sont donc des milieux à forte biodiversité et qui, par ailleurs, ont longtemps fait l'objet d'exploitation pour la récupération d'une tourbe destinée au chauffage essentiellement. Actuellement, elles font partie d'un plan de protection des milieux humides à l'échelle de l'U.E.

La tourbière de la Grande Pile à Saint-Germain est doublement protégée du fait de son intérêt géologique :

Bien que s'inscrivant dans une zone très vaste et riche en étangs, cette tourbière présente, en tant que telle, un intérêt particulier justifiant de la considérer individuellement. Elle constitue en effet l'un des plus importants stratotypes* du Pléistocène de l'Europe septentrionale et compte ainsi comme site de référence international pour l'interprétation des paléoclimats et de la végétation quaternaire.

Le Pléistocène est la première période de l'ère quaternaire, la plus longue, comprise entre le Pliocène (fin de l'ère tertiaire) et l'Holocène (début du néolithique). Le Pléistocène est caractérisé par l'apparition de l'Homme et par des oscillations climatiques entre grandes glaciations et périodes interglaciaires: elle correspond au paléolithique de l'histoire des Hominidés et s'étend de 2,58 millions d'années à 11 700 ans avant le présent.

Le Pléistocène est marqué par les dernières glaciations et s'achève par l'entrée dans l'Holocène, au climat très voisin de l'actuel.

Pollen de *Drosera spatulata*

Dans le document de la page 48, on a mis en parallèle sur une échelle des temps (les plus anciens en bas du tableau) :

- les stades isotopiques qui constituent la référence pour les géologues. Elle est basée sur l'étude des isotopes de l'oxygène dans les carottes de glace.
- les étages polliniques observés dans deux sites : La grande Pile des Vosges et Tenaghi dans le nord de la Grèce.

On observe ainsi que les 3 échelles de temps coïncident, donc on peut proposer que les étages polliniques soient à la fois des marqueurs du climat et des marqueurs dans le temps.

L'autre conclusion, toute aussi fondamentale, est que les variations climatiques enregistrées aux Pôles dans les glaces ont bien marqué l'intégralité de la planète et affecté le climat de la Grèce comme celui des Vosges de manière synchrone.

Enfin, on observe que le stratotype St Germain a permis de définir une période de l'échelle stratigraphique du Pléistocène.

**Stratotype: affleurement servant d'étalon pour l'identification d'une unité de l'échelle stratigraphique* (*définition du Guide Stratigraphique International de l'Union Internationale de Sciences Géologiques*).

Dénominations polliniques Grande Pile / Tenaghi		Dénominations historiques	Stades isotopiques
Holocène	Holocène	Holocène	1
	Xanthi	Bølling / Allerød	2
Marcoudan II / III	Philippi	Laugerie / Lascaux	
Marcoudan I	Photolivos	Tursac	
Grand Bois	Krinides II Krinides I	Maisières Arcy	3
Charbon	Kalabaki II Kalabaki I	Les Cottès Hengelo	
Pile Goulotte	Heraklitsa I Heraklitsa II	Moershoofd	
Ognon III Ognon II Ognon I			4
St Germain II	Elevtheroupolis	Odderade	5a
			5b
St Germain Ic	Drama	Brørup	5c
St Germain Ia	Doxaton	Amersfoort	5d
Eemien	Pangaion	Eemien	5e
Linexert	*Neakaterini*	*Saale*	6

Document Bosselin 2003

Une analyse des pollens de la tourbière effectuée par Geneviève Woillard va révéler des variations du climat sur une longue période :

Les pollens, notamment ceux des arbres, se conservent à peu près indéfiniment dans la tourbe et dans certains sols (en particulier dans les podzols) où ils restent parfaitement identifiables. Le flux printanier de pollen marque les couches annuelles d'un dépôt qu'on peut dater. De même les diagrammes polliniques représentent, en fonction du temps, les variations de fréquence du pollen des principales espèces.

Sur cette base de raisonnement, une botaniste belge Geneviève Woillard (1948-1981), morte prématurément à l'âge de 33 ans, publia en 1979 dans *Nature* un article précurseur. Dans ce travail en effet, elle définit des "étages polliniques" permettant d'associer un type de climat à une association de pollens d'espèces réunies dans un même groupement végétal.

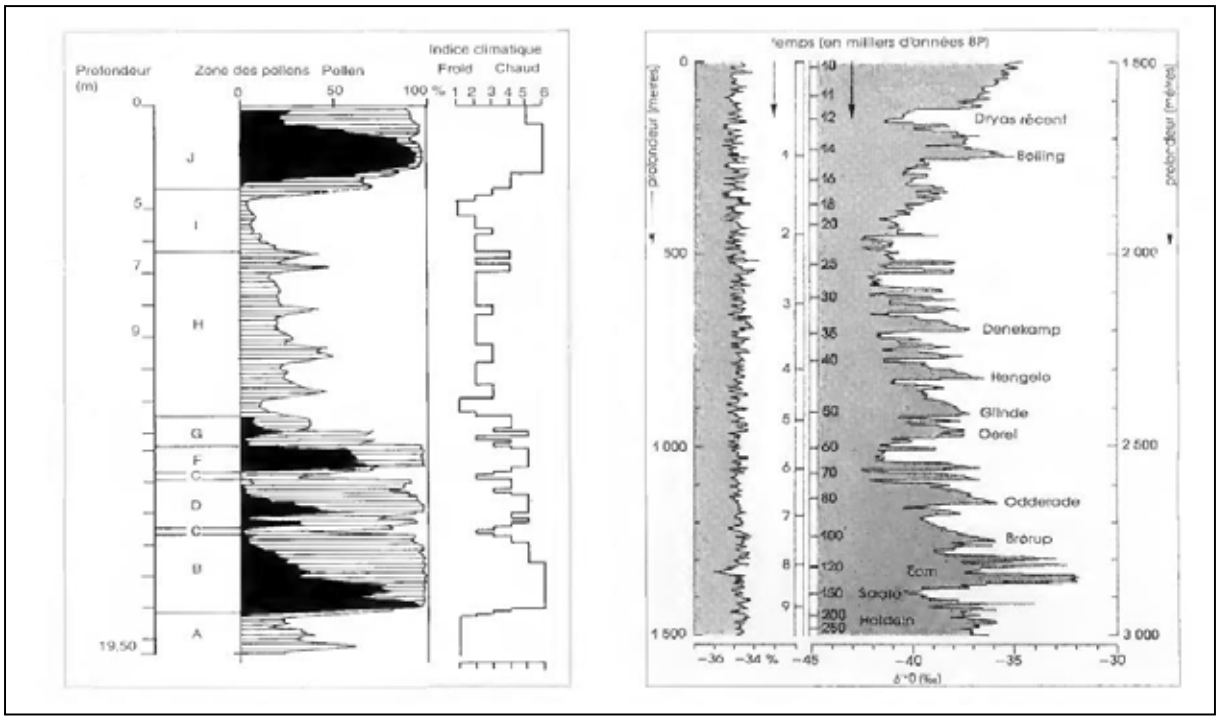


DIAGRAMME POLLINIQUE, TOURBIERE DE LA GRANDE PILE. L'abondance des pollens de la chênaie mixte, thermophile (en noir) varie avec la température moyenne.
Graphique extrait de l'article de G. Woillard « Abrupt end of the last interglacial s.s. in North-East France » paru dans *Nature* vol.281, 1979
Reproduit avec l'autorisation de *Nature*
Copyright : 1979, Macmillan Magazines Limited

VARIATION DE LA TENEUR EN OXYGENE 18 DANS LA GLACE DU FORAGE DU GROENLAND.
Graphique extrait de l'article de J. Jouzel, C. Lorius, M. Stievenard « Les archives glaciaires du Groenland » paru dans *La Recherche* n° 261, 1994
Reproduit avec l'aimable autorisation de *La Recherche*

ON NOTERA SURTOUT LA GRANDE SIMILITUDE DES PROFILS AU DERNIER INTERGLACIAIRE :
F = ODDERADE ; D = BRØRUP ; B= EEM

Document P. Bouvarel 1995 Revue Forestière française

L'analyse pollinique (document à gauche) effectuée par Geneviève Woillard, dans la tourbière de la Grande Pile, au sud des Vosges, est particulièrement intéressante. Elle a pu compter les pollens sur l'épaisseur d'une vingtaine de mètres de tourbe, ce qui correspond à environ 150 000 ans de dépôts enregistrés en continu, soit à peu près la période recensée par le sondage dans la glace du Groenland (document à droite ci dessus).
Pour analyser le diagramme ci-dessus, il faut se rappeler que la composition des forêts, traduite par les proportions de pollen des différentes espèces, est directement liée aux variations du climat : la chênaie mixte à Coudrier correspond aux épisodes de climat chaud (en noir sur le diagramme pollinique) tandis que l'abondance des pollens de Hêtre et de Sapin est le signe de climats plus froids (en hachures sur le diagramme pollinique). La toundra des périodes glaciaires livre surtout des pollens de Bouleau, Saules et plantes herbacées (tout le reste du pourcentage de pollens, en blanc donc sur les diagrammes).

Exigences écologiques de quelques espèces végétales actuelles

Espèces	**Températures moyennes en °C**	**Conditions climatiques**
Chêne pédonculé (*Quercus robur* L.)	10 à 15	tempérées à chaudes
Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)	7 à 13	tempérées
Epicéa (*Picea abies* L.)	5 à 8	froides et humides
Herbacées de la toundra	< 5	froides et sèches

Comparaison du diagramme pollinique avec la variation des rapports isotopiques de l'oxygène dans les carottes de glace :

Sur le diagramme pollinique, le profil des périodes chaudes (pollens de la chênaie mixte) présente des ressemblances étonnantes avec celui des mêmes périodes (taux élevé d'isotope 18 de l'oxygène) pour le forage du Groenland. Cela montre que les variations climatiques enregistrées aux pôles devaient se manifester à peu près en même temps en zone tempérée, et affecter les forêts de nos régions.

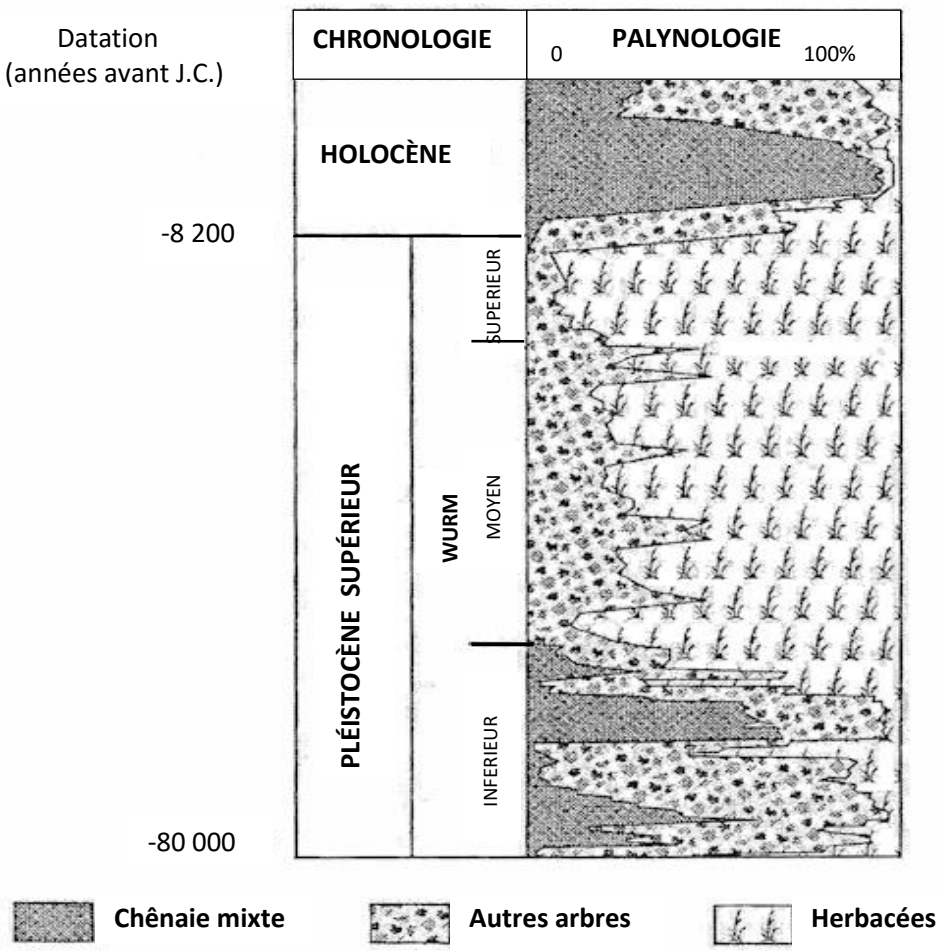
Un synchronisme encore plus étroit ressort d'une analyse très fine de carottes de tourbe correspondant à la fin de l'Eémien (ou fin de la période Würm inférieur), – 115 000 ans, soit la période où la glace a enregistré une baisse brutale de température.

Une baisse rapide de température directement enregistrée par la végétation :

Au même moment donc, et en aussi peu de temps, les forêts autour de la Grande Pile voient la Chênaie mixte et l'Epicea régresser rapidement et Pin et Bouleau et les herbacées «exploser». Même si on peut être sceptique sur l'extrême brièveté (20 ans) de cette transition, il est plausible qu'une chute brutale de température de plus de 10 °C ait pu, en une cinquantaine d'années, transformer un paysage de sapinière en une forêt de type boréal, sans doute claire, comme l'indique aussi la progression des pollens de plantes herbacées.

Il est donc probable qu'au cours du Quaternaire, au moins pendant l'avant-dernière alternance interglaciaire-glaciaire, la température du globe a subi des écarts accentués (plus de 10 °C) et rapides (quelques décennies). De tels écarts si rapides ne se reproduisent plus depuis la fin de la dernière glaciation (- 10 000 ans), affectée seulement par de petites oscillations, de l'ordre du degré ; la dernière étant le "petit âge glaciaire", du XVIIe au XIXe siècle et qui a marqué l'histoire de l'humanité par des hivers rigoureux et des périodes de famine au cours du Moyen Age.

Pieter Brueghel l'Ancien (1525-1569), Le cycle des saisons : janvier, 1565. (photo Wikipédia)



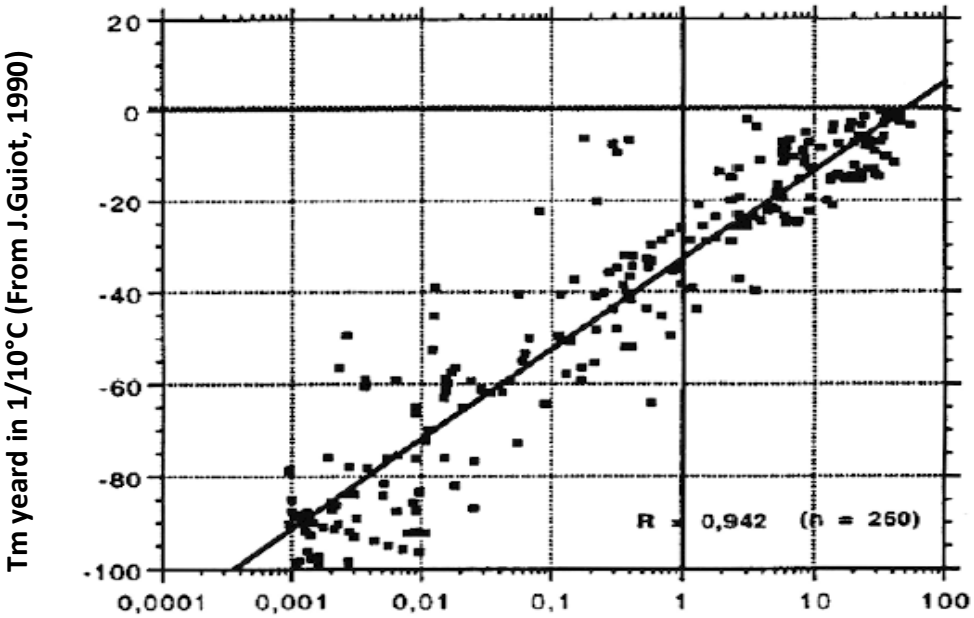
Travaux de Woillard / représentation simplifiée dans un livre de TS
D'après Woillard, Nathan spécialité Edition 1994

Comment expliquer de telles variations dans la végétation ? Quels sont les paramètres climatiques qui impactent la répartition des espèces végétales ?

Il est actuellement bien établi que l'origine des variations climatiques planétaires, en tous cas celles qui précèdent la révolution industrielle, tiennent à des phénomènes astronomiques.
C'est à Milutin Milankovitch, astronome et géophysicien serbe, que l'on doit cette théorie (proposée dès 1941). Celle-ci rend compte de l'alternance des cycles glaciaires et interglaciaires durant le Quaternaire. Une glaciation se produit lorsque les hautes latitudes de l'hémisphère nord reçoivent un minimum de rayonnement solaire durant l'été.

Il s'agit de déterminer ceux des paramètres du climat qui impactent la répartition des espèces végétales. Ce sont des équipes de chercheurs-res qui ont repris les données récoltées par G. Woillard qui ont permis de répondre à cette question.
Pierre Cour, Denis Didier Rousseau, Danielle Duzer, et Isabelle Chuine en 1994 proposent une nouvelle interprétation climatique des changements de végétation reconnus à La Grande Pile.
Elle repose sur la prise en considération de l'influence quasi exclusive des fluctuations de températures automnales et printanières sur le cycle végétatif de la plupart des plantes holarctiques (région biogéographique incluant l'Arctique et les zones tempérées).

Le document ci-dessous par exemple montre le degré de corrélation élevé entre la température moyenne hivernale et la valeur du rapport pollinique Chêne/Herbacées (Quercus/ Poacées)



Ratio Quercus/ Poaceae

(Tm January : R = 0,932) **(Pr January : R = 0,730)**
(Tm July : R = 0,476) **(Pr July : R = 0,852)**
(Pr Year : R = 0,829)

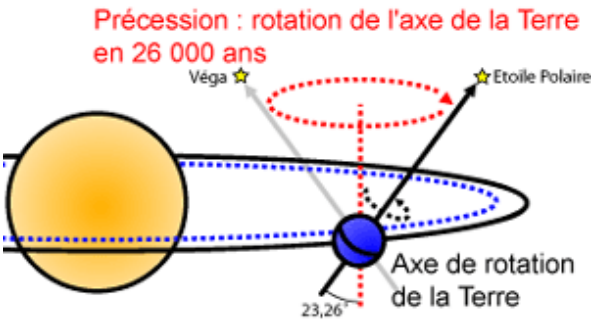
Document dans la revue : Quaternaire, vol. 6, n°2, 1995. pp. 107-117.

Covariation constatée dans les fluctuations du rapport Quercus/Poacées et les reconstitutions des températures annuelles obtenues par Guiot (1999). Indications des corrélations existant entre les différentes reconstitutions des paramètres climatiques et les rapports Quercus/Poacées.

La méthode d'investigation quantitative utilisée est basée sur les rapports d'abondance établis entre des couples de taxons sélectionnés en fonction de leur réponse actuelle aux modifications climatiques latitudinales. Ces réponses, enregistrées par l'intermédiaire des émissions polliniques atmosphériques produites le long d'un transect européen entre 36° et 68° de latitude, nous servent de modèle bioclimatique actuel.
A partir de ce modèle bioclimatique, une nouvelle interprétation des données polliniques de La Grande Pile est proposée afin d'expliquer les changements cycliques de végétation constatés au cours du dernier cycle climatique.

Comme en témoignent les rapports Quercus /Poaceae et Quercus/Salix le scénario serait le suivant: par rapport à la composition des groupements végétaux actuels, la disparition sélective des arbres dont Quercus, interviendrait à chaque épisode au cours duquel l'automne de l'hémisphère Nord est de plus en plus précoce et froid. Ce phénomène cyclique est, de fait, lié au "cycle de précession des équinoxes".

REMARQUE : cycles climatiques et cycles de variation des paramètres orbitaux de la Terre



La précession des équinoxes
Crédit : Astrophysique sur Mesure / Jean-Eudes Arlot et Gilles Bessou

Rappel : La Terre tourne sur elle-même en 24 h, selon un axe oblique (expliquant la saisonnalité et l'inversion de celle-ci selon les hémisphères) et tourne autour du soleil en une année, soit environ 365 jours.

De fait, à grandes échelles de temps, ces rotations subissent des modifications de trois ordres :
- Excentricité de l'orbite terrestre selon un cycle de 100 000 ans : la terre tourne autour du soleil, non selon un cercle parfait avec le soleil comme centre, mais selon une ellipse plus ou moins aplatie avec le soleil en place d'un des deux foyers. Actuellement, l'orbite étant proche du cercle, la différence entre hiver et été est relativement faible. Il y a plusieurs dizaines de milliers d'années, au temps d'une ellipse écrasée, la différence était beaucoup plus importante (rayonnement solaire plus intense en été par la distance moindre et plus faible en hiver par l'éloignement).
- Obliquité de la Terre selon un cycle de 40 000 ans : l'angle formé par l'axe des pôles par rapport à l'axe soleil-Terre n'est en fait pas constant, variant de quelques degrés (expliquant la distinction entre le pôle géographique et le pôle magnétique). L'effet est, là-aussi, d'accentuer ou de diminuer les différences entre saisons mais selon un autre phénomène dû à l'angle formé par les rayons solaires sur la Terre, réchauffant alors plus ou moins celle-ci.
- Précession des équinoxes selon un cycle de 25 000 ans : la Terre tourne sur elle-même, non par une rotation parfaite, mais comme une toupie, l'axe de rotation balayant un cône (phénomène dû à l'attraction combinée du soleil et de la lune sur le bourrelet équatorial). En période d'angle important, les jours en hiver sont très courts et les rayons solaires très obliques ne permettent pas de réchauffer le sol. Et l'hiver est beaucoup plus long, avec un automne précoce et un printemps tardif.

Ce dernier phénomène semble le moteur principal des glaciations et des modifications de végétation.

Les données astronomiques indiquent que ces configurations (angle important de l'axe de rotation) se sont produites successivement vers -110 000, -88 000, -65 000, - 40 000 et -16 000 ans (respectivement au cours des stades isotopiques 5d**,** 5b, 4, 3 et 2). Le gel, répété sur plusieurs millénaires, des bourgeons éclos de plus en plus précocement sur des jours de plus en plus courts ne permettait plus à ces essences dominantes de se maintenir. Les surfaces ainsi libérées étaient alors immédiatement colonisées par les plantes herbacées (dont les Poacées) et certains arbres héliophiles (dont les Salix) aux cycles végétatifs moins précoces et, de ce fait, peu sensibles aux périodes de gels tardifs.
Les rapports d'influence établis entre des taxons héliophiles colonisant ces espaces libérés varient naturellement peu, comme le prouve le rapport Salix/Poacées, ces taxons étant alors soit favorisés soit défavorisés de la même manière.

A l'opposé, avec un hiver de plus en plus court (angle de l'axe de rotation moindre) une dizaine de milliers d'années plus tard (stades isotopiques 5e, 5c, 5a, 3 partiellement et 1), les conditions thermiques qui prévalaient (automne précoce et printemps tardifs induisant un retard cumulatif important de la période d'épanouissement des bourgeons qui survenait alors en jours longs non gélifs), permettaient au paysage forestier de se reconstituer au dépens des steppes herbacées héliophiles en place. Ces conditions thermiques redevenant de plus en plus favorables, la recolonisation des essences dominatrices pouvait s'opérer en quelques milliers d'années à partir de zones refuges dont les situations géographiques induisent naturellement un retard dans le cycle de reproduction, tels que, en particulier, les régions maritimes (automnes et printemps thermiques tardifs) ou les versants orientés au Nord (hivers et printemps plus froids).

A la lumière des mécanismes mis en jeu, il semble que les changements cycliques de végétation qui se sont produits au cours du dernier cycle climatique pourraient avoir été principalement déterminés par les **variations de l'insolation de l'automne et du printemps**.

Conclusion :

Il a donc été possible grâce aux travaux de paléobotanique de corréler les variations climatiques du Pléistocène avec celle de la flore de l'Europe continentale. On a ainsi pu montrer l'importance des paramètres climatiques que sont l'insolation de l'automne et du printemps sur l'évolution de la végétation au cours du temps. Ces données servent d'outil de prédiction des évolutions futures de la végétation sous nos latitudes. Actuellement on considère que le "climat biologique" qui est exprimé par l'ensemble de la végétation est un indicateur plus pertinent que le seul climat physique classiquement retenu. Ainsi les plantes ont-elles une capacité d'intégration des très nombreux paramètres environnementaux et cela est reconnu. C'est une belle revanche de la botanique "de papa" sur les méthodes ultrasophistiquées qui aident à la compréhension des facteurs environnementaux.

Bibliographie et Webographie

- http://www.pole-tourbieres.org/a-la-decouverte-des-tourbieres (consulté en octobre 2015)
http://inpn.mnhn.fr/zone/znieff (inventaire du patrimoine naturel/dernière consultation 1er novembre 2015)

- Une reconstitution semi-quantitative des climats du pléistocène supérieur à partir des diagrammes polliniques. Comparaison avec les données océaniques et glaciaires/ Bruno BOSSELIN / revue : *ARCHEOLOGIA E CALCOLATRI*, 2003, 14

- Découvertes récentes sur les climats passés. Conséquences pour les forêts/ P. Bouvarel / Revue Forestière Française XLVII .2. 1995

- Abrupt end of the last interglacial s.s. in north-east France/ Geneviève WOILLARD/ (Fonds National Belge de la Recherche Scientifique, Institut Botanique, Laboratoire de Palynologie et Phytosociologie, Université Catholique de Louvain)/ *Nature* 281, 558 - 562 (18 Octobre 1979)

- Processus explicatifs des changements de végétation intervenus depuis 140 000 ans en Europe occidentale au voisinage de 48° de latitude nord [Explicative processes of vegetation changes that occurred in western Europe since 140 000 years BP at around 48° latitude north.]/ COUR Pierre, ROUSSEAU Denis Didier, DUZER Danielle, CHUINE Isabelle/ In: Quaternaire, vol. 6, n°2,1995. pp. 107-117.

La flore aquatique : toutes les plantes aquatiques ne sont pas des algues !

Michèle Trémolières

Laboratoire Image Ville & Environnement (LIVE), Université de Strasbourg / CNRS, 28 rue Goethe 67083 Strasbourg

Tapis d'algues filamenteuses

Tapis de Potamot perfolié

Les plantes aquatiques sont encore mal connues des botanistes « amateurs », et de ce fait souvent prises pour des algues, même quand il s'agit de plantes à fleurs (des angiospermes), probablement du fait d'une morphologie qui les fait ressembler à des algues filamenteuses. Pourtant ces plantes très diverses incluant les algues présentent des caractéristiques morphologiques, physiologiques particulières, liées à leur milieu de vie. De par leur écologie spécifique, elles ont aussi un intérêt pour caractériser les milieux qu'elles colonisent. On leur a trouvé une fonction bioaccumulatrice liée à la capacité de certaines espèces à accumuler les métaux lourds (exemple du lichen *Dermatocarpon*, Chatenet & Botineau 2001) et tout récemment une capacité à détoxifier une neurotoxine produite par des Cyanobactéries et dangereuse pour l'homme (Downing et al 2015). Si ces plantes vivent en communauté elles ne côtoient pas n'importe quelle autre espèce : en effet la qualité de leur milieu de vie leur impose des conditions environnementales qu'elles supporteront plus ou moins dépendant de leur écologie spécifique. De plus ces espèces établissent des réactions de compétition via entre autres mécanismes, la production de substances nocives pour le développement d'autres espèces. C'est ce qu'on appelle l'effet allélopathique déjà bien connu chez les plantes terrestres : ainsi les Myriophylles et les Elodées deux genres strictement aquatiques ralentissent, voire inhibent la croissance et l'extension du phytoplancton (des microalgues), assurant ainsi le maintien de la transparence de l'eau (Erhard & Gross 2006, Hilt & Gross, 2008). Enfin certaines espèces aquatiques ont un usage alimentaire, comme le cresson de fontaine.

Mais qu'est-ce qu'une plante aquatique ?

Les plantes aquatiques ou végétaux vivant dans l'eau, rassemblent des macrophytes, plantes visibles à l'œil nu et des microphytes, organismes unicellulaires observables au microscope ou lorsque l'eau dans laquelle elles poussent prend des couleurs bleue, rouge ou verte selon les espèces qui s'y développent. Les microphytes comprennent des algues (sensu lato) et des cyanobactéries (anciennement appelées « algues bleues ») ; les macrophytes regroupent les algues filamenteuses, voire des colonies macroscopiques de cyanobactéries, mais aussi des lichens, des bryophytes (mousses et hépatiques), des ptéridophytes (fougères), des plantes à fleurs à reproduction par graines (angiospermes monocotylédones et dicotylédones). Cet article s'intéressera essentiellement aux macrophytes, plantes à fleurs.

Des mousses

Des fougères

Des plantes à fleurs

Taxonomie

Toutes les familles botaniques des plantes à fleurs (angiospermes) ne sont pas représentées en milieu aquatique et certaines sont exclusives de ces milieux : ainsi chez les monocotylédones on recense par exemple les Lemnacées (les lentilles d'eau), les Potamogétonacées (les potamots), les Zannichelliacées ou encore les Hydrocharitacées (famille des Elodées) et chez les dicotylédones les Nymphéacées (famille des nénuphars), les Haloragacées (famille des Myriophylles), les Cératophyllacées,...

D'autres familles présentes en milieu terrestre comptent aussi des représentants dans les milieux aquatiques de zone tempérée. Ainsi la famille des Renonculacées est représentée par le sous genre *Batrachium*. Certaines vivent à la fois dans l'eau ou simplement les pieds dans l'eau : ce sont les amphiphytes ; parmi celles-ci, on recense les familles des Apiacées dont la berle ou céleri d'eau, des Brassicacées avec le cresson de fontaine, des Alismatacées dont la sagittaire. Les hélophytes sont bien représentées par les Typhacées et les Cypéracées mais aussi les Poacées avec le phragmite (*Phragmites australis*), la baldingère (*Phalaris arundinacea*) et les glycéries.

Où vivent ces plantes ?

Les milieux aquatiques où ces plantes se développent sont divers et définis par la permanence de l'eau, la présence ou non de courant, le type d'alimentation superficiel ou souterrain et la qualité chimique et biologique des eaux. On trouve des plantes aquatiques dans les eaux marines riches en sels (teneur en sels dissous de l'ordre de 35g/l), eaux saumâtres (teneurs comprises entre 0,5g/l et 35g/l) et dans les eaux continentales (teneur en sels <0,5g/l), dans des eaux stagnantes (lacs, étangs, mares …) mais aussi dans les eaux courantes de torrent, rivière et fleuve. Les végétaux peuvent s'installer et se développer aussi bien dans les zones amont à pente forte et vitesse de courant élevée (les secteurs torrentiels), que dans les zones aval des cours d'eau à pente faible et aux vitesses plus lentes. Une zonation longitudinale des plantes aquatiques s'établit ainsi (figure 1) : les zones amont sont colonisées essentiellement par des Bryophytes, organismes de petite taille fixés

aux blocs rocheux par leurs rhizoïdes.
Lorsque la pente s'amenuise et que la lame d'eau devient plus importante, des espèces de plantes à fleurs s'installent, souvent sans apparition de fleur ou alors les fleurs se développent sous l'eau ; enfin les eaux plus calmes des secteurs les plus aval sont colonisées par des espèces à feuilles flottantes et à fleurs émergentes, comme les nénuphars ou les myriophylles. Dans ces secteurs les anses d'eau quasi stagnante peuvent être colonisées par des lentilles d'eau flottant en surface.

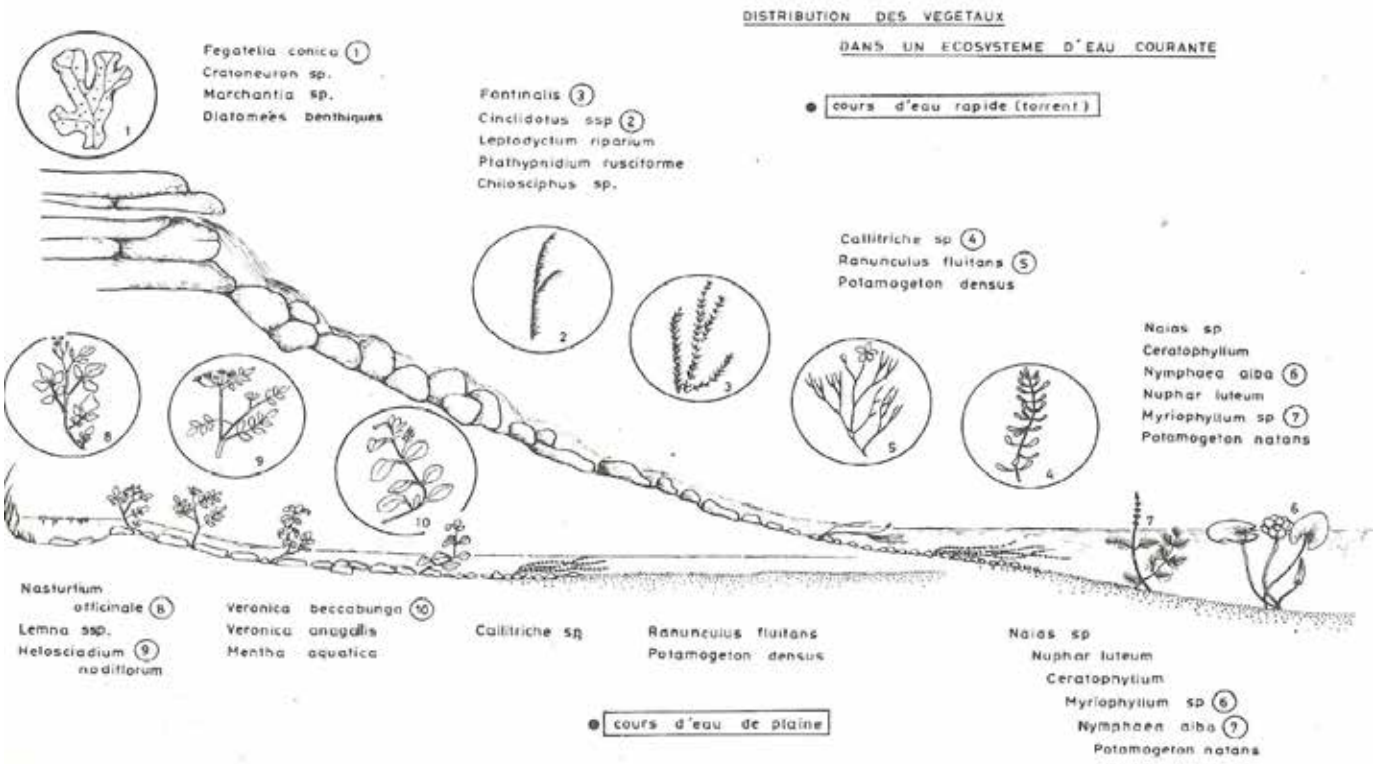


Figure 1. Distribution de la végétation aquatique le long du profil longitudinal d'un cours d'eau (d'après J Barbe Bull Français de Pisciculture 1984)

Dans les eaux calmes ou stagnantes, la végétation se distribue depuis la berge vers la pleine eau en fonction de leur type morphologique (figure 2): les hélophytes poussent dans les zones littorales, elles ont les « pieds dans l'eau », les tiges, les feuilles et les fleurs hors de l'eau. Parmi les hydrophytes qui font tout leur cycle de vie dans l'eau, on distingue les hydrophytes fixés totalement immergés, les hydrophytes fixés à feuilles flottantes et les pleustophytes flottant en surface ou « entre deux eaux » et non enracinées comme les lentilles d'eau (les Lemnacées).

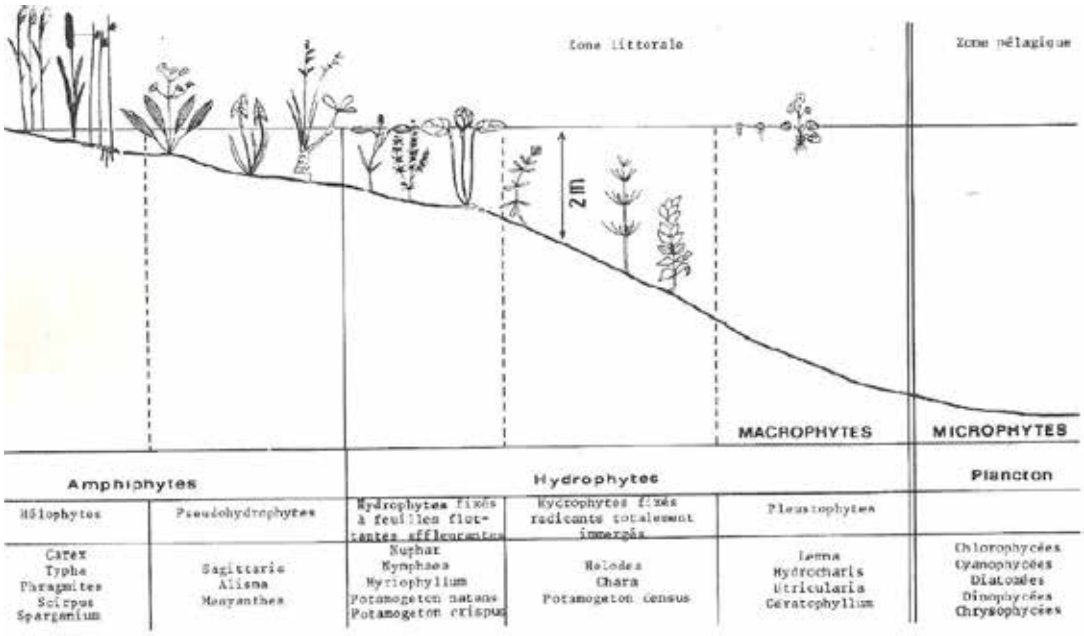


Figure 2. Distribution de la végétation aquatique en fonction de leur type biologique dans les milieux d'eau stagnante (d'après J Barbe Bull Fr Pisciculture 1984)

Des adaptations de la morphologie et de la reproduction aux facteurs hydrologiques

Dans les eaux courantes les plantes immergées développent des feuilles flexibles, filiformes offrant ainsi un minimum de résistance au courant (figure 3). Dans les eaux calmes les espèces ont souvent des feuilles larges et un port plus ramassé ou dressé. Cependant les feuilles peuvent être finement découpées comme chez les Myriophylles qui poussent aussi bien dans les eaux calmes que courantes.

Certaines espèces présentent deux types de feuilles :

- des feuilles immergées, larges ou étroites, rubanées (figures 3, 5)

Figure 3. Feuilles découpées de Myriophylle, feuilles filiformes de *Potamogeton pectinatus* var *scoparius*, feuilles larges et perfoliées de *Potamogeton perfoliatus*
(de gauche à droite)

- des feuilles émergées flottant à la surface comme le nénuphar (*Nuphar lutea*), le potamot noueux (*Potamogeton nodosus)* (figure 4).

Figure 4. *Nuphar lutea* nénuphar jaune*, Potamogeton nodosus* potamot noueux (de gauche à droite)

La Sagittaire (*Sagittaria sagittifolia*) est adaptée à la vie dans les zones littorales où le niveau d'eau fluctue. Ainsi l'espèce développe deux types de feuilles : des feuilles en forme de fer de lance émergées et des feuilles étroites rubanées dans la partie en eau (figure 5) ; elle peut vivre à la fois dans les eaux profondes (les feuilles sont alors toutes rubanées) et sur les bords de cours d'eau ou de plans d'eau où elle présente les deux types de feuilles.

Figure 5. La sagittaire dans ces deux formes, à feuilles hastées quand elle est émergée et rubanée quand elle est sous l'eau

Les plantes aquatiques sont susceptibles de s'enraciner dans le sédiment dans lequel elles développent des rhizomes, tubercules ou bulbes ; ces appareils souterrains portent des racines adventives qui renforcent l'ancrage de la plante, et donc assurent une meilleure résistance à l'arrachage dans les eaux courantes.

Dans les eaux calmes (plans d'eau et anses d'eau calme dans les rivières), on rencontre des végétaux non ancrés flottant en surface. Ce sont par exemple les lentilles d'eau (Lemnacées, figure 6) ou des fougères comme *Azolla* , *Salvinia*… Chez les lentilles d'eau, on distingue le genre *Lemna* qui ne possède qu'une seule racine, de l'espèce *Spirodela polyrhiza* à plusieurs racines (figure 6). Certains flottent « entre deux eaux » comme *Lemna trisulca* ou encore les Cératophylles.

Figure 6. Plan d'eau couvert de lentilles d'eau, partie racinaire de *Lemna* et *Spirodela*

La reproduction sexuée est mal adaptée chez les plantes aquatiques. Toutefois ces plantes sont susceptibles de produire des fleurs, des fruits et des graines. L'appareil reproducteur peut être émergé comme on l'observe chez les Renoncules et les Myriophylles (figure 7) alors que les fleurs sont immergées, localisées à l'aisselle des feuilles chez les Callitriches. Dans ce cas, les fleurs ont en général une structure simple, réduite souvent à un ovaire et une à plusieurs étamines, le périanthe a disparu par exemple chez les Callitriches et les Zannichelles. Chez d'autres comme chez les potamots les fleurs possèdent encore un périanthe, quoique peu voyant lorsqu'il existe, de couleur verte. Elles sont souvent unisexuées, portées par le même pied (espèce monoïque) chez les Callitriches, les Myriophylles ou encore les Cératophylles, ou portées sur des pieds différents (espèce dioïque) chez les Elodées (figure 8).

Figure 7. Fleur émergée de renoncule (*Ranunculus fluitans*) et de Myriophylle (*Myriophyllum spicatum*, photo I Combroux)

Figure 8. Feuilles flottantes en rosette et fleur mâle immergée à l'aisselle des feuilles de *Callitriche obtusangula* (*photo extraite de Fare et al 2001*), et fleurs femelles d'élodée (de gauche à droite)

La reproduction végétative domine ce qui explique la capacité de ces plantes à coloniser de vastes surfaces. Les formes végétatives sont souterraines, enfouies dans le sédiment : ce sont des rhizomes, des bulbes et des tubercules, ou des stolons à la surface du sédiment, produits par exemple par les Elodées. La multiplication végétative correspond aussi au détachement d'organes spécialisés, les turions ou hibernacles (bourgeons dormants qui se détachent du pied parental à la mauvaise saison comme chez les Myriophylles). Des fragments de la plante mère (chez l'élodée) peuvent se disperser et reformer un individu « complet » dans des milieux éloignés de la source. Ces organes végétatifs sont aussi des organes de résistance aux conditions défavorables ou aux perturbations, qui permettent ainsi à certaines espèces de recoloniser rapidement les zones perturbées.

Les plantes émergées vivant dans les zones littorales utilisent les deux modes de reproduction, sexuée en milieu aérien et végétative par les rhizomes, permettant ainsi la formation de peuplements mono-spécifiques de roseaux (*Phragmites*) ou de massettes (*Typha*).

Les fruits, qui sont le plus souvent des akènes, et les graines sont dispersés par l'eau quand la plante fleurit sous l'eau ou par le vent voire les oiseaux quand l'appareil reproducteur est émergé.

Des adaptations physiologiques

L'eau est une source de sels nutritifs solubles sous forme ionisée: ainsi l'azote est sous forme de nitrates ou d'ammonium et le phosphore sous forme de phosphates biodisponibles que les plantes aquatiques vont absorber directement par les surfaces foliaires. Les feuilles immergées ont un épiderme dépourvu de cuticule, ce qui facilite l'absorption cellulaire. Chez les plantes à feuilles flottantes, la surface foliaire au contact avec l'atmosphère développe une cuticule qui les protègera du rayonnement solaire. Chez les plantes enracinées, l'absorption de l'eau et des nutriments se fait également par les racines, dépendant de la disponibilité des ions de l'eau et /ou du sédiment.

Certaines plantes absorbent préférentiellement le nitrate, elles sont dites nitratophiles et d'autres l'ammonium produit sous cette forme dans les eaux acides après décomposition et minéralisation de la matière organique.

Ces exigences expliquent ainsi la distribution de deux espèces de potamot très proches du point de vue morphologique :

- l'une, le potamot coloré *(Potamogeton coloratus)*, espèce nitratophile, s'établit dans les eaux calcaires à très faible teneur en ammonium ; en effet dans ces eaux l'ammonium sous forme ammoniacal inhibe l'activité de la nitrate réductase, enzyme qui permet à l'espèce d'absorber le nitrate.

- l'autre, le potamot à feuilles de renouée (*Potamogeton polygonifolius),* vit préférentiellement dans les eaux plutôt acides et faiblement minéralisées dans lesquelles elle absorbe l'azote sous forme d'ammonium, le nitrate étant plus faiblement produit dans ces eaux.

Pour réaliser la photosynthèse, les plantes ont besoin de CO_2 et de lumière. Or la lumière est absorbée (et transformée en chaleur) par l'eau et les substances dissoutes ou en suspension.
L'absorption varie avec la profondeur et dépend de la longueur d'onde des radiations lumineuses : seules les radiations visibles pénètrent en profondeur et parmi celles-ci la partie du spectre radiatif utile pour la photosynthèse subsiste jusqu'à 70 m de profondeur. Ainsi les plantes aquatiques peuvent coloniser des profondeurs jusqu'à 40 m comme certaines Characées (famille d'espèces proches des algues), à condition que l'eau reste transparente.
Le CO_2 dissous est toujours en faible quantité dans l'eau liée aux échanges avec l'atmosphère et donc dépendant de la teneur en CO_2 de l'atmosphère, mais aussi aux apports de CO_2 via la respiration des organismes aquatiques.
Les plantes acidophiles ou acidoclines absorberont directement le gaz carbonique dissous dans l'eau.
Les plantes qui vivent préférentiellement dans les eaux calcaires ont aussi la capacité à décomposer les hydrogénocarbonates de l'eau et à utiliser le CO_2 issu de cette dégradation.
La conséquence de ces réactions en eau calcaire est une augmentation du pH de l'eau en particulier dans les eaux à forte colonisation végétale et en période bien ensoleillée, assurant ainsi une photosynthèse active : le pH peut passer de 7-8 à 9 voire 10 dans ces conditions, ce qui peut modifier la solubilité des ions nutritifs et donc leur biodisponibilité.
L'oxygène est un autre élément indispensable à la survie des organismes vivants. Les plantes lors de la photosynthèse rejettent de l'oxygène utilisé pour leur respiration par tous les organismes vivant dans le même milieu.
La solubilité de l'oxygène dans l'eau est faible et dépend de la température et de la pression atmosphérique.
Le bilan de l'oxygène dissous dépend des échanges avec l'atmosphère et de la présence ou non de matière organique susceptible d'induire un développement bactérien qui consommera l'oxygène. Ainsi lors d'un apport important de matière organique naturel (apports de feuilles mortes par exemple) ou anthropique lié aux activités humaines (effluents d'égout…), le taux d'oxygène dissous diminue jusqu'à devenir nul. Les plantes aquatiques sont particulièrement sensibles à la diminution de l'oxygène dissous ; en effet dans les eaux pauvres en oxygène la plupart des hydrophytes disparaissent, seules subsistent quelques espèces d'algues polluo-résistantes comme les Cladophores (figure 9), algues filamenteuses bien visibles dans les eaux polluées par un excès de matière organique et dans les eaux anoxiques (privées d'oxygène) se développera uniquement la thiobactérie *Desulfovibrio desulfuricans.*

Figure 9.
Développement d'algues filamenteuses

Les feuilles des plantes aquatiques présentent un parenchyme lacuneux particulièrement développé (figure 10), ce qui permet le stockage des gaz dans les tissus de la plante. L'absence de cuticule est un facteur favorable à l'absorption des gaz dissous dans l'eau mais aussi aux polluants dissous dans l'eau.

Figure 10. Coupe transversale d'une feuille de nénuphar, où le tissu lacuneux est bien visible

Des plantes aquatiques bioindicatrices de la qualité des eaux

Ces particularités morphologiques et physiologiques rendent ces végétaux plus sensibles aux polluants véhiculés par l'eau. Les macrophytes ont ainsi été utilisés comme bioindicateurs de la qualité de l'eau, voire détecteurs de sa dégradation.
Celle-ci est due entre autres à la pollution organique et à l'eutrophisation qui en découle (augmentation des nutriments minéraux azote et phosphore). Il en résulte une désoxygénation des eaux due à l'activité respiratoire des bactéries lors de la décomposition de la matière organique, voire une production de toxines par des microphytes (cyanobactéries entre autres) (figure 11). La plante s'alimentant à partir des deux réservoirs de nutriments, eau et sédiment (figure 12) intègre les variations de concentrations de minéraux (niveau trophique) et /ou de substances organiques dans l'eau.

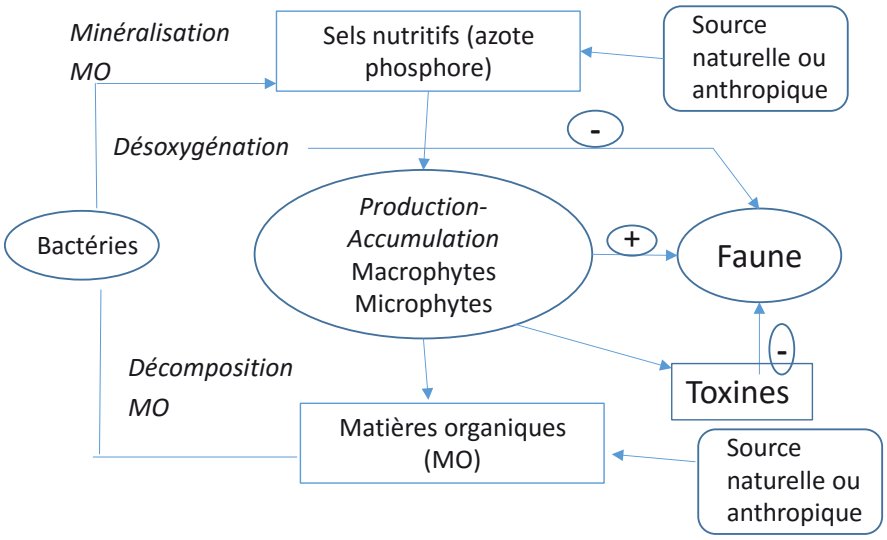


Figure 11. *Schéma des mécanismes de l'eutrophisation (augmentation des concentrations de Phosphore et Azote) et conséquences sur la faune*

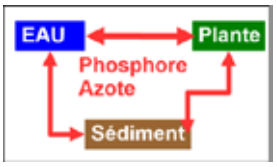


Figure 12.
Schéma des interactions eau- plante - sédiment

Certaines espèces ont une amplitude écologique étroite vis-à-vis du niveau trophique (elles sont dites sténoèces) comme le potamot coloré et peuvent être utilisées comme un indicateur du niveau trophique, mais la sténoécie est peu fréquente dans les milieux aquatiques. Les assemblages d'espèces formant des communautés répondent aux variations des conditions environnementales par un changement de leur composition floristique, de la richesse et de l'abondance spécifique. Il a été ainsi établi une séquence de communautés correspondant à une échelle de niveau trophique. L'impact des variations du niveau trophique sur les communautés dépend aussi de la composition chimique naturelle des eaux. Dans les eaux acides faiblement minéralisées telles que définies dans les eaux des Vosges du Nord, quatre communautés végétales notées A à D ont été identifiées depuis les têtes de bassin versant de type A et B : ce sont des eaux oligotrophes à mésotrophes c'est-à-dire de bas niveau trophique à faibles concentrations d'azote et de phosphore, jusqu'aux stations aval de type C et D plus minéralisées proches de la neutralité et eutrophes à hypertrophes (à excès de nutriments).

Dans les eaux minéralisées alcalines recensées dans la plaine d'Alsace, une séquence de 6 groupements végétaux notés A oligotrophe à F hypertrophe a été déterminée sur la base des concentrations de phosphates et ammonium. Dans un cours d'eau non perturbé par des apports anthropiques, la séquence normale de communautés d'amont vers l'aval serait A, B, C voire D. Une pollution générant une eutrophisation des eaux dès l'amont modifie la séquence et l'on observe un nouvel agencement des communautés partant de C ou D et évoluant vers des communautés plus eutrophes E et F.

Espèces caractéristiques ou dominantes	Echelon	Syntaxons (classification phytosociologique)	Trophie	N-NH4+(µg/L)		P-PO43- (µg/L)	
				Moy	Ecart-type	Moy	Ecart-type
Potamogeton coloratus	A	Potamogetonetum colorati	Oligotrophe strict	14	7,3	7	1,7
Berula erecta	B		Oligo-mésotrophe	22	13,8	13	5,5
Callitriche obtusangula *Berula erecta* *Elodea canadensis*	C	Callitrichetum obtusangulae	Mésotrophe	45	27,8	15	6,8
Zannichellia palustris *Groenlandia densa* *Nasturtium officinale*	D	Zannichellio-Potamogetonetum densae	Méso-eutrophe	34	31,3	29	23,6
Oenanthe fluviatilis (rare) *Ceratophyllum demersum* *Ranunculus fluitans*	E	Ranunculetum fluitantis	Eutrophe	61	40	40	33
Potamogeton nodosus *Potamogeton lucens* *Potamogeton pectinatus*	F	Potamogetonetum pectinati	Hypertrophe Méso-saprobe	255	107	191	116

En conclusion

Les végétaux aquatiques ou macrophytes ne sont pas tous des algues, même si certaines espèces d'algues sont aussi des macrophytes, comme les algues filamenteuses. Ils présentent une grande diversité de formes et de caractéristiques qui leur confèrent une capacité d'adaptation à des conditions hydrologiques et hydrochimiques changeantes. Intégrateurs des conditions environnementales naturelles ou modifiées par les activités humaines, ils peuvent être utilisés comme bioindicateurs de la qualité des eaux dans lesquelles ils vivent ou détecteurs de la dégradation de ces milieux.

Les macrophytes jouent un rôle important dans le fonctionnement des systèmes aquatiques d'eau courante ou d'eau stagnante. Ces plantes même lorsqu'elles deviennent abondantes et recouvrent de larges surfaces d'eau, ne représentent pas un danger pour ces milieux, notamment lorsqu'elles sont en mélange.

Toutefois sous certaines conditions une espèce peut échapper au contrôle des autres espèces, proliférer et devenir alors invasive. Il existe quelques espèces à risque de prolifération, souvent des espèces introduites : tel est le cas d'espèces exotiques comme les élodées, ou la jussie (*Ludwigia sp*. figure 13) ou encore le myriophylle aquatique qui ont colonisé de vastes étendues d'eau en France et qui posent actuellement des problèmes de gestion de plans d'eau (cas de certains plans d'eau lorrains et landais).

L'identification et la connaissance des caractéristiques morphologiques, physiologiques et écologiques des espèces permettront de mieux évaluer les potentialités de colonisation et donc leur risque de prolifération. Avant d'éradiquer les tapis de végétation aquatique, apprenons à « connaître et reconnaître » les espèces aquatiques.

Figure 13. Expansion de la jussie (*Ludwigia sp*) dans un plan d'eau des landes (photo A. Dutartre)

Bibliographie succinte

Downing S, Esterhuizen-Londt M., Downing TG 2015 β-N-methylamino-L-alanine (BMAA) metabolism in the aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum Ecotoxicology and Environmental Safety*, *120*, *88-92*

Erhard, D., & Gross, E. M. (2006). Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *E. nuttallii* against epiphytes and phytoplankton. Aquatic Botany, 85, 203–211

Hilt S. & Gross E. M. 2008 Can allelopathically active submerged macrophytes stabilize clear-water states in shallow lakes? Basic and Applied Ecology, 9, 422–432

Pour plus d'information, on se reportera au numéro spécial de la revue « Ingénierie Eau agriculture et Territoire » 2008. Plantes aquatiques d'eau douce, biologie, écologie et gestion

Et en image : Fare A., Dutartre A. & Rebillard J.P. 2001 les principaux végétaux aquatiques du Sud ouest de la France. Agence de l'eau Adour Garonne 190 p

Solidage du Canada (photo Sycoparc)

Les plantes exotiques invasives dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord : une nouvelle nature

Jean-Claude Génot
Chargé de la protection de la nature
Syndicat de Coopération pour le Parc naturel régional des Vosges du Nord
jc.genot@parc-vosges-nord.fr

1. Quelques définitions

Parler de plantes exotiques invasives nécessite de préciser quelques définitions liées aux invasions biologiques (Sarat *et al*., 2015).

Une espèce autochtone ou indigène est originaire d'une zone géographique donnée pour une période donnée et représentée par des populations pérennes au début de la période considérée.

Une espèce allochtone, exotique ou exogène est introduite volontairement ou accidentellement par l'homme et ses activités en dehors de son aire de répartition d'origine. Autrement dit, cette espèce vit dans une entité extérieure à son aire de répartition naturelle.

Une espèce naturalisée est une espèce allochtone qui forme des populations durables (plusieurs générations) vivant et se maintenant librement (en se reproduisant sexuellement ou de façon végétative) et persistant à l'état sauvage dans une région sans l'aide et indépendamment de l'homme. Combien de temps une espèce doit persister avant qu'on ne la considère comme naturalisée est une question forcément arbitraire. Une période de 10 ans semble raisonnable (Richardson *et al*., 2000).

Une plante invasive est une plante exotique qui se développe naturellement (sans assistance directe de l'homme) dans les milieux naturels et semi-naturels et qui entraîne des changements significatifs en termes de composition, de structure ou de processus écologiques (Cronk & Fuller, 2001).

Il ne faut pas confondre une espèce invasive, étrangère à l'endroit considéré, avec une espèce envahissante, également en expansion, mais qui peut être une espèce indigène.

On considère qu'il y a en France 4 200 plantes vasculaires indigènes dont 440 sont des plantes naturalisées. Parmi ces espèces naturalisées, on en dénombre 63% qui sont exotiques. 61 espèces sont des invasives avérées, 65 des invasives potentielles et 91 sont à surveiller (Muller, 2004).

2. Les plantes invasives : caractéristiques et effets

Les plantes invasives sont caractérisées par un fort pouvoir compétiteur, une bonne adaptation aux perturbations et un mode opératoire dont le déroulement est le suivant : une phase de latence (plusieurs décennies) suivie d'une phase de croissance exponentielle.

Les effets des plantes invasives sont écologiques à travers la modification du fonctionnement, de la composition ou de la structure de certains écosystèmes. Elles développent des peuplements mono spécifiques, concurrencent des espèces indigènes et peuvent entraîner parfois leur disparition dans le contexte insulaire comme l'espèce *Astiria rosea* aux îles Maurice (Cronk & Fuller, 2001). Les effets socio-économiques sont une gêne pour les usages agricole, sylvicole ou piscicole ainsi que pour la navigation ou pour les personnes (allergie). La jacinthe d'eau est un bon exemple ; originaire d'Amérique du Sud, elle s'est répandue dans plus de 50 pays sur les 5 continents. Elle prive les milieux aquatiques de lumière et d'oxygène et gêne la navigation.

Les invasions biologiques sont considérées comme une des causes majeures d'appauvrissement de la diversité biologique dans le monde après la destruction physique des habitats (Wilson, 1993).

3. L'observatoire des plantes invasives dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord

Le Syndicat de coopération pour le Parc naturel régional des Vosges du Nord (Sycoparc) s'est investi dès 2003 dans la mise en œuvre d'un observatoire des principales plantes invasives de son territoire. Cet observatoire a pour but de mesurer l'évolution des invasives et les suivre dans le temps, d'étudier leur impact local sur les milieux semi-naturels, de sensibiliser le grand public et mettre en évidence les évolutions paysagères et enfin d'analyser l'efficacité de certaines mesures de gestion.

3.1. Les plantes invasives des Vosges du Nord

La liste des 26 plantes considérées comme invasives dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord est la suivante :
Parmi les ligneux : l'épicéa commun (*Picea abies*), le pin de Weymouth (*Pinus strobus*), le cerisier tardif (*Prunus serotina*), le douglas (*Pseudotsuga menziesii*), le chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*), le robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), le thuya géant (*Thuja plicata*), le buddleia du père David (*Buddleja davidii*) et le sumac vinaigrier (*Rhus typhina*). Les espèces telles que l'épicéa, le douglas et le robinier ayant un intérêt économique pour les propriétaires et gestionnaires forestiers, ces derniers ne les considèrent pas comme des exotiques invasives mais comme des espèces acclimatées, ce qui n'est pas le point de vue des écologues compte tenu de la volonté actuelle de développer des exotiques par plantation notamment le douglas, voire des cèdres.
Parmi les herbacées : l'élodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*), l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*), la renouée du Japon (*Fallopia japonica*), la renouée de Sakhaline (*Fallopia sachalinensis*), la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), la balsamine géante (*Impatiens glandulifera*), la balsamine à petites fleurs (*Impatiens parviflora*), le solidage du Canada (*Solidago canadensis*), le solidage glabre (*Solidago gigantea*), la rudbéckie laciniée (*Rudbeckia laciniata*), les asters américains (*Aster lanceolatus* et *Aster novi-belgii*), le raisin d'Amérique (*Phytolacca americana*), la symphorine à fruits blancs (*Symphoricarpos albus*), la spirée rose (*Spiraea x billardii*) et la vigne vierge.
Parmi les mousses : *Campylopus introflexus.*

Balsamine de l'Himalaya (photo Sycoparc)

Renouée du Japon (photo Sycoparc)

3.2. Le protocole d'inventaire

La zone concernée par l'observatoire des plantes invasives correspond aux fonds de vallées des cours d'eau sur grès des Vosges du Nord classées en zone Natura 2000. Elle représente 4 647 ha (dont 3 570 ha de fonds de vallée) et 356 kilomètres de linéaire de cours d'eau.
Sur les 26 plantes de la liste précédente, 12 ont été retenues pour cet inventaire. Il s'agit du pin de Weymouth *(Pinus strobus)*, du cerisier tardif (*Prunus serotina*), du robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), du sumac de Virginie (*Rhus typhina*), de la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*), de la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis*), de la solidage géante (*Solidago gigantea*), de la renouée du Japon (*Fallopia japonica*), de la renouée de Sakhaline (*Fallopia sachalinensis*), de la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), du raisin d'Amérique (*Phytolacca americana*) et de la rudbeckie laciniée (*Rudbeckia laciniata*).

Trois types de relevés ont été effectués : une cartographie des surfaces colonisées par les espèces invasives (avec leur taux de recouvrement et le type de milieu colonisé), des relevés phyto-sociologiques (par quadrat d'une surface de 25m²) et un observatoire photographique (avec 58 points fixes de prise de vue) au cours de deux campagnes d'inventaire en 2003 et 2010 (Scheid & Morelle, 2012).

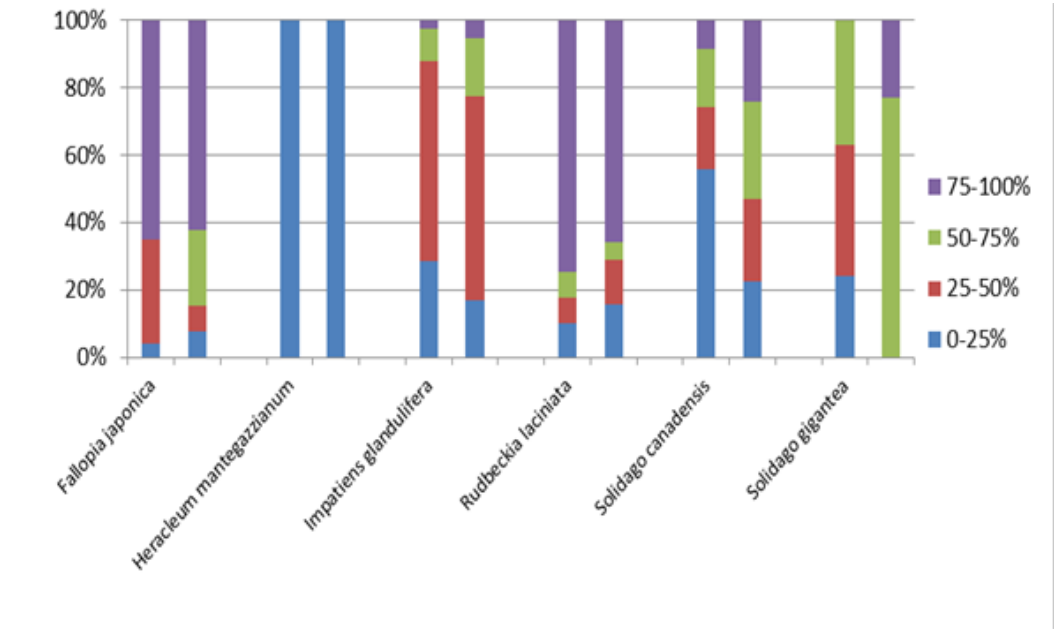
3.3. Résultats

La première évaluation des surfaces colonisées par des espèces invasives, réalisée en 2003, a révélé que les fonds de vallée prospectés étaient principalement envahis par 3 espèces, la balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*), la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis*) et la solidage géante (*Solidago gigantea*). Il a également été constaté que le drain principal de ces cours d'eau était davantage envahi que leurs affluents, aussi bien en termes de surface occupée que de taux de recouvrement.

	2003		2010	
Espèces	**Nombre**	**Surface (ares)**	**Nombre**	**Surface (ares)**
Herbacées:				
Fallopia japonica	14	115	16	253
Fallopia sachalinensis	0	0	0	0
Heracleum mantegazzianum	1	2	1	7
Impatiens glandulifera	237	8 770	322	16 647
Phytolacca americana	0	0	1	98
Rudbeckia laciniata	16	927	16	921
Solidago sp.	128	5 314	201	11 272
Ligneuses:				
Pinus strobus	3	219	14	679
Prunus serotina	5	199	6	229
Robinia pseudoacacia	74	1 816	83	2 147
Rhus typhina	0	0	1	10
TOTAL :	478	17 362	661	32 263

Le tableau ci-dessus indique le nombre et la surface des zones envahies par chacune des espèces invasives dans la zone d'étude, lors du premier inventaire en 2003 et lors du deuxième passage en 2010. Le résultat est une augmentation importante de la surface totale recouverte par les espèces invasives, celle-ci passant de 17 362 ares à 32 263 ares, soit une augmentation de près de 86%. Cette augmentation des surfaces colonisées concerne 10 des 12 espèces répertoriées, les surfaces colonisées par la balsamine de l'Himalaya et les solidages représentant 87% de l'ensemble des zones occupées par les invasives.

Trois espèces dominent largement les fonds de vallées des Vosges du Nord : les deux solidages (53,1 ha à 112,7 ha) et la balsamine de l'Himalaya (87,7 ha à 166,5 ha). La surface occupée par les 8 espèces herbacées est passée de 151,3 ha en 2003 à 292 ha en 2010, soit une progression de plus de 90 % en 7 ans.



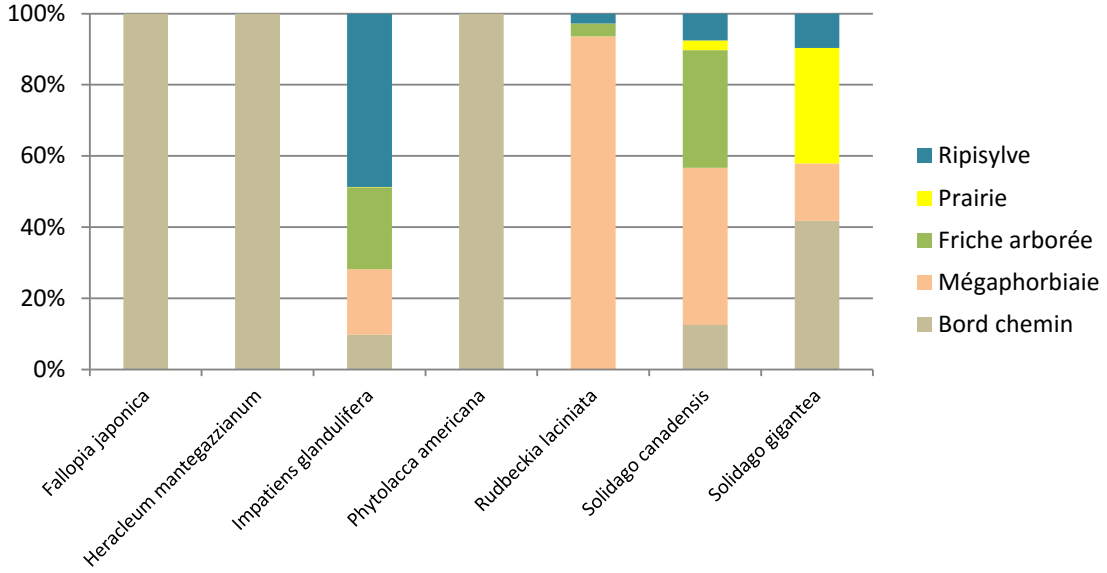
La figure ci-dessus indique l'évolution du taux de recouvrement des plantes invasives entre 2003 (barre de droite) et 2010 (barre de gauche).

Une évolution semblable des taux de recouvrement est observée pour la balsamine de l'Himalaya et pour les solidages : en 2010, la proportion de surface concernée par des recouvrements forts augmente par rapport à 2003, au détriment des surfaces pour lesquelles le recouvrement est faible.

Pour la rudbeckie découpée au contraire, on a pu observer une diminution des surfaces envahies et du taux de recouvrement dans une mégaphorbiaie dans laquelle un pâturage avec des bovins d'Ecosse a été mis en place.
Ces observations montrent que parallèlement à l'extension des surfaces colonisées, les invasives tendent aussi à supplanter progressivement les espèces locales au sein des habitats jusqu'à former des massifs monospécifiques.

Rudbeckie laciniée (photo Sycoparc)

L'analyse des relevés phyto-sociologiques a révélé une diminution du nombre total d'espèces combinée à une augmentation du taux de recouvrement de l'espèce invasive, ce qui suggère que l'espèce exotique entraîne une régression de la diversité végétale, comme cela a déjà été montré dans d'autres travaux (Pysek & Prach, 1995). Cette observation n'ayant été faite que dans trois relevés sur douze, un plus grand nombre de relevés pour chaque espèce invasive et dans chaque contexte serait nécessaire pour préciser l'impact de ces espèces exotiques sur les cortèges floristiques.



La figure ci-dessus présente le pourcentage de surface colonisée par chacune des espèces et pour chaque type de milieu lors de la cartographie réalisée en 2010. La répartition des espèces par type de milieu en 2010 est semblable à celle observée en 2003.
Pour chaque espèce, le taux d'augmentation le plus important a eu lieu en bordure de chemin. Pour la balsamine, le deuxième type de milieu pour lequel l'augmentation de surface est la plus forte correspond aux terrains en friche. Par contre les surfaces colonisées par cette espèce n'ont pas augmenté en prairie. Ceci suggère que la progression se fait plus facilement sur des zones rudérales et en friche. Pour les solidages, on note une augmentation notable en ripisylve, ce qui indique que ces espèces peuvent tout de même s'étendre aisément dans des zones ombragées.

3.4. Quelles actions ?

Dans la nouvelle Charte du Parc, les plantes invasives sont évoquées d'une part dans la vocation « Voir la nature partout » et la mesure « Composer avec la nature au quotidien » à travers une disposition qui prévoit de « Maîtriser le développement des invasives faunistiques et floristiques dans les milieux naturels », et, d'autre part dans la vocation « Passer par l'économie pour évoluer vers une forêt plus naturelle » et la mesure « Augmenter le degré de naturalité des forêts » à travers une disposition qui prévoit de « Mettre en œuvre une gestion sylvicole spécifique au territoire du Parc » et plus précisément « stabiliser, voire réduire, la part des essences non autochtones (douglas, épicéa, chêne rouge, mélèze) en évitant leur plantation, mais sans s'opposer systématiquement à leur régénération naturelle ».

En dehors de la poursuite de sa mission de monitoring des plantes exotiques invasives, le Sycoparc a engagé un travail de sensibilisation des habitants, de maîtrise des remblais et des dépôts qui sont très souvent à l'origine de la propagation des plantes invasives, d'élimination dans le cas particulier de certains sites de la réserve naturelle des rochers et tourbières du pays de Bitche avec notamment le pin Weymouth et de limitation de la progression dans certains fonds de vallée par le pâturage avec des bovins d'Ecosse. Par ailleurs en forêt des essais d'élimination du cerisier tardif par arrachage ou dévitalisation ont été tentés dans le site Natura 2000 Vosges du Nord mais en vain.

4. Un autre regard sur les plantes invasives

4.1. Les invasives ne sont pas les fautives

Les plantes invasives se répandent naturellement mais à l'origine, elles ont toutes été introduites par l'homme. Il n'est pas si loin le temps des sociétés d'acclimatation où introduire des espèces domestiques et sauvages d'un autre continent était perçu positivement. Aujourd'hui le phénomène a pris une ampleur inégalée du fait de la mondialisation et de l'accélération des échanges. Les sources d'exotiques végétales et animales sont multiples et ont toutes des usages économiques : l'horticulture, la pisciculture, la fourrure, l'aquariophilie, les loisirs, les voyages et les échanges commerciaux. Les plantes invasives sont généralement des espèces anthropophiles qui profitent largement de milieux créés par l'homme : terrains vagues, délaissés, remblais, espaces rudéraux. En fait on surestime les impacts des invasions biologiques. La grande majorité des extinctions imputées aux invasives ont lieu en milieu insulaire, plus fragile que le milieu continental (Steadman, 1995). Mais en ce qui concerne les plantes, il existe peu d'exemples documentés où une invasive mène à l'extinction d'une plante autochtone (Cronk & Fuller, 2001). Enfin si on raisonne purement en terme de diversité spécifique et à une échelle locale, les extinctions de plantes autochtones sur les îles océaniques sont bien inférieures en nombre aux invasions (Marris, 2011). Face aux affirmations générales sur les impacts négatifs des invasives pour la biodiversité, des auteurs ont montré que ces espèces sont plus des « passagères » des changements écologiques que des « conductrices » (Didham *et al*., 2005).

4.2. Des indicateurs d'écosystèmes « malades »

Le degré d'invasibilité d'un écosystème est favorisé par l'isolement (le cas des îles) et par des activités humaines (Teyssèdre & Barbault, 2009). Les invasives apparaissent souvent dans des écosystèmes dégradés où les espèces autochtones disparaissent, d'où une corrélation un peu simpliste entre espèce invasive et régression de la diversité végétale autochtone (Barbault & Atramentowicz, 2010). Les invasives sont des indicatrices d'écosystèmes « malades » dont les sols ont été transformés par tassement, compactage, drainage ou apport de matière organique et dont la composition a été modifiée par introduction d'allochtones et par changement d'usage ou climatique. Ainsi en forêt, la progression des invasives est vraisemblablement favorisée par l'enrichissement en éléments azotés, la sylviculture (coupe à blanc ou chablis comme ceux consécutifs à la tempête Lothar de décembre 1999), l'augmentation du gaz carbonique et le réchauffement climatique.

4.3. Des scientifiques sceptiques sur la lutte contre les invasives

Un acquis des travaux scientifiques du programme de recherche Invabio, spécifiquement consacré aux invasions biologiques, est « qu'en matière d'éradication ou de contrôle d'espèces exotiques, plus on se manifeste tard dans l'histoire du phénomène plus il est difficile, voire impossible et dangereux, d'intervenir. Dangereux, écologiquement s'entend (mais ça veut dire également économiquement), car une espèce, fut-elle exotique, voire bien implantée dans un paysage terrestre ou aquatique y assure des fonctions, voire des équilibres qu'il peut être risqué de remettre en cause » (Barbault & Atramentowicz, 2010). Pour d'autres chercheurs, à visée plus évolutionniste, les invasions biologiques sont un moteur de la propagation des espèces vivantes donc de la diversité biologique (Tassin, 2014). Pour cet auteur : « L'idée de rétablir la situation originaire en supprimant un « intrus », et en faisant fi de la complexité et de l'incertitude du vivant, est simpliste ». Pour Jacques Tassin vouloir éradiquer les invasives revient à éliminer les symptômes et pas les causes : « juguler la rougeole en se contentant d'en soigner les boutons ».

4.4. Rôles écologique et économique des invasives

Une fois les plantes invasives dans les écosystèmes, elles assurent forcément des fonctions et s'intègrent dans leur nouvel environnement naturel. Elles nourrissent et abritent des espèces animales et peuvent protéger des sols de l'érosion. Certaines ne seront peut-être pas dominantes à moyen et long terme. Et puis une invasive peut en cacher une autre plus redoutable, ce qui rend dangereux toute action d'envergure visant l'éradication de certaines espèces. Dès lors pourquoi ne pas apprendre à les apprécier comme le suggère l'écologue américaine Emma Marris (2011) ?

La société ne perçoit pas les invasives comme le scientifique ou encore comme le gestionnaire (Dalla Bernardina, 2010). Certaines plantes invasives sont bien perçues sur le plan esthétique (balsamine, rudbéckie). D'autres ne sont même pas visibles pour les gens qui fréquentent les milieux où elles se développent comme ce fut le cas dans la forêt de Compiègne avec le cerisier tardif. Enfin, on applique le réflexe de Midas aux plantes invasives en les valorisant ou en les rentabilisant (miel de balsamine, utilisation de la jacinthe d'eau pour le lagunage). L'ethnobotaniste François Couplan propose même des recettes pour consommer des plantes invasives (Couplan, 2015). Mais il ne faut pas oublier que la source des introductions de plantes invasives reste les pépiniéristes et autres vendeurs de plantes horticoles dont le commerce rapporte suffisamment pour ne pas devenir vertueux et respecter la liste des plantes indésirables (http://www.europe-aliens.org).

4.5. Une sémantique à revoir : les néophytes

Les plantes exotiques invasives ou pas interpellent notre relation à la nature. Le mot invasif ou le terme anglais alien (qui renvoie à la notion d'étranger et à quelque chose qui répugne) contribue largement à créer un climat anxiogène auprès du public, les mots ayant une grande importance pour la perception de ces plantes. De fait ces plantes sont un miroir pour les hommes qui peuvent voir à travers elles la peur d'un envahisseur, la nostalgie d'une nature intacte immuable, la crainte de l'inconnu, l'angoisse d'une nature incontrôlable, voire l'agacement face à leur insolente réussite alors que tant d'autres plantes disparaissent. Tout n'est peut-être qu'une question de vocabulaire. Gilles Clément, célèbre paysagiste français, est un des premiers en France à avoir employé le terme de vagabondes et à prendre la défense de ces plantes qui selon lui contribuent au brassage planétaire (Clément, 2014). Finalement néophyte est un terme plus objectif qui correspond mieux au recul nécessaire pour appréhender les phénomènes écologiques liés à ces plantes. Qui sait encore que le coquelicot est une plante exotique venue de Turquie ? Il faut peut-être du temps pour que l'homme finisse par accepter des plantes qu'il a lui-même contribué à importer. Les néophytes sont finalement un problème pour l'homme mais pas pour la nature.

Cela n'est évidemment pas une raison pour accepter n'importe quelle introduction volontaire actuellement et dans le futur sans une analyse préalable des conséquences écologiques et économiques.

5. Une nouvelle nature

Les néophytes ne sont qu'un aspect des changements qui interviennent dans les écosystèmes à l'échelle planétaire : élévation de la température, augmentation du taux de CO_2, apport de nitrates, changement d'usage des sols. Ces plantes sont un indicateur d'une « néo nature » (Génot, 2014). En effet une nouvelle nature apparaît, qui ne ressemble en rien à ce que nous avons connu jusqu'ici. Les spécialistes parlent de « nouveaux écosystèmes » qui diffèrent en composition et en fonctionnement des systèmes du passé et du présent à la suite de changements de répartition d'espèces, de modifications climatiques et de changements d'usage des sols (Hobbs *et al*., 2013). Ces nouveaux écosystèmes ont franchi un palier et ne peuvent plus revenir en arrière vers leur état historique, à tel point que toute restauration est inutile car revenir en arrière est impossible tant les changements sont irréversibles. Ainsi certaines plantes peuvent altérer le cycle des nutriments à leur profit ou augmenter les risques d'incendie à cause de leur biomasse plus importante que celle des plantes autochtones, dès lors il est bien difficile, voire impossible de lutter contre ces nouveaux écosystèmes où agissent des rétroactions favorables aux néophytes (Richardson & Gaertner, 2013).

Comment est apparue cette nouvelle nature ? Transformée par une bonne dose d'activité humaine telle que le drainage, le remblaiement, la coupe rase, le tassement de sol, l'apport d'engrais, la pollution chimique ou nucléaire, et soumise au réchauffement climatique, la nature est devenue inédite. Elle ne sera plus jamais comme celle existant avant d'être façonnée par les activités humaines, car les conditions écologiques globales ont été bouleversées. Mais au final la nature a toujours changé depuis la nuit des temps. Ce qui est nouveau est la vitesse de ces changements.

Conclusion

En tant qu'indicateur des changements globaux (changements climatiques et d'usage des sols), les plantes exotiques invasives ou néophytes seront suivies sur le territoire du Parc naturel régional des Vosges du Nord car le Parc est également classé réserve de biosphère de l'UNESCO dont une fonction essentielle est le suivi continu de l'environnement ou monitoring. Pour les actions autres que l'observation, le Sycoparc a évité d'employer une terminologie guerrière (la lutte contre les invasives) qui est illusoire et contre productive en matière écologique. L'intitulé « Maîtriser le développement des invasives faunistiques et floristiques dans les milieux naturels » est déjà bien ambitieux et manque sans doute d'humilité face à un phénomène dont nous ignorons tout pour lequel l'observation locale est importante ainsi que le suivi des recherches menées sur ces plantes au niveau mondial. Parce qu'une fois la néophyte intégrée dans les écosystèmes, il est impossible ou dangereux d'agir, la priorité est d'appliquer le principe de précaution afin de ne plus introduire d'espèces à caractère invasif, qu'il s'agisse des milieux alluviaux via des remblais ou en forêt via des plantations. Certaines modalités de gestion comme le pâturage en fonds de vallée semblent limiter l'extension des néophytes, mais elles ne concernent que des sites limités en superficie. Le fait de vouloir préserver les milieux protégés en réserve naturelle vis-à-vis des néophytes est légitime mais de toute façon les milieux naturels diversifiés et non dégradés résistent mieux aux néophytes. Stopper l'érosion de la biodiversité ne passe manifestement pas par l'éradication des néophytes qui sont probablement la matrice de la nature du futur. Et comme le souligne le généticien André Langaney (2015) : « L'idée de « conserver une nature », qui ne cesse de changer est un mirage lié à la courte durée de la vie humaine ».

Rudbeckia laciniata

Solidago gigantea

Phytolacca americana

Bibliographie

Barbault R. & Atramentowicz M. 2010. L'écologie des invasions : vieille question, grande actualité. In Barbault R. & Atramentowicz M. 2010. Les invasions biologiques, une question de natures et de sociétés. Editions Quae. 179 p. (pp 3-11).

Clément G. 2014. Eloge des vagabondes. Herbes, fleurs et arbres à la conquête du monde. Robert Laffont. 210 p.

Couplan F. 2015. Aimez vos plantes invasives. Mangez-les! Quae. 144 p.

Cronk Quentin C. B. & Fuller Janice L. 2001. Plant Invaders. The threat to natural ecosystems. Earthscan. 241 p.

Dalla Bernardina S. 2010. Les invasions biologiques sous le regard des sciences de l'homme. In Barbault R. & Atramentowicz M. 2010.Les invasions biologiques, une question de natures et de sociétés. Editions Quae. 179 p. (pp 65-108).

Didham R.K., Tylianakis J.M., Hutchinson M.A., Ewers R.M. & Gemmell N.J. 2005. Are Invasive Species the Drivers of Ecological Change? Trends in Ecology and Evolution 20 : 470-474.

Génot J.-C. 2014. Plaidoyer pour une nouvelle écologie de la nature. L'Harmattan. 184 p.

Hobbs R. J., Higgs E. S. & Hall C.M. 2013. Novel Ecosystems. Intervening in the new Ecological World order. Wiley-Blackwell. 368 p.

Marris E. 2011. Rambunctious Garden. Saving Nature in a Post-Wild World. Bloomsbury. 210 p.

Muller S. (coordinateur). 2004. Plantes invasives en France. Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. Patrimoines naturels 62. 168 p.

Pysek P. & Prach K. 1995. Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera*, a century of spreading reconstructed. Biological Conservation 741: 41-48

Richardson D. M. & Gaertner M. 2013. Plant Invasions as Builders and Shapers of Novel Ecosystems. In Hobbs R. J., Higgs E. S. & Hall C.M. 2013. Novel Ecosystems. Intervening in the new Ecological World order. Wiley-Blackwell. 368 p. (pp. 102-113).

Richardson D. M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour Michael G., Dane Panetta F. & West Carol J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions 6 : 93-107.

Sarat E., Mazaubert E., Dutartre A., Poulet N. & Soubeyran Y. (coordinateurs). 2015. Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques. Vol. 1. Connaissances pratiques. ONEMA. 252 p.

Scheid C. & Morelle S. 2012. Les plantes invasives dans les zones Natura 2000 du parc naturel régional des Vosges du Nord. Evolution 2003-2010. Ann. Sci. Rés. Bios. Trans. Vosges du Nord-Pfälzerwald 16 (2011-2012) : 164-180.

Steadman D.W. 1995. Prehistoric Extinctions of Pacific Island Birds: Biodiversity Meets Zooarcheology. Science 267 : 375-378.

Tassin J. 2014. La grande invasion. Qui a peur des espèces invasives ? Odile Jacob. 210 p.

Tessèdre A. & Barbault R. 2009. Invasions d'espèces : cause ou conséquence de la perturbation des écosystèmes ? Pour la Science 376 : 22-25.

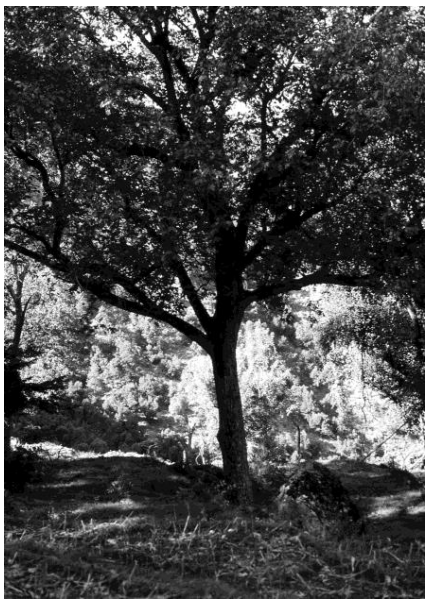
Wilson E. O. 1993. La diversité de la vie. Odile Jacob. 496 p.

Les Noyers dans l'Est de l'Afghanistan

Jean Braud
MADERA
Mission d'aide au développement des économies rurales en Afghanistan

La province du Nouristan, "Terre de lumière" (en orange sur la carte), est une province montagneuse située dans le nord-est de l'Afghanistan. Elle est l'une des 34 provinces du pays, créée en 2001 par la réunion des provinces de Kunar et de Laghman; sa superficie est à peu près équivalente à celle de l'Alsace. Kamdesh, à 2000 m d'altitude, est un des villages de l'est du Nouristan.
Trois grandes vallées du Nouristan dont celle de la rivière Kunar remontent jusqu'au coeur du massif de l'Hindou Kouch, séparées les unes des autres par des cols qui culminent à plus de 4500 m d'altitude.
L'Hindou Kouch est quant à lui une impressionnante chaîne de hautes montagnes qui s'étend sur 800 km de longueur dans le nord-est de l'Afghanistan en débordant sur le Pakistan. Plusieurs sommets dépassent les 7000 m d'altitude !

De 1967 à 1970 j'ai été chargé de l'approvisionnement en grumes de résineux (essentiellement du cèdre) de la scierie-menuiserie de Salar-Bagh près de Chagha-Saraï, province de Kunar. Ce travail m'a permis de circuler dans les forêts naturelles du Nouristan et de la Kunar.



Au cours de ces 3 années je n'ai jamais rencontré en forêt de noyer sauvage. Par contre j'ai pu admirer les remarquables noyers domestiques plantés près des villages. Les plus gros dépassaient 1 m de diamètre et 25 m de hauteur. Ils sont parfois plantés très serrés près des villages ou de façon dispersée dans les cultures irriguées.

Ils sont parfois le support de la vigne sauvage (*Vitis nuristanica*), plante autochtone. Le bois de ces noyers est très utilisé par l'artisanat local pour la fabrication de pots à beurre fondu, louches, entonnoirs, écuelles, plats tournés, tabourets et chaises sculptées, …

Responsable et formateur d'un groupe d'apprentis sculpteurs sur bois nouristanis, j'ai acheté et travaillé le bois de noyer domestique. Il est de texture identique à nos noyers français, mais il n'est pas veiné, il est de couleur assez claire, d'un brun légèrement rougeâtre.

Au sud de l'Hindou-Kouch, le noyer domestique est assez fréquemment planté dans les villages afghans entre 1 000 et 2 500 m d'altitude environ, en climat continental montagnard, en zone irriguée.
Dans le Nouristan la production est importante.
Elle alimente la consommation familiale et un commerce important vers les villes et vers le Pakistan.
A Kamdesh, gros village du Nouristan Est, un plat de fête est constitué de morceaux de viande de chèvre bouillis mélangés à une grande quantité de noix broyées.

Je n'ai pu observer le noyer sauvage que dans le cadre du programme forestier que j'ai mis en place dans l'est de l'Afghanistan en 1988 et encadré techniquement jusqu'en 2009 pour l'ONG MADERA.
Dans la vallée de Sarigal vers 2200 m d'altitude, en exposition nord, sur un replat d'un petit thalweg, le sol était frais, riche en matière organique, colluvial sans doute profond.
La roche mère était un schiste très riche en mica. Autour du bouquet de noyers le peuplement était une forêt claire de cèdres de l'Himalaya (*Cedrus deodara*) mélangée de chênes verts (Quercus *semecarpifolia*) et de pins pleureurs de l'Himalaya (*Pinus wallichiana*).

Le sous-bois était composé de faux indigos (*Indigofera gerardiana*), de noisetiers (*Corylus* sp.), d'oseilles (*Rumex* sp.), d'orties dioïques, de violettes et de fraisiers.
Le sol était couvert de noix. Les noyers étaient au nombre d'une douzaine environ sur 10 ares. Le plus gros avait un diamètre de 60 cm et le plus petit 40. J'ai estimé la hauteur à environ 30 m.
La forme était celle d'arbres ayant poussé à l'état clair dans leur jeune âge. Les troncs n'étaient pas très droits, assez branchus. J'ai prélevé une carotte à la tarière de Pressler. Le bois de cœur était assez clair, l'aubier large de 6 cm. L'accroissement sur le rayon était de 6 mm en moyenne, ce qui nous indique un âge de 60 ans environ (extrait de mon rapport de mission). La carotte a été déposée à l'INRA à Champenoux.
Dans le village voisin de Mortshel, à une altitude de 1300 m, un habitant m'a montré derrière sa maison un noyer sauvage me demandant si je savais greffer les noyers : réponse négative.
Cet arbre était probablement issu d'une noix transportée par un oiseau.

A Kamdesh, gros village du Nouristan Est, j'ai pu observer un bouquet de noyers sauvages d'une vingtaine d'ares dans une cédraie dense à 2000 m d'altitude en exposition nord dans des conditions stationnelles très voisines de celles de Sarigal. Par manque de temps je n'ai pas pu approfondir mon observation. L'inventaire statistique, réalisé l'année suivante sur le massif sur 2000 ha, n'a pas permis de faire apparaître cette essence.
Des noix sauvages de Sarigal, ainsi que quelques noix domestiques récoltées vers 1300 m d'altitude ont été envoyées à mon retour à l'INRA à Orléans et cultivées à la pépinière de Guémené-Penfao (Loire - Atlantique). Les arbres y sont encore, mais ils ne brillent pas par leur vigueur.
En 1980 le Dr L. Schittly, rentrant de la première mission d'aide médicale en Afghanistan qui venait d'être envahi par les soviétiques, rapporta quelques noix sauvages ramassées dans la haute vallée de Waygal (Nouristan central).

L'une d'elles a donné un arbre qui pousse derrière la maison du Dr Schittly, dans le sud de la plaine d'Alsace. Cet arbre a un diamètre d'environ 30 cm et sa vigueur m'a paru moyenne bien que poussant dans un jardin, sol limoneux profond.

Le noyer sauvage (*Juglans regia*) est morphologiquement très proche du noyer commun qui appartient à la même espèce. Seuls les fruits permettent de les différencier. En effet les fruits du sauvage ont une coquille épaisse très dure, les cloisons sont, elles aussi, très dures. Ils sont très difficiles à manger. Les noix que j'ai observées étaient de taille moyenne et de forme assez ronde.

Le noyer sauvage est bien une essence forestière. Elle est assez rare dans les forêts de l'Est de l'Afghanistan. Elle pousse par petits bouquets ou isolée d'environ 1800 m d'altitude à environ 2500 m sous climat himalayen tempéré sec, sur station riche et localement bien alimentée en eau. Il accompagne *Cedrus deodara*, *Pinus wallichiana*, *Quercus baloot*, *Quercus semecarpifolia* et potentiellement le Marronnier d'Inde (*Aesculus hippocastanum*), le Plaqueminier (*Diospyros lotus*). La fertilité des sols est élevée, de pH neutre, l'alimentation bonne. Dans le massif de Kamdesh nous avons mesuré un cèdre de 14 m de circonférence.
Dans cette région toute proche du Pakistan le noyer sauvage est en voie de disparition rapide. En effet la population arrache l'écorce par bandes, lors de la montée de la sève (photo 1). Mises à sécher, elles sont enroulées (photo 2) pour être exportées au Pakistan où elles servent de brosses à dents.

Cet article a déjà paru dans « Les Nouvelles d'Afghanistan » n° 142 septembre 2013 revue éditée par l'association AFRANE (Amitié franco-afghane).

Photo 1

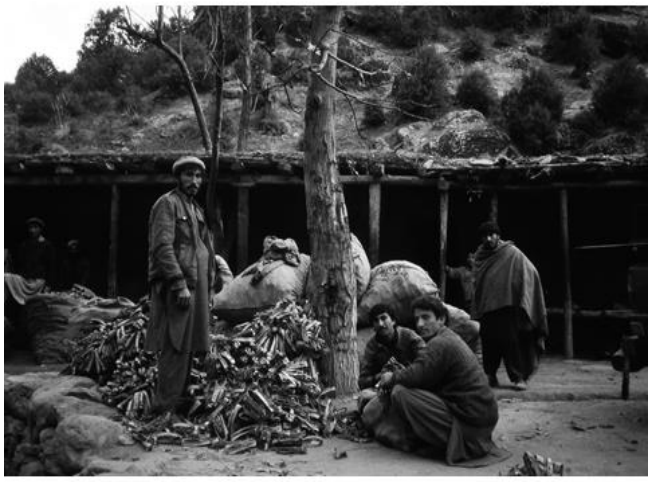


Photo 2

Louches et pots à beurre fondu

Cedrus deodara (14 m de circonférence)

Programme Forestier de MADERA : sensibilisation des enfants à la forêt

Chantier de reboisement du programme forestier de MADERA

Bibliographie :

« Le tour du monde d'un écologiste » de J.M. Pelt chez Fayard 1990

« Trees and shrubs of Afghanistan » de Mohammad Alam , Rossolis. Musée botanique cantonal de Lausanne 2011

« Waldverbreitung im östlichen Afghanistan, Afghanische Studien » de Dieter Fischer chez Hain 1970

« Forest Types of Pakistan » de Champion, Seth, Khattak.

BÉNÉVOLES AYANT CONTRIBUÉ AUX ACTIVITÉS DE L'ASSOCIATION EN 2015

Accueil

BLESSIG BEATRIX
BOCH JOSÉE
BURKHALTER CHRISTIANE
DIZENGREMEL ELÉONORE
FAIVRE ELIANE
GEBUS SIMONE et PATRICK
GRIESBAECHER MARLISE
GUY JACQUELINE et LUCIEN
KEMPF-KASSEL ELISABETH
KIESEL MONIQUE
NEUMEISTER MARLYSE
OBRECHT DANIELLE et THÉO
PEYROUX MARYSE
PFIRSCH RAYMOND
RIZID BRIGITTE
SCHALCK CHRISTIANE
STRUB MARTINE
TSOUKAS MARIE-LOUISE
WOLFF MARIE-MICHÈLE
ZIEROCK HARALD

Visites guidées, ateliers et expositions

ADOLFF-FUCHS ESTHER
ALBRECHT JEAN-CLAUDE
BAUMANN ANNE
BERSUDER DOMINIQUE
BRAUD JEAN
BUSSER ELISABETH
GING ANNE
HAAS CLAUDINE et JEAN-MARC
HOLVECK PASCAL
HUSER PIERRE
KEMPF-KASSEL ELISABETH
LUTTENSCHLAGER DANIELLE
PFEIFFER PIERRE
RABILLER NICOLE

Auteurs des articles du bulletin 2015

BAUMANN ANNE
BRAHY YVAN et HOFF MICHEL
BRAUD JEAN
BRAUN ALBERT
GÉNEVÉ MARIE-JEANNE et ALAIN
GLANZMANN MICHÈLE
GROSSETÊTE MARIE-PAULE
HAAS CLAUDINE et JEAN-MARC
HEITZ BERNARD
LUTTENSCHLAGER DANIELLE
MEPPIEL PIERRE
ORTSCHEIT ALBERT
WALTER DORIS

Sorties botaniques

BRAUN ALBERT
GÉNEVÉ MARIE-JEANNE et ALAIN

Conférencier lors de l'Assemblée Générale

GÉNOT JEAN-CLAUDE

Sommaire

…. Le mot du Président p. 3

Albert Ortscheit

…. Les Conifères p. 4-17

Bernard Heitz

…. Un aperçu ethnobotanique sur le Faux-Poivrier p. 18-28

Doris Walter

…. Quelques aller-retours dans l'espace, le temps et les laboratoires de chimie des substances naturelles p. 29-35

Alexandre Maciuk

…. Lalique, une histoire de famille p. 36-44

Régine Rosenthal

….. Comment l'étude des pollens peut-elle nous renseigner sur les conséquences des prochaines variations climatiques sur notre planète p. 45-54

Marie-Paule Grossetête

…. Toutes les plantes aquatiques ne sont pas des algues p. 55-65

Michèle Trémolières

…. Les plantes exotiques invasives dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord: une nouvelle nature p. 66-74

Jean-Claude Génot

…. Les Noyers d'Afghanistan p. 75-78

Jean Braud

© Editions Scheuer
Z.A. - Route de la Petite-Pierre - F-67320 Drulingen
Achevé d'imprimer en mars 2016
ISBN 978-2-36329-074-8
Dépot légal 1er semestre 2016