



Frédéric Melot
Session 2012

Mémoire Accompagnateur en Moyenne Montagne “Réhabilitation de la botanique“



Frédéric Melot
Le village 38160 Izeron
06 87 37 06 29 / frederic.melot@gmail.com

Sommaire

1) Introduction.....	5
2) Le désintérêt pour la botanique : quel constat ?.....	5
2.1) Une réelle désaffection.....	5
2.2) De moins en moins de botanistes	6
2.3) La médiatisation des problèmes environnementaux, un espoir ?	6
3) Quelles en sont les causes ?	7
3.1) Une mauvaise réputation de science sans intérêt ?.....	7
3.2) De réelles difficultés d'apprentissage.....	7
3.3) Un enseignement insuffisant ou mal adapté ?	8
3.4) De moins en moins de sociétés de botanique	9
3.5) Un certain éloignement de la nature.....	9
4) Différentes approches pour réhabiliter la botanique	9
4.1) Introduction	9
4.2) Comment ne pas s'intéresser à des organismes indispensables à notre vie ?.....	10
4.2.1) Sans végétaux, pas de vie sur la Terre ?.....	10
4.2.2) Des utilisations innombrables et souvent primordiales des végétaux pour l'homme	12
4.3) Un intérêt facilité par une approche ludique	16
4.3.1) Par une approche participative du public	16
4.3.2) Par des histoires	17
4.3.3) Par les plantes culinaires et médicinales sauvages.....	18
4.3.4) Par le jeu	19
4.3.5) Par la fabrication d'objets	19
4.3.6) Par le land art	20
4.4) Susciter de l'intérêt pour les plantes en les replaçant dans leur milieu	20
4.4.1) Interrelations avec le milieu	21
4.4.2) Interactions avec les animaux	23
4.4.3) Les plantes dans le paysage	27
5) Deux exemples de prestations lors de sorties en montagne avec un accompagnateur	28
5.1) Sortie « orchidées sauvages ».....	28
Caractéristiques générales	28
Anatomie d'une orchidée	29
La reproduction sexuée : autofécondation et fécondation croisée.....	29
Hybridations	31
Quelques orchidées indigènes remarquables.....	31
Menaces et causes de régression	32
Conclusion.....	32
5.2) Sortie « évolution des plantes ».....	32
6) Conclusion	34
Annexe 1 : Formation du Pétrole.....	35
Annexe 2 : Règles à respecter pour une cueillette	36
Annexe 3 : Jeu « Questions pour des champions »	37

1) Introduction

La botanique est la science consacrée à l'étude des végétaux (du grec βοτανικός qui signifie « qui concerne les herbes, les plantes »). Bien que la notion de végétal semble évidente au premier abord, plusieurs définitions existent :

- Les végétaux font partie des 3 grands règnes : le règne animal, le règne minéral et le règne végétal.
- Ce sont des êtres vivants caractérisés par rapport aux autres par une mobilité et une sensibilité plus faibles, une composition chimique, une nutrition à partir d'éléments simples (définition du Petit Robert).
- Ce sont des organismes qui présentent des caractéristiques communes fondamentales, à savoir des cellules à paroi pecto-cellulosique (lui conférant une certaine rigidité), une croissance par multiplication végétative (grâce aux méristèmes) et des tissus végétaux spécifiques (plus ou moins développés selon les groupes).
- Ce sont des eucaryotes (organismes à cellules comportant un noyau) pluricellulaires, qui ont une paroi pecto-cellulosique faite de cellulose et de protéines et qui réalisent la photosynthèse et cela grâce à des organites bien particuliers.

Dans tous les cas les végétaux regroupent, de façon classique, les algues, les champignons, les bryophytes (mousses, hépaticées et sphaignes) les ptéridophytes (fougères, prêles et lycopes) et les spermatophytes (les plantes à graines, embranchement qui domine la flore actuelle). Certains auteurs incluent dans le champ d'étude de la botanique les bactéries et les virus.

La botanique générale présente plusieurs facettes qui la rattachent aux autres sciences du vivant. Elle recouvre :

- la taxinomie (description des organismes vivants et regroupement en entités appelées taxons afin de les identifier puis les nommer, et enfin les classer)
- la systématique (organisation du classement des taxons et de leurs relations)
- la morphologie végétale (description des organes des végétaux)
- l'histologie végétale (étude de la structure microscopique des tissus végétaux)
- la physiologie végétale ou phytobiologie (étude du fonctionnement des organes et des tissus végétaux)
- la biogéographie végétale (étude de la répartition des végétaux à la surface du globe et des causes de cette répartition)
- et la pathologie végétale (étude des maladies des végétaux)

Certaines disciplines, comme la dendrologie¹, sont spécialisées sur un sous-ensemble des végétaux.

La botanique n'intéresse plus de nos jours autant qu'auparavant. Nous verrons dans une première partie que cette science est en effet délaissée ces derniers temps, nous regarderons ensuite quelles en sont les causes, puis comment la réhabiliter auprès du grand public et enfin quelles pistes nous avons, nous accompagnateurs, pour le faire.

2) Le désintérêt pour la botanique : quel constat ?

2.1) Une réelle désaffection

Il y a quelques années, lors d'une émission radiophonique, le célèbre botaniste Jean-Marie Pelt a avancé : « 50 000 personnes étaient susceptibles de reconnaître une plante dans la nature au début du XXème siècle... elles sont dix fois moins nombreuses à en être capables à l'aube du troisième millénaire. ». Plus que le résultat d'une étude, cette déclaration était plutôt révélatrice d'une tendance.

Mais les faits sont là. Qui, même dans nos campagnes, est encore capable de reconnaître les oiseaux ou même les petits mammifères ? L'évolution du mode de vie a beaucoup fait changer le rapport de l'homme à la nature. Auparavant la connaissance de la faune et la flore était quasiment indispensable à

la survie de l'homme : cueillette, chasse, culture... Au XXI^{ème}, on peut se nourrir sans savoir ce que l'on mange et cela convient à beaucoup de personnes qui ne ressentent pas le besoin de pousser les investigations plus loin. De même, la connaissance des plantes était nécessaire aux soins et aux pratiques médicinales. Mais aujourd'hui ? La connaissance de la botanique n'est plus une nécessité pour la plupart d'entre nous. La connaissance de cette science ainsi que l'intérêt qui lui est porté s'en trouve ainsi amoindri.

2.2) De moins en moins de botanistes

Le nombre d'experts français en botanique commence même à poser de sérieux problèmes de recrutement, comme l'atteste la demande exprimée ci-dessous, en 2007, par Bérengère Poletti, députée de la première circonscription des Ardennes :

« Mme Bérengère Poletti attire l'attention de M. le ministre de l'éducation nationale sur le manque de spécialistes de la faune et de la flore en France. En effet, actuellement, lorsque l'on veut mener une étude sur la faune ou la flore, on rencontre des difficultés pour trouver un spécialiste en la matière, que ce soit un zoologue ou un botaniste. Il semble qu'il y ait une désaffection pour ce type de formations universitaires. Or, à l'heure où l'on parle de préservation et de valorisation de la biodiversité et des paysages, il est regrettable de faire un tel constat. Aussi, elle lui demande le nombre de spécialistes de la faune et de la flore en France, les universités françaises qui délivrent ces formations, et les mesures qu'il entend prendre afin de rendre ces formations plus attractives.

[...] Dans les facultés de Pharmacie, les modifications récentes des programmes ont fortement réduit les enseignements de botanique / mycologie / zoologie en première année, ils subsistent en seconde année mais une modification du programme de cette année d'études est en cours de négociation.

En université de tels enseignements sont quasiment absents suite au virage moléculaire des années 70-80. Lorsqu'ils existent, ces enseignements universitaires de reconnaissance des organismes sont dilués dans les Licences de biologie des organismes, et généralement ils sont ou font parties d'Unités d'Enseignement de culture générale, c'est à dire optionnelles. »

Cette désaffection pour ce type de formation est bien caractéristique du désintérêt pour la matière. Elle touche en fait l'ensemble des filières scientifiques, comme l'atteste le rapport 'désaffection des étudiants pour les études scientifiques' de Guy Ourisson (ancien président de l'Académie des sciences), publié en Mars 2002. D'après celui-ci :

« Dans de nombreux pays développés, les effectifs étudiants sont en régression dans les domaines scientifiques. Cette régression est préoccupante et risque de mettre en danger le renouvellement des cadres scientifiques et techniques.

[...]. Dans de grandes Universités scientifiques, la chute des inscriptions en DEUG Sciences (1ère et 2ème années) a été impressionnante. Par exemple, à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, de 1995/1996 à 1999/2000, la chute a été de 29 % en Sciences de la Vie, de 47 % en Sciences de la Terre »

Cette désaffection est un fait bien connu et largement commenté, par exemple dans 'La désaffection se poursuit' de Fabrice Impériali dans le journal du CNRS de mars 2003 (<http://www2.cnrs.fr/journal/580.htm>) ou encore dans le rapport 'Les jeunes et les études scientifiques' d'avril 2002 de Maurice Porchet, professeur à l'université de Lille 1.

La botanique est donc bel et bien délaissée de nos étudiants, ce qui est un signe probant d'une tendance pour la société.

2.3) La médiatisation des problèmes environnementaux, un espoir ?

Cependant, ces dernières années, les questions d'environnement sont arrivées sur le devant de la scène. Qu'il s'agisse d'associations, de collectivités, de média ou même d'entreprises, nombreuses sont les structures qui mènent des actions de sensibilisation et d'information sur le sujet. Malgré les études et

les différents constats effectués auparavant, nous pourrions penser que ce regain d'intérêt pour l'environnement pourrait provoquer un nouvel engouement pour la botanique. Mais il n'en est rien !

En effet la mode du "tout environnement" ne s'accompagne pas forcément d'une meilleure connaissance. Certes les gens ont plus conscience qu'avant des atteintes que nous pouvons porter à notre environnement mais les connaissances en matière de sciences naturelles n'en sont pas pour autant améliorées. De plus, pour beaucoup, la préoccupation environnementale est tout d'abord une préoccupation de santé et ne s'accompagnera donc d'aucun besoin ni désir de meilleure compréhension scientifique.

Il en est de même pour l'intérêt grandissant pour le jardinage ou encore la phytothérapie. Il s'agit de faits plutôt positifs, mais s'intéresser aux plantes d'ornement ou à l'usage des plantes n'améliore pas nos connaissances en sciences botaniques. L'un n'exclut pas l'autre mais sans un facteur déclenchant, dans la grande majorité des cas, les jardiniers et les amateurs d'huiles essentielles ne s'intéresseront pas à la botanique et ne connaîtront pas plus qu'un autre les plantes sauvages de leur région.

Cet intérêt croissant pour les questions environnementales, pour le jardinage ou encore pour les usagers des plantes, bien que n'ayant pas une incidence directe sur le regard porté sur la botanique, peut par contre être une porte d'entrée à utiliser pour ceux et celles qui souhaiteraient réhabiliter la botanique auprès du grand public.

La botanique, science des végétaux, est délaissée de nos étudiants. L'intérêt général qui lui est porté n'est plus celui qu'elle a connu auparavant. Mais comment avons-nous pu en arriver là ?

3) Quelles en sont les causes ?

C'est en réalité une conjonction de facteurs qui a mené à cette situation.

3.1) Une mauvaise réputation de science sans intérêt ?

La botanique jouit d'une réputation poussiéreuse auprès de la majorité des étudiants. Cela a amené à la diminution lente, mais progressive, de la passion herborisante (qui persiste cependant comme passe-temps agréable pour certains). La création variétale, la biotechnologie végétale, la physiologie végétale, la phytopathologie ne passionnent plus guère les étudiants. De nombreux modules "végétaux" optionnels ne sont plus ouverts depuis plusieurs années dans diverses universités. D'une façon générale, c'est le végétal dans son ensemble qui traverse une phase difficile.

D'après le rapport 'désaffection des étudiants pour les études scientifiques' de Guy Ourisson :
« les jeunes peuvent avoir l'impression tout à fait fautive que les études scientifiques les éloigneraient des "vrais" problèmes du monde d'aujourd'hui. Il faudrait une action forte, éducative et culturelle, pour les convaincre du contraire ... »

A une époque où ce sont principalement les événements à court terme qui ont le plus de valeur, et où nos vies nous réclament de plus en plus d'aller vite et nous laissent de moins en moins de temps, la plante par son immobilité apparente n'est pas perçue comme un objet intéressant. On sent une fleur, on la photographie, cela s'arrête là. L'étude des plantes est pour beaucoup quelque chose sans valeur, qui n'a pas vraiment de finalité utile. Cela est évidemment totalement faux, mais c'est ce qui est souvent perçu.

3.2) De réelles difficultés d'apprentissage

Sans être guidé dans la découverte des plantes, il est très difficile de progresser en botanique :

- pour connaître les bons coins (d'observation et de cueillette),
- les usages et les anecdotes sur les plantes,

- les meilleurs moyens de les reproduire,
- la façon de reconnaître et de cuisiner les plantes comestibles,
- mais aussi et surtout pour l'identification et la désignation des plantes.

Pour ceux qui voudraient essayer tout de même de s'initier par eux mêmes à la reconnaissance florale, de nombreux livres se trouvent dans le commerce. Mais ces derniers ne sont pas simples d'utilisation et ne permettent que très difficilement de l'exercer sur le terrain. Ces guides de détermination sont souvent incomplets, complexité de la matière oblige, mais sont de ce fait décourageants. Ils comportent en général une approche des plantes extérieure au contexte de la nature, par la couleur des fleurs ou par un ordre alphabétique et ne définissent pas clairement toutes les différences morphologiques entre les différentes espèces présentées. L'incapacité qu'en retire le lecteur à déterminer avec précision une espèce donnée l'amènera bien souvent au découragement.

Quant aux guides proposant une certaine exhaustivité, ils ne renferment pas les informations de base sur ce qu'est le végétal et limitent ainsi leur usage aux seuls spécialistes.

Guy Ourisson, dans son rapport 'désaffection des étudiants pour les études scientifiques', décrit bien ce côté non trivial des études scientifiques, dont fait partie la botanique :

« les études scientifiques ont la réputation d'être difficiles, exigeantes en durée et en intensité de travail ; cette réputation est justifiée, et il faut l'accepter. Plus tard, dans les classes préparatoires ou en Université, c'est encore plus vrai : peu de weekends pour s'amuser... Nous avons pourtant mentionné auparavant que la pratique de la science est "une activité ludique par excellence", mais que cela n'apparaît pas d'emblée. D'autre part, il faudrait mieux faire connaître les bénéfices que procurent des études scientifiques même pour des carrières non-scientifiques. »

L'apprentissage de la botanique est en effet difficile. Il exige donc beaucoup de temps, raison supplémentaire pour certains de ne pas s'y essayer.

3.3) Un enseignement insuffisant ou mal adapté ?

L'apparent désintérêt du monde végétal provient également du manque d'initiation à la botanique dans les classes du primaire actuellement. La reconnaissance des plantes usuelles et dangereuses était jadis enseignée avant le certificat d'études. Même les personnes qui n'allaient pas au lycée ou au collège et qui s'arrêtaient au certificat d'études primaires élémentaires avait des connaissances de base de la nature, car les "leçons de choses" (instituées par Jules Ferry par l'arrêté du 27 juillet 1882) permettaient de mettre un nom sur bon nombre de plantes et d'animaux usuels et communs.

La réalisation d'un herbier était également une activité importante à l'école primaire et à l'Ecole Normale qui formait les instituteurs et institutrices. Ces activités sont désormais presque complètement abandonnées ou réduites à peu de chose. Nos anciens connaissaient donc beaucoup plus les plantes que les citoyens d'aujourd'hui où les programmes scolaires s'intéressent à d'autres sujets. Une discipline ne peut "séduire" qu'à condition d'avoir été préalablement enseignée. Or il n'y a pratiquement plus d'enseignement de botanique en France (excepté dans des établissements spécialisés - horticoles ou forestiers). Cette discipline a été absorbée par les "Sciences de la Vie", de conception très généraliste, et laissant plus la place à la seule spécialité moléculaire.

Guy Ourisson, dans son rapport 'désaffection des étudiants pour les études scientifiques', remet lui aussi en cause l'enseignement des sciences:

« Tout indique que les enseignements scientifiques et techniques dans les Collèges et les Lycées mériteraient d'être rénovés et rendus plus attrayants. La formation scientifique de base des élèves et étudiants, même de ceux qui ne se spécialiseront pas en science ou en technologie, est notoirement mal adaptée à leur vie future dans une civilisation largement technologique, et tout simplement à leur compréhension du monde dans lequel ils vivent. »

3.4) De moins en moins de sociétés de botanique

Les anciennes sociétés savantes du XIX^e siècle, qui rayonnaient autour des Muséum d'Histoire Naturelle sont aujourd'hui très mal en point. Elles sont souvent réduites à ce jour à une poignée de membres très âgés et qui ne parviennent plus à recruter des jeunes naturalistes, ce qui va les condamner à disparaître complètement dans les années à venir.

Aujourd'hui, il n'y a plus guère que les sociétés botaniques régionales ou locales (tel que l'association Gentiana en Rhône Alpes) et la Société Botanique de France ainsi que "Tela-Botanica" qui attirent ou rassemblent des botanistes.

La diminution de ces institutions a pour conséquence qu'elles n'ont plus les moyens d'attirer le grand public, et en général n'intéressent qu'un public averti déjà spécialisé sur le sujet.

3.5) Un certain éloignement de la nature

Le détachement ou l'indifférence face aux plantes provient également de notre éloignement physique de la nature. La population française est de plus en plus urbaine, même à la campagne. La coupure avec la nature s'en est profondément accentuée. De nombreux enfants d'aujourd'hui n'ont par exemple jamais vu de vaches et pour de nombreux citadins la nature est devenue hostile, car c'est devenu un milieu mal connu.

Auparavant, les gens des campagnes détenaient une connaissance certes basique mais bien présente des plantes ainsi que de leur usage. Cela reste d'ailleurs encore vrai dans de nombreuses régions du globe. Maintenant que nous nous sommes éloignés de la nature, nous côtoyons beaucoup moins le monde végétal et on ne peut qu'ignorer ses particularités et ses bienfaits. Cela conduit également à la perte de la notion d'utilité des plantes.

En nous éloignant de la nature, nous ne stimulons plus nos sens à sa rencontre. Les parfums, les couleurs, le goût des végétaux ou encore les effets de bien-être que procure par exemple une sortie en forêt font de moins en moins partie de notre quotidien. La plante, les légumes, les arbres sont devenus des objets de consommation comme les autres alors que sans eux, pas de vie pour les humains et les animaux.

Il est vrai que le monde végétal est peut être plus concerné par ce "désintéressement" de la société pour la nature ; mais comme le souligne Francis Hallé, dans "Eloge à la plante", nous vivons dans une société zoocentrée et il nous est difficile d'identifier les plantes comme des "êtres vivants", ce qui les rend moins séduisants aux yeux du public, donc moins intéressants à étudier.

Maintenant que nous avons mieux défini ce désintérêt pour la botanique, nous allons poursuivre avec les pistes qui existent pour l'enrailler.

4) Différentes approches pour réhabiliter la botanique

4.1) Introduction

Le constat précédent du désintérêt pour la botanique, en ce début de XXI^{ème} siècle, nous amène à nous questionner sur la transmission du savoir : comment partager notre passion et quelles sont les actions et pistes à privilégier ? Les causes précédemment décrites de cette désaffection sont une bonne source de réflexion pour trouver des solutions.

Afin de combattre la mauvaise réputation d'une science « sans intérêt », il est nécessaire de rétablir la vérité : les végétaux sont indispensables pour la survie de l'homme et les applications de la botanique sont innombrables. L'intérêt que l'on peut susciter pour l'étude des végétaux à travers leur utilité sera décrit dans la section 4.2.

Les difficultés d'apprentissage de la botanique peuvent être dans un premier temps contournées en le rendant plus ludique. Il en est de même pour susciter le goût pour cette science. La section 4.3 essaiera de trouver des pistes pour cela.

Quant au problème de son enseignement, comme le dit Guy Ourisson, celui-ci mériterait d'être rénové. Cela relève bien sûr du domaine de l'éducation nationale et dépasse le cadre de ce mémoire. Ce point ne sera donc pas traité.

La diminution du nombre des sociétés de botanique est également un domaine étranger au champ d'action des accompagnateurs en montagne. Donc ce point ne sera lui non plus pas traité.

Enfin, combattre l'éloignement de la nature afin de ne plus la percevoir comme un milieu hostile et méconnu mais plutôt comme une source de plaisir et un lieu où tous les acteurs sont en inter relation et sont nécessaires au maintien de la biodiversité sera décrit dans la section 4.4.

4.2) Comment ne pas s'intéresser à des organismes indispensables à notre vie ?

Lors d'une sensibilisation à la botanique, une des approches consiste à montrer notre relation de totale dépendance vis-à-vis des végétaux ainsi que de présenter quelques domaines d'applications vitales pour l'être humain pour lesquels la connaissance des plantes est souvent à l'origine de progrès notables. Ces deux faits, souvent méconnus ou sous estimés du grand public, ne peuvent que renforcer la nécessité de mieux connaître le règne végétal et donc d'inciter l'intérêt pour la botanique.

D'ailleurs Francis Hallé le démontre très bien dans son livre [6] : *[les plantes] ne sont pas inférieures aux animaux, comme on le croit souvent, au point que l'homme lui-même n'existerait pas sans elles et ne survivrait pas à leur disparition.*

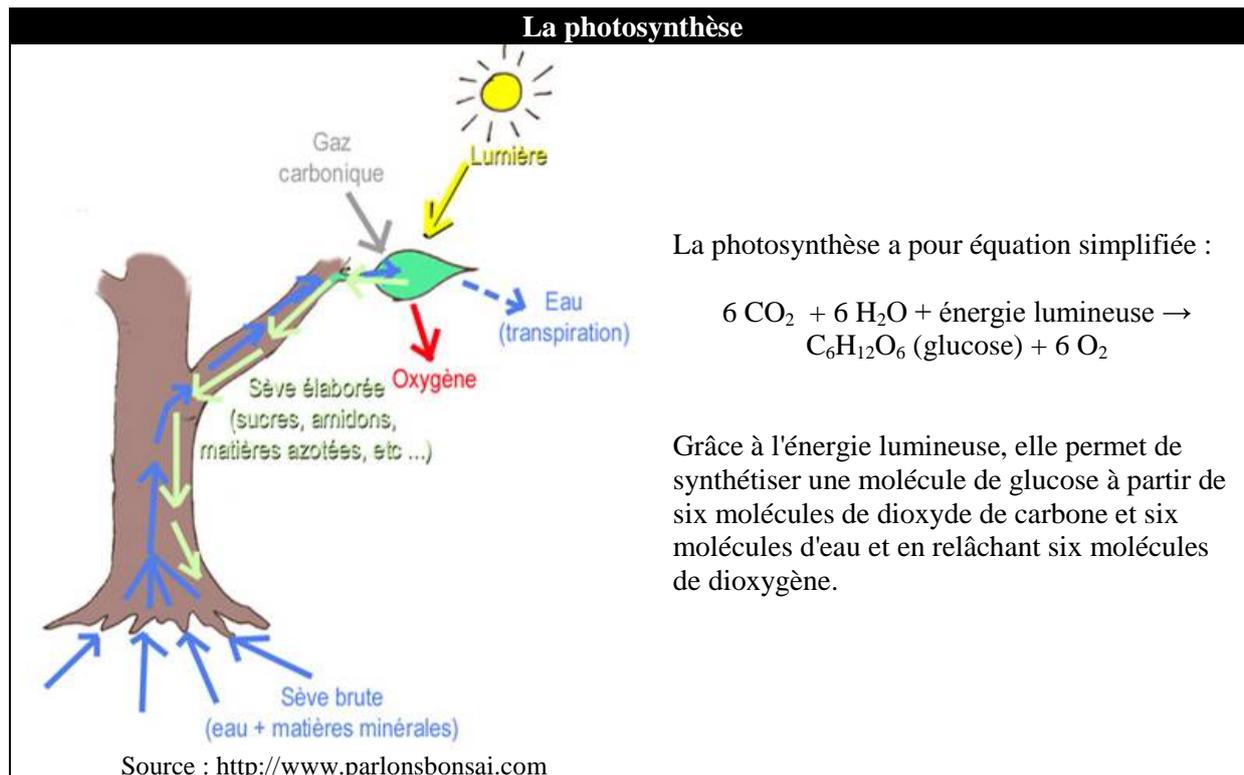
4.2.1) Sans végétaux, pas de vie sur la Terre ?

4.2.1.1) La place des végétaux dans la biosphère

Déjà côté quantitatif, *la molécule de cellulose est la plus fréquente des molécules organiques à la surface du globe ; elle représente, à elle seule, plus de la moitié de la biomasse terrestre* [6]. Les végétaux sont en effet très bien représentés, sur presque toute la Terre. Ils participent, avec le relief minéral, à la composition des différents paysages et caractérisent de nombreux grands biomes tels que la taïga, la savane tropicale ou encore la forêt tempérée.

Mais il ne faut pas oublier la part importante qu'ont tenu les organismes chlorophylliens dans les grandes étapes de l'apparition de la vie. Au démarrage de la vie sur Terre, les êtres vivants pouvaient survivre uniquement dans l'eau car la couche d'ozone n'existait pas et le rayonnement solaire était donc trop intense sur les terres pour laisser la vie s'y développer. Il y a environ deux milliards d'années est apparu le processus de photosynthèse sur la Terre. Les végétaux ont ainsi enrichi l'atmosphère en oxygène. En haute altitude celui-ci se transforme en ozone (O₃), qui constitue un écran contre les rayonnements ultraviolets et tous les rayons de courte longueur d'onde, nuisibles à la vie organique. Pendant 400 millions d'années, une amorce de couche d'ozone s'est formée et commençait déjà à atténuer les rayonnements ultraviolets.

La photosynthèse



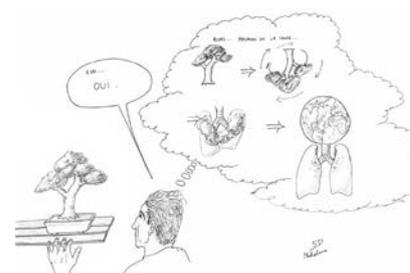
Il y a 700 millions d'années, la teneur en oxygène a permis à des bactéries de devenir aérobies et la respiration devient alors le mécanisme dominant le métabolisme des êtres vivants à partir de cette époque. Depuis 400 millions d'années, la couche d'ozone est terminée et arrête efficacement les ultraviolets. La vie a pu alors conquérir les continents.

Ainsi les végétaux, grâce à la photosynthèse, ont permis l'augmentation de la quantité d'oxygène dans la troposphère et la formation de la couche d'ozone dans la stratosphère. C'est donc grâce à eux que les conditions ont pu être favorables à l'apparition de la vie animale hors des océans.

De plus, les végétaux permettent de réduire la quantité de gaz carbonique (CO₂ ou encore dioxyde carbone) dans l'atmosphère. Or ce gaz fait partie des principaux gaz à effet de serre, à l'origine de changements climatiques entrevus ces dernières années.

La destruction de végétaux a ainsi de graves conséquences sur la concentration du gaz carbonique. Tout d'abord elle supprime des organismes qui le piègent, par la photosynthèse. Ensuite le brûlage de cette biomasse végétale libère du CO₂ atmosphérique, par sa combustion. Dans les régions équatoriales et tropicales, ce sont 17 millions d'hectares de forêts qui sont ainsi détruits. Cette biomasse abattue et brûlée correspond à une émission de gaz carbonique de l'ordre de 1,7 milliards de tonnes qui participe à l'excédent annuel de 7 milliards de tonnes de CO₂ produits par les activités humaines [9].

En conclusion, les végétaux, qui sont à l'origine de la vie animale sur la Terre émergée, participent ainsi activement à piéger le dioxyde de carbone, limitant ainsi la concentration de ce gaz à effet de serre. C'est leur aptitude à effectuer la photosynthèse qui est à l'origine de ces prouesses. Il s'agit en effet de l'un des phénomènes naturels les plus importants pour notre vie car sans elle il n'y aurait pas d'oxygène ! C'est pour cela qu'il est dit que les forêts sont les poumons de la Terre ; ce qui a inspiré le dessin ci-contre.



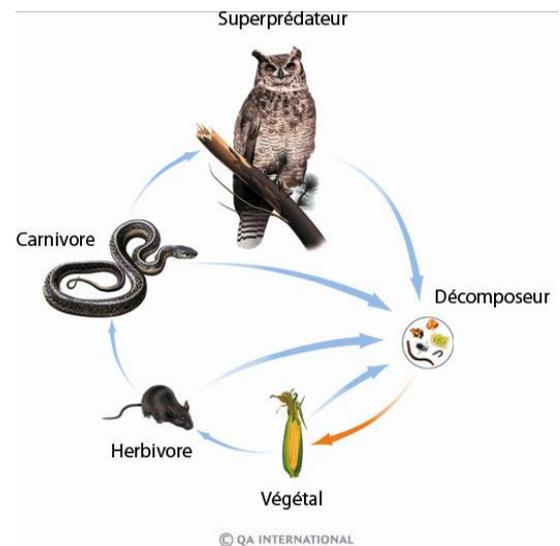
Source : <http://www.parlonsbonsai.com>

4.2.1.2) La place des végétaux dans les chaînes alimentaires

Les plantes et les animaux occupent des positions bien différentes dans ce que les écologues appellent la chaîne alimentaire, traditionnellement représentée avec les plantes en bas et les animaux en haut ; mais cette ascendance quelque peu triomphale masque à la fois l'autonomie de la base et l'état de dépendance dans laquelle se trouve le sommet [6].

Les végétaux sont à la base de presque toute chaîne alimentaire et surtout à la base de la chaîne alimentaire dans laquelle nous sommes intégrés. A titre d'exemple, 50% des insectes et 65% des mammifères se nourrissent de plantes [6]. Si les végétaux n'existaient plus, presque aucun animal n'y survivrait.

Les végétaux constituent ce que les écologistes appellent le premier niveau trophique, l'autotrophie, celui des organismes capables d'élaborer ses propres substances organiques à partir d'éléments minéraux ; ce qui leur confère une totale indépendance.



Place des végétaux dans la chaîne alimentaire
Source : <http://www.ikonet.com>

4.2.2) Des utilisations innombrables et souvent primordiales des végétaux pour l'homme

L'utilisation que nous faisons des végétaux dans de nombreux domaines d'application est souvent sous estimée ou encore méconnue du grand public. Leur enseigner cette facette du monde végétal ne pourra que les inciter à s'y intéresser.

4.2.2.1) En médecine

Beaucoup de médicaments proviennent du règne végétal. L'aspirine en est un très bon exemple. C'est le médicament le plus consommé au monde, avec une consommation annuelle estimée à 40 000 tonnes, soit l'équivalent de 120 milliards de comprimés de 300 mg. Cependant peu de personnes connaissent l'histoire de sa découverte. Il doit son action à une molécule : l'acide acétylsalicylique. Le nom de cet acide vient du latin *salix* qui signifie saule, cet acide ayant été isolé pour la première fois dans l'écorce de cet arbre. L'écorce de saule est connue au moins depuis l'Antiquité pour ses vertus curatives. On a retrouvé la trace de décoction de feuilles de saule sur des tablettes sumériennes datant de 5000 ans avant J.C. Depuis, à partir du XVIII^{ème} siècle, de nombreux scientifiques ont essayé d'isoler cet acide à partir d'écorce de saule blanc (décoctions, poudre bouillie dans de l'eau, ...) puis de le synthétiser chimiquement. De nombreux dérivés ont vu le jour, mais présentaient souvent des propriétés indésirables : très mauvais goût, provocation de graves brûlures d'estomac, ... En 1835, Karl Löwig montre que l'acide spirique, extrait de la reine-des-prés, est chimiquement identique à l'acide salicylique. À partir des extraits naturels, on isole le salicylate de sodium qui sert alors de médicament contre la douleur et l'inflammation. On parvint à la fin du XIX^e siècle à produire industriellement cette molécule en Allemagne. Et finalement, le brevet et la marque de l'aspirine sont déposés par la société Bayer en 1899, sous la dénomination « Aspirin ». Quant au mécanisme d'action de la molécule, il ne sera élucidé que bien plus tard : en 1971 par John Vane et Priscilla Piper, qui découvrent l'action inhibitrice de l'aspirine sur les prostaglandines (médiateurs chimiques qui possèdent divers effets physiologiques). Vane est d'ailleurs récompensé par le Prix Nobel de Médecine en 1982 pour cela.

Un autre exemple est la découverte d'une molécule, le paclitaxel ou Taxol, issue de différentes espèces d'ifs. Elle contribue à conférer à ces arbres leur forte toxicité et se révèle particulièrement intéressante pour le traitement de certains cancers (sein, ovaire et poumon). De nos jours le taxol est devenu

l'emblème des bienfaits à attendre de l'exploitation de la diversité des substances naturelles. Au début le taxol était fabriqué à partir de l'écorce de l'if du Pacifique (*Taxus brevifolia*), espèce en voie d'extinction originaire des États-Unis. Cependant le taxol était très difficile à extraire et de plus le rendement d'une extraction était très faible, pour une espèce dont le prix de revient est très élevé. Aux États-Unis, 12000 arbres ont ainsi été abattus pour produire 2 kilos de taxol nécessaires aux essais cliniques. Au final cette méthode était trop coûteuse et destructrice, elle requiert l'abattage de plusieurs ifs centenaires pour fournir le taxol nécessaire à un seul patient. L'essor du médicament n'a été rendu possible que par la conversion chimique d'une molécule proche, extraite à partir des feuilles de l'If européen (*Taxus baccata*) plus abondant, réussie par une équipe du CNRS en 1998. Cela a donné le médicament Taxotère, plus efficace en sus d'être moins cher. Les recherches pour synthétiser plus massivement encore le taxol sont toujours en cours. EN 2010, des scientifiques du MIT (Massachusetts Institute of Technology) ont ainsi réussi à produire un précurseur de la molécule thérapeutique par une bactérie commune, *Escherichia Coli*, manipulée génétiquement.

Il ne s'agit que de deux exemples parmi tant d'autres de médicaments directement issus du règne végétal. En effet à l'échelle de la planète, 50 000 plantes différentes, soit 1/8 des végétaux connus de l'homme, sont utilisées à des fins thérapeutiques. Sans compter que plus de 70% des traitements anticancéreux prometteurs sont issus de végétaux des forêts tropicales. Or les connaissances dont on dispose sur la flore et la faune de ces milieux exceptionnels sont encore très limités. On estime que 80% des richesses biologiques de la planète se trouvent sous les tropiques. La forêt tropicale est le milieu le plus riche en espèces, ne couvrant que 7% de la surface terrestre, elle abrite la moitié des espèces du globe. La forêt tropicale humide détient le record de nombre d'espèces : 473 espèces d'arbres par hectares en Equateur. 2000 espèces d'arbres pour la seule Malaisie contre 100 espèces pour l'ensemble de l'Europe.

Des préparations en herboristerie sont largement utilisées en phytothérapie et de nombreux nouveaux médicaments, qui pourraient être fournis par les végétaux, attendent d'être découverts. C'est une des raisons pour lesquelles il est primordial de sauvegarder la biodiversité des forêts tropicales, dans lesquelles de nombreuses espèces végétales ne sont pas encore connues et pourraient être à l'origine de nouveaux principes actifs novateurs.

D'après Bernard Fischesser et Marie-France Dupuis-Tate [9] :

Chaque espèce correspond à un ensemble unique porteur d'informations génétiques qui, depuis l'apparition de premières cellules, a exprimé ses potentialités à travers des milliards d'espèce qui ont vécu dans le passé. Ce stock d'informations est le fondement de la diversité biologique et le matériau sur lequel l'évolution s'appuie pour donner aux espèces les possibilités d'adaptations qui leur permettent d'affronter les changements de l'environnement. La disparition d'une espèce s'accompagne d'une perte irréversible de son évolution propre, car l'évolution ne revient jamais en arrière. [...]

La biodiversité a permis aux êtres vivants de coloniser les milieux les plus divers et à la biosphère d'assurer sa stabilité et d'accroître sa biomasse. Elle est une propriété fondamentale de la vie. [...]

Appauvrir la biodiversité c'est se priver de la garantie que la biosphère pourra trouver des réponses évolutives appropriées en puisant dans son stock de matières vivantes. Elle est garante de notre survie ; sans oublier que ces services sont « gratuits » et nous sont fournis sans même que nous en ayons conscience. Des économistes essaient aujourd'hui de leur attribuer une valeur monétaire.

4.2.2.2) En agriculture

Presque toute la nourriture que nous consommons provient directement ou indirectement des végétaux, directement par les féculents, les fruits et les légumes ou indirectement à travers les animaux d'élevage qui se nourrissent de plantes fourragères.

L'annuaire de la FAO (Organisation des Nations pour l'alimentation et l'agriculture - <http://fao.org>) donne une liste des végétaux dont la production est statistiquement recensée à l'échelle mondiale. Celle-ci permet de se rendre compte de l'importance de la culture des végétaux par l'homme. Le tableau suivant fournit les données pour les céréales :

Céréales	Production annuelle en millions de tonnes	Superficie cultivée en millions d'hectares
Blé	600	230
Maïs	500	130
Riz	400 (riz blanc)	150
Orge	170	75
Sorgho	60	43
Millet	30	37

Il en résulte un total d'environ 2 milliards de tonnes de céréales produites par an. Cet annuaire recense également les cultures les plus importantes :

- pour les racines et tubercules : pommes de terre, patates douces, manioc, ...
- pour les légumineuses : haricots secs, fèves sèches, pois secs, pois chiches, lentilles, graines de soja, arachides, graines de ricin, ...
- pour les oléagineux : tournesol, colza, sésame, lin, olivier, cocotier, palmier, ...
- pour les légumes (soit 1 milliard de tonnes par an) : choux, artichauts, tomates, choux-fleurs, courges et cucurbitacées, concombres et cornichons, aubergines, poivrons, oignons secs, ail, haricots verts, petits pois, carottes, pastèques, melons, raisins (surtout consommés sous forme de vin : 2, 5 milliards de litres), dattes, ...
- deux plantes à sucre : betterave et canne
- pour les plantes à fruits pour 300 millions de tonnes : pommes, poires, pêches, abricots, prunes, avocats, mangues, ananas, bananes, plantains, papayes, fraises, framboises, groseilles, amandes, pistaches, noisettes, châtaignes, noix, ...
- pour les agrumes : oranges, mandarines, clémentines, citrons, pamplemousses, ...
- pour les plantes à fibres : lin, chanvre, coton, ...
- sans oublier diverses cultures : caoutchouc, cacao, thé, café, houblon, tabac, ...

Une grande partie des céréales cultivées sert à nourrir les animaux consommés dans le monde développé et par les milieux aisés des régions en développement. Dans les pays développés, 61% des céréales non exportés servent à nourrir vaches, cochons et poulets, 16% ont des usages industriels et seulement 23% servent à l'alimentation humaine. Dans les pays en développement, ce sont 72% des céréales disponibles qui vont à l'alimentation humaine ! [5]

Comprendre comment les végétaux produisent la nourriture que nous mangeons est important pour être capable de nourrir la planète et garantir la sécurité alimentaire pour les générations futures, par exemple par l'amélioration des plantes ou la compréhension des pertes de rendement agricole (phytopathologie).

Les plantes ne sont cependant pas toutes bénéfiques à l'homme ; les adventices (espèces végétales étrangères à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite) posent par exemple des problèmes considérables en agriculture. La botanique fournit des connaissances cruciales pour comprendre comment réduire leurs impacts. L'ethnobotanique étudie ces questions, ainsi que les autres relations entre les plantes et l'homme.

4.2.2.3) En matériaux divers

Les plantes nous fournissent beaucoup de substances naturelles, telles que le coton, le bois, le lin, les huiles végétales, certaines cordes et le caoutchouc. La production de la soie ne serait pas possible sans la culture du mûrier. Elles sont donc à l'origine des matières premières pour une partie de nos vêtements, pour nos meubles à travers la menuiserie, les charpentes de nos maisons, ...

La canne à sucre et autres plantes sucrières sont utilisées comme sources de biocarburants, et offrent une alternative à l'utilisation des carburants fossiles, eux mêmes issus du milieu végétal.

On est bien souvent surpris de se rendre compte que tout le monde ne connaît pas l'origine du pétrole ainsi que l'immense étendue des applications qui en sont faites. Le pétrole est un liquide d'origine naturelle, composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures, piégé dans des formations géologiques particulières. Sa formation est décrite en annexe. L'exploitation de cette source d'énergie fossile est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car le pétrole fournit :

- la quasi totalité des carburants liquides : fioul, gazole, kérosène, essence, GPL, ...
- le naphtha produit par le raffinage est à la base de la pétrochimie, dont sont issus un très grand nombre de matériaux usuels — plastiques, textiles synthétiques, caoutchoucs synthétiques, détergents, adhésifs, engrais, cosmétiques, ...
- les fractions les plus lourdes conduisent aux bitumes, paraffines et lubrifiants.

4.2.2.4) *En biologie*

Le grand public a l'impression qu'on n'a plus grand chose à apprendre en botanique. La communication des grandes firmes sur l'« amélioration » des plantes par la génétique ne fait que renforcer cette idée : si on les « améliore » c'est qu'on sait déjà tout ou presque sur elles. Cela est évidemment totalement faux.

Un fait particulièrement intéressant est la différence entre le nombre de gènes pour le génome humain, 26 000 (Science, février 2001) et pour le génome du riz : 50 000. Celle-ci semble remettre à plat la croyance que plus un organisme est évolué, plus son génome possède de gènes. La raison de cette différence reste encore inconnue de nos jours. Cela nous montre bien que l'étude de la botanique est loin d'être achevée et de nombreuses questions restent ouvertes.

Les végétaux sont des organismes commodes dans lesquels les processus fondamentaux du vivant (tels que la division cellulaire, la synthèse protéique ou la reproduction) peuvent être étudiés aisément, sans le dilemme qui pourrait se présenter pour une étude chez l'animal ou chez l'être humain. Les lois génétiques de l'hérédité ont été découvertes de cette façon par Gregor Mendel, en étudiant la forme des pois. Ce que Mendel apprit de cette étude dépassa de loin le domaine de la botanique. Cela montre bien comment la recherche en botanique reste pertinente dans la compréhension des processus biologiques généraux.

4.2.2.5) *En climatologie*

Les végétaux peuvent aussi nous aider à comprendre les changements dans notre environnement. Par exemple, en analysant le pollen déposé par les plantes il y a des milliers d'années (paléopalynologie) nous pouvons reconstituer les climats anciens et envisager ceux du futur. Il s'agit d'une part importante de la recherche sur le changement climatique.

En conclusion à cette partie, les végétaux sont une part fondamentale de la vie sur Terre et en particulier pour nous, les humains : ils génèrent l'oxygène, fournissent de la nourriture, des fibres, du carburant et des médicaments qui permettent aux formes de vie évoluées d'exister. Par la photosynthèse, les végétaux absorbent également le dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre. Par conséquent, une bonne compréhension des végétaux est cruciale pour le futur des sociétés humaines car elle permet :

- de nourrir la planète,
- la compréhension des processus fondamentaux du Vivant,
- l'utilisation de substances et de matériaux
- la compréhension des changements environnementaux.

Ces différents aspects, une fois expliqués au grand public, ne pourront pas le laisser de marbre face à l'utilité de connaître mieux les végétaux. Et même si cela ne fera peut être pas naître en lui une passion pour la botanique, il n'appréhendera que mieux la place des organismes chlorophylliens dans notre monde.

4.3) Un intérêt facilité par une approche ludique

Comme cela a été vu dans le chapitre 2.3), la botanique pose de réelles difficultés d'apprentissage. Son enseignement peut en effet être rébarbatif et ennuyeux. Si l'on veut qu'elle intéresse le grand public, il faut la rendre attrayante !

Ces difficultés peuvent être contournées en rendant l'apprentissage plus ludique. Par exemple, au début il importe peu de savoir si une plante est hermaphrodite, monoïque ou dioïque. Par contre on pourra plus facilement passionner quelqu'un en lui faisant découvrir les trésors d'adaptations de la sauge et ses étamines à pédale, de l'*Ophrys apifera* et son leurre sexuel, ...

Aujourd'hui on aborde souvent la botanique par des biais précis : par exemple les plantes médicinales, aromatiques ou à usage culinaire. Il s'agit avant tout d'utilisation du monde végétal et non d'intérêt scientifique ou naturaliste mais l'important est de réussir à provoquer un déclic et de susciter un intérêt qui pourra ensuite amener vers d'autres perspectives.

4.3.1) Par une approche participative du public

Plutôt que de donner des notions théoriques, au risque qu'elles ne soient pas parfaitement comprises, il est souvent préférable, lorsque cela est possible, d'impliquer le public dans l'élaboration de ces notions, de le rendre participatif, acteur de son apprentissage. En effet, il arrive au cerveau tellement d'informations à la fois qu'il ne lui est pas possible de toutes les traiter : une sélection s'effectue. Seules les informations présentant un certain intérêt et possédant un certain degré de nouveauté sont prises en compte par le cerveau. C'est cet intérêt que nous devons essayer de susciter.

Un bon moyen d'y parvenir est de placer le public au cœur du problème, en lui posant des questions sur les végétaux qui l'entourent. Les questions doivent être bien posées de façon à ce que la réponse puisse être trouvée. De nombreuses pistes erronées seront sûrement proposées mais cela n'est pas un problème car elles permettront d'alimenter le débat. Tout le monde en retirera certainement beaucoup plus que si le fait avait été donné, avec l'explication directement énoncée.

Les occasions de poser de multiples questions de botanique ne manquent pas lors d'une sortie en extérieur. Le livre « La forêt en 301 questions / réponses » [4], adapté au milieu forestier, est une source extraordinaire pour démarrer des discussions. Par exemple : quelle est l'utilité des feuilles ? Pourquoi les arbres les perdent-ils en hiver ? Pourquoi les arbres deviennent plus petits avec l'altitude ? Pourquoi y a-t-il plus d'espèces d'arbres en Amérique du Nord qu'en Europe ? A quelle vitesse la surface de la forêt diminue-t-elle en Europe, en France ? Pourquoi certaines plantes sont colorées alors que d'autres sont vertes ? Pourquoi certaines orchidées ont un éperon alors que d'autres non ? etc. Des questions simples amènent bien souvent à des réflexions bien plus profondes.

De plus, faire participer le public a également des répercussions sur la mémorisation des informations traitées. En effet de façon générale, un récepteur mémorise :

- 10% de ce qu'il a lu
- 20% de ce qu'il a entendu
- 30% de ce qu'il a vu
- 50% de ce qu'il a vu et entendu
- 70% de ce qu'il a dit
- 90% de ce qu'il a dit et fait

Nous voyons aisément que rendre le public le plus actif possible permettra d'augmenter la mémorisation des informations.



Linaires des rochers, aux couleurs éclatantes

Enfin, lors d'une sortie en extérieur, il est très important de prendre le temps d'observer finement l'anatomie des végétaux, leurs couleurs, leurs textures, leurs points caractéristiques, ou ce qui les différencie ; mais encore de les sentir, de les toucher : certains ont la tige creuse, d'autres non, certains sont doux, rugueux ou encore accrochant comme le gaillet gratteron. Toutes ces expériences sensorielles raviront le public et leur laisseront de nombreux souvenirs.



Valériane officinale, herbe aux chats, devant le Mont Blanc

4.3.2) Par des histoires

Un élément permettant un réel engouement est de faire vivre une histoire autour du monde qui nous entoure, en particulier autour des plantes que l'on voit :

- en racontant les usages médicinaux : l'achillée millefeuille ou herbe au charpentier pour stopper l'hémorragie, plantain contre les piqures d'insectes, le frêne renommé arbre des centenaires, ...
- les usages culinaires : l'utilisation des fruits de la grande berce, de la tige de l'angélique, ...
- l'origine étymologique du nom de l'espèce : le genêt à balais, la vipérine, ...
- les superstitions autour d'une espèce végétale : les tubercules Orchis, supposés aphrodisiaques, entraient dans la composition de nombreux philtres d'amour ; les druides attribuaient au gui des propriétés miraculeuses, notamment celles de guérir certaines maladies, d'immuniser contre les poisons, d'assurer la fertilité des femmes et de protéger les hommes contre la sorcellerie, ...
- les traditions séculaires : présence de tilleul dans les places de villages, justice rendue sous un chêne, ...

Il s'agit, en tant qu'animateur, d'aborder les plantes par leurs particularités : comment elles se défendent, comment elles sont « intelligentes », adaptées, comment elles sont utilisées, comment on peut s'en servir dans la vie de tous les jours. Comme l'animateur "anime", c'est surtout dans la façon de présenter les choses que l'on retient l'attention. Il faut être un peu comédien, raconter des histoires, être convaincu et passionné par ce qu'on raconte.

Le monde des végétaux est bien souvent mal connu du grand public et de très nombreuses histoires sur les plantes peuvent à la fois choquer mais surtout surprendre et donc susciter une attention accrue.

Un exemple concerne la défense du monde végétal face aux attaques animales, sujet totalement inconnu du grand public. Comme l'explique Jean-Marie Pelt, dans « La plus belle histoire des plantes » [5] : *On sait maintenant que des plants de maïs attaqués par les chenilles émettent un cocktail gazeux qui attire des guêpes, destructrices de ces chenilles. Les choux ont une stratégie similaire lorsqu'ils sont broutés par la fameuse piéride du chou : ils émettent un gaz qui attire une petite guêpe. Celle-ci pond alors ses œufs parmi les larves de piérides qui seront partiellement détruites.* Cela peut facilement dérouter le public mais suscitera certainement de l'intérêt en exposant des faits contredisant toute conception simpliste des relations mangeurs/mangés entre les végétaux et les animaux.

Un autre exemple concerne l'utilisation des insectes pollinisateurs par les orchidées du genre *Ophrys*, qui n'attire pas l'insecte par un appât de nectar situé dans un éperon comme le font la plupart des autres orchidées, mais en mimant la femelle (olfactivement à l'aide de phéromones, visuellement par leur forme et couleur et enfin tactilement par leur texture pileuse). Cela aboutit à des cas de pseudo-copulation lors desquels l'insecte est trompé par l'apparence de la fleur et s'engage dans une activité sexuelle ... peu pertinente, pendant laquelle la fleur se trouve souvent pollinisée.

On peut également rappeler, en tant qu'adaptation particulièrement réussie, que dans le cas des *Ophrys apifera*, si aucun insecte n'a été attiré, les pollinies s'inclinent en se desséchant. Elles peuvent ainsi atteindre le stigmate où l'autopollinisation aura lieu.



Source : <http://www.floredefrance.com>

Toutes ces anecdotes sur le monde végétal permettent de capter l'attention du public et font certainement partie des moments forts d'une sortie. Ils participent de plus à donner une image plus attractive des plantes.

4.3.3) Par les plantes culinaires et médicinales sauvages

Comme en témoigne la parution récente de nombreux ouvrages sur les plantes culinaires et médicinales, un public grandissant est attiré par ce type de rencontre avec la plante. En effet le désir de vivre de façon plus saine et souvent plus naturelle se fait ressentir en ce début de XXI^{ème} siècle. Une bonne approche est de commencer par l'alimentation.

Nos plantes sauvages, méconnues, voire méprisées (l'ortie par exemple), sont elles aussi riches en protéines : le chénopode bon-henri en renferme plus de 20% de son poids sec, l'ortie 40%, plus que le soja ou la viande ! Ces protéines sont équilibrées en acides aminés essentiels et garanties sans prions ni antibiotiques. Le cynorhodon, fruit de l'églantier, quant à lui, contient vingt sept fois plus de vitamines C que l'orange ou le citron.

Les plantes culinaires sauvages ont ainsi des propriétés alimentaires reconnues. Elles permettent également de profiter de sorties dans la nature, tout en prenant plaisir à chercher puis reconnaître les espèces escomptées, les cueillir et enfin les cuisiner. Il s'agit de plus d'une activité facilement accessible aux différents membres d'une famille et qui peut revêtir de nombreuses formes : préparation de tarte aux myrtilles, de confiture de cynorhodon, de tisane de feuilles de frênes, de limonade à base de sureau noir, ...

Il est cependant nécessaire de rappeler quelques règles élémentaires s'imposant lors d'une cueillette afin de respecter la flore récoltée ainsi que pour se préserver d'effets indésirables (ces règles sont données en annexe). Un des conseils les plus importants est d'apprendre à reconnaître les plantes toxiques. Elles sont peu nombreuses et facilement reconnaissables. Les plus toxiques sont les aconits (en particulier napel, tue-loup et anthere dans les Alpes), la belladone, la jusquiame noire, le datura, le colchique d'automne, l'if, le muguet, les digitales, la grande cigüe, l'œnanthe safranée le laurier-cerise et le laurier rose de nos haies.

Bien sûr de nombreuses confusions peuvent avoir lieu. Certaines n'auront pas de conséquences fâcheuses : par exemple entre les myrtilles et les autres espèces d'airelles ou encore entre l'ortie dioïque et les espèces du genre lamiers. En revanche il existe de nombreux fruits rouges dont certains ne sont pas comestibles. Face à ce danger, l'identification des espèces doit être parfaitement connue et maîtrisée. Ainsi toute personne un tant soit peu sérieuse, ayant l'envie de profiter de cueillette de fleurs sauvages, devra passer par une étape d'apprentissage de la botanique, afin d'obtenir de solides

connaissances en anatomie des végétaux. Le risque d'expérimentation étant plus élevé chez les enfants, le message doit être clair : il n'y a pas de cueillette sans un adulte connaisseur.

Un danger bien réel : l'échinococcose alvéolaire

Les œufs du ténia, parasite de l'intestin des renards (et plus rarement, des chats et des chiens qui chassent les souris), sont rejetés avec les excréments et adhèrent aux herbes, aux petits fruits, mais aussi aux légumes dans les jardins potagers. Lorsque les petits rongeurs (ou l'homme) absorbent ces œufs, la larve du ver peut se développer dans l'organisme, en général dans le foie. Elle y provoque l'échinococcose alvéolaire, maladie grave, souvent mortelle. [4] Les œufs ne sont pas détruits par le froid (la congélation ne les atteint pas) mais par la chaleur, à partir de 60°C.

4.3.4) Par le jeu

Il est également possible d'appréhender la botanique par l'approche la plus ludique qui soit : le jeu. Cette façon de faire est bien sûr tout à fait adaptée aux enfants, puisqu'elle correspond à une tendance naturelle chez eux. Elle peut cependant également être utilisée avec des adultes.

Ces jeux mettant en scène des végétaux peuvent avoir lieu dans la nature, en présence des éléments ou encore être effectués dans tout autre cadre. Il s'agit alors plutôt de jeux de connaissance. Dans tous les cas, en fonction du jeu retenu, cette technique permet d'appréhender les plantes dans leur milieu naturel, de mieux observer leur anatomie, d'approfondir ses connaissances, ... tout en s'amusant !

Voici quelques jeux faciles à mettre en place :

- Un simple jeu de lancer de plantain et sans même s'en apercevoir tous les participants auront retenus le nom de cette espèce qu'ils n'auraient même pas remarqué.
- Selon leur présence sur le lieu de l'activité, on désigne une ou plusieurs catégories d'éléments naturels (feuilles, fruits, graines, écorces, mousses, ...) pour lequel chaque groupe de participants doit ramasser le plus grand nombre d'objets différents. Ce jeu permet un éveil visuel à l'anatomie des éléments à rechercher ainsi que d'acquérir un bon sens de l'observation.
- Faire toucher l'écorce d'un arbre à un participant qui a les yeux bandés puis lui demander ensuite, une fois le bandeau retiré de trouver de quel arbre il s'agissait. Ce jeu aiguisera leur sens de l'observation.
- Faire palper des objets naturels présents dans un sac puis demander de les retrouver dans la nature.
- Des jeux de devinettes plus ou moins élaborés pour évaluer les connaissances (le jeu « question pour des champions » est détaillé en annexe)

4.3.5) Par la fabrication d'objets

Il s'agit d'une autre approche, après le jeu, particulièrement bien adaptée aux enfants. De nombreux ouvrages existent et peuvent facilement nous donner des pistes. Deux grandes approches se dégagent :

- De très nombreuses réalisations peuvent être amorcées lors d'une sortie dans la nature, très souvent avec très peu de moyens, au grès des objets trouvés. Tel est le cas des exemples ci-dessous, issus du livre « Jouets de toujours » [13] :



Les lunettes avec des aiguilles de pins



Le moulin de cardère



Le pipoir avec une feuille de lierre

- D'autres types de réalisation nécessitent une plus grande préparation, soit pour rechercher un endroit propice, soit pour prévoir des plans, soit encore pour s'entraîner à la construction. Tel est le cas pour la confection de nichoirs pour oiseaux, de cabanes en bois, ...

La construction d'objets à partir d'éléments végétaux est bien sûr la finalité première de cette activité mais elle permet à travers leur réalisation d'introduire de nombreuses notions botaniques. Dans le cas des lunettes avec des aiguilles de pins, il est par exemple aisé de présenter les différences entre les types d'aiguilles présents dans la région concernée (pin sylvestre, pin noir, sapin, épicéa, mélèze, ...).

4.3.6) Par le land art

Le land art est une tendance de l'art contemporain, dont les œuvres sont éphémères. Elles sont fabriquées à partir de matériaux naturels (bois, terre, pierres, sable, rocher, etc.) et sont réalisées en harmonie avec les paysages dans lesquels elles s'inscrivent. Le plus souvent, les œuvres sont à l'extérieur, exposées aux éléments, et soumises à l'érosion naturelle ; ainsi, certaines ont disparu et il ne reste que leur souvenir photographique. La nature n'est plus simplement représentée mais c'est au cœur d'elle-même que les créateurs travaillent. L'œuvre n'est plus une valeur marchande mais une véritable expérience liée au monde réel.

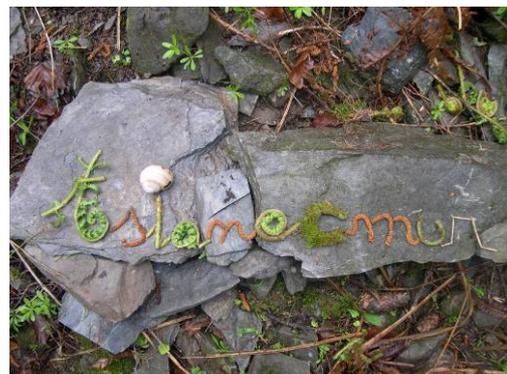


Exemple de land art éphémère
Source : <http://www.syti.net>

Le land art peut également être utilisé en vue d'apporter une approche totalement différente sur le milieu naturel et en particulier sur les plantes. Leur utilisation permet une certaine familiarisation avec le milieu car effectuer une œuvre de land art demande beaucoup de temps, en particulier pour préparer le terrain (l'équivalent d'une toile pour la peinture). Le land art permet également de sensibiliser à ce que la nature peut apporter comme matériaux et de découvrir leur beauté, à laquelle peu auraient été attentifs dans d'autres circonstances.



Rassemblement de cairns géant à Font d'Urle, sans utilité particulière : c'est une œuvre de land art !



Anagramme du mot manuscrit effectué par des élèves de CM2 de l'école de Claix centre en 2011
Source : Claire Gachet, institutrice

4.4) Susciter de l'intérêt pour les plantes en les replaçant dans leur milieu

Les plantes ne sont pas des organismes isolés, sans relations entre elles et ce qui les entoure. Elles font partie de façon significative de la biosphère. Aller à leur rencontre signifie parcourir la nature et profiter de leur présence. Mais durant une telle activité, il me semble très important de les replacer dans leur environnement afin de comprendre leur place et leur importance dans les écosystèmes ainsi

que leurs interactions, en particulier avec le monde animal. En décloisonnant l'approche de la botanique, en l'intégrant à une approche globale de la nature, il est plus facile de toucher le public qui aura ensuite envie, ou non, d'approfondir ses connaissances du monde végétal.

Cette approche a de plus l'intérêt de faire renouer l'homme avec la nature. Comme nous l'avons précédemment vu, de plus en plus de personnes vivent en milieu urbain ; c'est un fait mais ceci ne veut pas dire qu'elles sont pour autant déconnectés et insensibles à la nature. Elles ont plutôt perdu leurs repères pour l'appivoiser et des connaissances de base, qu'avaient nos générations passées. La demande d'une meilleure connaissance naturaliste existe réellement. La vague médiatique actuelle, à la fois excessive et superficielle concernant l'environnement et la biodiversité peut inciter certains à s'engager plus profondément dans l'étude et la compréhension du milieu naturel.

Bref, les loisirs, comme la randonnée pédestre avec de très nombreux adeptes, confirment le besoin réel de contact avec le milieu naturel et facilitent une approche de la flore sauvage.

4.4.1) Interrelations avec le milieu

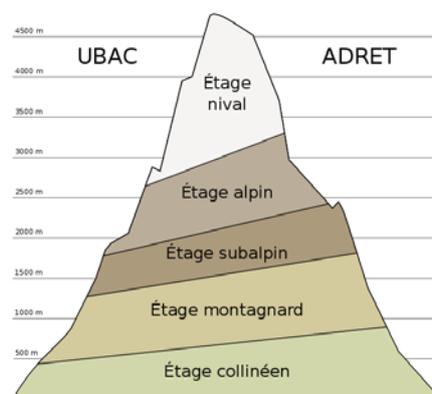
Les principaux facteurs influençant la distribution des plantes sont :

- La latitude
- L'altitude
- L'exposition
- La ressource en eau
- La nature des sols

Lors d'une sortie en extérieur, en particulier dans le milieu montagnard, il est assez aisé de mettre en évidence ces différents facteurs (excepté le premier bien-sûr).

L'altitude

L'étagement de la végétation en fonction de l'altitude est quelque chose de très prégnant lors d'une ascension, ou plus simplement lors d'une lecture de paysage. Après l'étage collinéen où les cultures sont en général bien visibles, se succèdent l'étage montagnard, essentiellement forestier avec des essences de feuillus, l'étage subalpin, avec ses résineux, l'étage alpin, sans arbre avec ses pelouses typiques puis l'étage nival, avec presque exclusivement des mousses et des lichens. L'écotype montagnard peut se résumer à une petite plante pileuse, aux feuilles charnues à haute pression osmotique et aux couleurs vives.



Représentation schématique des différents étages de végétation dans les Alpes
Source : wikipedia

L'exposition

De même que pour le facteur altitude, pour observer in situ l'influence de l'exposition, une lecture de paysage depuis une bonne position permet de mettre très facilement en avant les différences de végétation entre l'adret et l'ubac.

La ressource en eau

En fonction des zones rencontrées lors d'une sortie en extérieur, les différences de végétation peuvent varier de façon brutale aux abords d'une zone humide. La manifestation de ce phénomène se fait bien ressentir lorsque l'on rencontre une mégaphorbiaie, où des espèces aux dimensions exubérantes (adénostyle à feuilles d'alliaire, épilobes, laitues des Alpes, ...) contrastent avec la végétation alentour.

Au bord des cours d'eau, les espèces changent elles aussi. Les aulnes et les peupliers par exemple s'y rencontrent alors. Quant aux eaux de ruissellement, elles s'accompagnent souvent de grassettes, plantes carnivores qui étonnent souvent le grand public.

La nature du sol

Les végétaux se répartissent également en fonction du PH du sol, acide ou basique. Tous les végétaux ont une préférence plus ou moins marquée pour un type de sol. La présence d'une plante se trouvant dans un milieu qui ne lui semble pas favorable est bien souvent liée à des caractéristiques locales, à rechercher autour de l'endroit où elle pousse. Les lys martagons, par exemple, ne se rencontrent que dans des milieux au sol acide. Or il arrive d'en trouver dans les Coulmes, massif calcaire au sol basique : en regardant plus près on remarque presque systématiquement la présence d'épicéas autour. Ce sont ses aiguilles tombant par terre qui acidifient le sol et permet au lys de trouver localement des conditions favorables pour pousser.

Certaines molécules responsables de la coloration des plantes, des légumes ou des fruits (autres que la chlorophylle) sont sensibles à leur environnement chimique et notamment au PH du sol. C'est le cas des anthocyanes, famille de colorants naturels dont la couleur varie en fonction de l'acidité ou de la basicité d'une solution. Les hortensias, par exemple, ont des fleurs bleues lorsque le PH est inférieur à 6, et roses lorsque le PH est compris entre 6 et 7.

Un autre fait remarquable est la présence d'arbres le long de certaines falaises. A première vue, ils ne semblent pas être plantés dans un sol, mais uniquement dans le rocher. Bien-sûr cela est faux et leurs racines sont suffisamment longues pour atteindre l'humus et ainsi avoir accès à ses composants et à de l'eau.

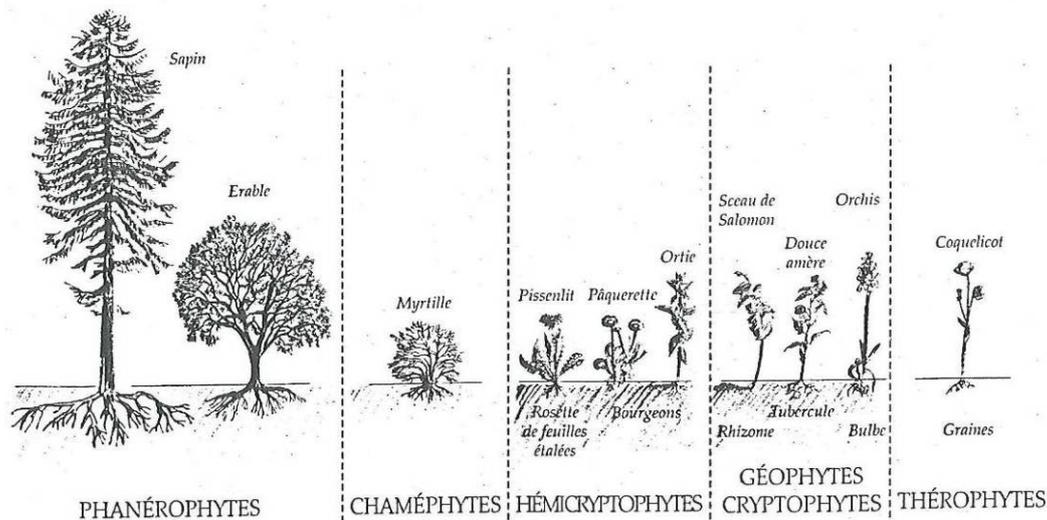
Adaptations des végétaux à l'hiver

En plus des facteurs locaux influençant la distribution des plantes, elles doivent également affronter l'hiver. Leur fixité les soumet aux facteurs climatiques des stations d'altitude : température, vent, neige, photopériode réduite, gel, fortes amplitudes thermiques, hygrométrie basse, ...

Christen Raunkier, botaniste danois, proposa en 1904 une classification des types biologiques pour les végétaux, en grande partie fondée sur le mode de protection de leurs bourgeons face au froid et à l'enneigement. Il décrit cinq types biologiques :

- les phanérophytes qui sont des arbres ou des arbustes dont les bourgeons se trouvent en hiver à plus de 50 cm au-dessus du sol, soit au-dessus de la couche de neige (ex : pin, hêtre, ...)
- les chaméphytes qui sont des arbustes de moins de 50 cm de hauteur et censés se retrouver, en hiver, sous la couche de neige protectrice (ex : myrtille, rhododendron, ...)
- les hémicryptophytes dont les bourgeons, au ras du sol, sont enfouis dans des rosettes de feuilles (ex : pissenlit, plantain, iris, ortie, pâquerette, ...)
- les géophytes dont les bourgeons sont souterrains, leurs tiges souterraines sont des rhizomes, des tubercules ou des bulbes (ex : crocus, orchidées, ...)
- les thérophytes ou plantes annuelles, sans bourgeon qui survivent à l'hiver sous forme de graines (ex. Mercuriale annuelle, bourse à pasteur, ...)

Il existe des plantes bisannuelles, qui sont hémicryptophytes ou géophytes la première année, puis thérophytes la seconde (ex : onagre bisannuelle).



Source : Gérard Vionnet, garde à la réserve naturelle nationale du lac de Remoray

Toutes ces adaptations des plantes à leur milieu environnant sont autant de pistes à suivre lors d'une sortie sur le terrain. Les expliquer permet de replacer les végétaux dans un ensemble plus vaste où elles ont réussi à trouver des conditions favorables à leur développement. Cela permet d'apercevoir l'étendue de leurs capacités et enfin de donner envie de mieux les connaître.

4.4.2) Interactions avec les animaux

4.4.2.1) Relations avec les insectes : pollinisation

La pollinisation ou comment se reproduire lorsque l'on est immobile

La pollinisation peut être définie par le transport des grains de pollen des étamines sur les stigmates à l'extrémité du pistil. Pour qu'il y ait reproduction il est nécessaire qu'il s'agisse du pollen et du pistil de plantes de la même espèce. Il existe différents transporteurs de pollen. Les plantes à fleurs anémogames sont pollinisées par le vent et sont à l'origine du fameux « rhume des foins ». Ce sont principalement des graminées, des arbres ou des arbustes. Les plantes zoogames sont pollinisées par les animaux. Dans certaines régions du monde il peut s'agir d'oiseaux ou de chauves-souris. En France, ce sont les insectes les plus importants ; on parle alors de pollinisation entomophile et de plantes entomogames. La pollinisation ne veut pas dire obligatoirement fécondation. En effet, de nombreuses espèces de plantes sont auto incompatibles (le grain de pollen et le gynécée d'un même individu sont incompatibles). On observe également, chez les plantes à fleurs, la mise en place de stratégies (ex : pollen et ovule disponibles à des périodes différentes, anatomie spécifique) favorisant la fécondation croisée ou allogamie. L'intervention des insectes pollinisateurs est un élément de cette stratégie qui permet le transport du pollen d'un individu vers un autre de la même espèce.

La fécondation croisée par l'intermédiaire des insectes pollinisateurs permet aux plantes d'assurer leur reproduction. Dans certains cas elle est même indispensable. La pollinisation entomophile est donc un élément très important pour le devenir de la majorité des angiospermes. C'est un facteur primordial pour le maintien de la diversité floristique dans la nature.

Près de 80 % des plantes sont pollinisées par les insectes qui constituent un élément clé de la biodiversité. En ce qui concerne notre alimentation, 70 % des plantes les plus cultivées dépendent des insectes et particulièrement des abeilles. Selon une évaluation récente, on estime que la valeur économique de la pollinisation s'élèverait à 153 milliards d'euros dans le monde. Nous avons donc tous un intérêt pour que ce service écologique reste gratuit. [14]

Spécialisation de cette relation plante / insecte

Il existe une relation privilégiée entre les plantes à fleurs et les insectes pollinisateurs. Son origine remonte à plus de 100 millions d'années, à l'ère secondaire, celle des dinosaures. Pour certains groupes de plantes, on observe actuellement une liaison très forte entre la stratégie de fécondation croisée et la morphologie et/ou le comportement de certains insectes pollinisateurs. On parle de coévolution. Cette notion est particulièrement importante à développer car elle parle vraiment au grand public et est une illustration très parlante de la place des végétaux dans un contexte plus large.

Adaptations des végétaux

Les insectes pollinisateurs sont à la recherche du nectar qui constitue leur ressource alimentaire. Dans une fleur, son accessibilité diffère, selon les familles, les genres et les espèces de plantes. Elles ont développé des stratégies pour attirer ces insectes : principalement par leurs couleurs, la forme de leur fleurs, leurs odeurs ou par leur période de floraison.

Les insectes pollinisateurs sont attirés par les couleurs. Les fleurs sont des taches colorées qui les orientent parmi le vert ambiant. Certaines couleurs sont invisibles à notre regard. Les insectes sont capables de voir dans l'ultraviolet mais ne peuvent pas voir dans le rouge. Cette caractéristique est «utilisée» par le marronnier. Les fleurs fraîchement écloses sont blanc crème avec des taches jaunes au centre qui orientent les insectes vers le nectar. Lorsque la fleur est fécondée, les taches deviennent rouges et le guide disparaît pour les pollinisateurs.

La morphologie des fleurs participe à la stratégie de pollinisation des plantes. Les glandes produisant le nectar sont le plus souvent situées au niveau de l'insertion des pétales, proche du réceptacle floral. Ils sont donc particulièrement difficiles à atteindre dans des fleurs tubulaires comme celles des œillets ou des stellaires, ou dans des fleurs plus complexes comme celles des trèfles, des aconits ou des linaires. Ceci permet à la fleur d'avoir une relation mutuelle plus forte avec certaines espèces. Le pollinisateur devra présenter des adaptations spécialisées pour atteindre le nectar difficilement accessible. Ces relations spécifiques diminuent l'apport de pollen venant d'autres espèces de plantes. Les pièces buccales des insectes floricoles ont des morphologies multiples. On observe chez les abeilles sauvages une variation de la longueur de la langue. Il existe des espèces à langues longues, notamment des bourdons, qui visitent les fleurs où le nectar est difficilement accessible et des espèces à langues courtes qui visitent les autres fleurs.

Les odeurs de la fleur jouent un rôle important. Elles renseignent notamment sur la quantité de nectar disponible. C'est le médiateur indispensable pour les fleurs comme le chèvrefeuille dont la pollinisation est principalement nocturne. Comme cela a déjà été vu précédemment, certaines orchidées diffusent des odeurs proches de certaines phéromones sexuelles d'insectes provoquant des pseudo-copulations.

Zoom sur la pollinisation des arums

La pollinisation est faite par de petites mouches qui sont attirées par des odeurs pestilentielles émises par le spadice.

Le premier soir, l'inflorescence s'ouvre et les fleurs femelles deviennent fonctionnelles. Une petite mouche femelle est attirée par une odeur d'excréments et d'urine émise par le spadice - odeur qui imite l'odeur de son site habituel de ponte. L'insecte descend dans la chambre où il se fait piéger pour 24 heures, les filaments l'empêchant de remonter.

L'après-midi du jour suivant, les stigmates des fleurs femelles se flétrissent et les anthères des fleurs mâles s'ouvrent pour libérer le pollen. Les filaments qui retenaient prisonnière la mouche flétrissent et permettent alors à l'insecte de s'échapper et de prendre en passant sur lui du pollen qui lui permettra d'aller féconder la prochaine inflorescence visitée.

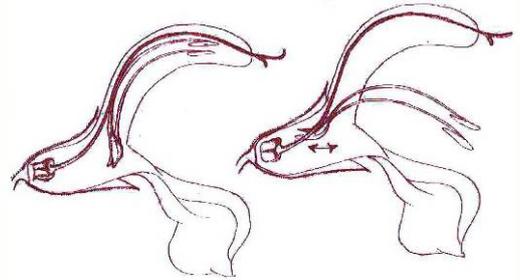


Source : wikipedia

Certains végétaux ont une période de floraison particulière et arrivent ainsi à attirer de nombreux pollinisateurs. C'est par exemple le cas des saules qui représentent la première grosse ressource trophique en pollen et en nectar au sortir de l'hiver. Ce sont ainsi des arbres très importants pour de nombreux insectes pollinisateurs qui sortent de la période hivernale. D'autres plantes (lamier pourpre, trèfle des prés, coronille bigarrée, anthyllide vulnéraire, ...) possèdent une longue période de floraison qui facilite le maintien des abeilles. Le lierre est, quant à lui, une plante importante avant l'arrivée de l'hiver. Les fleurs, présentes en septembre et octobre, constituent la plus importante ressource de nectar pour de nombreux insectes qui passent l'hiver à l'état adulte.

Zoom sur le système de levier et de contrepoids des sauges

Tout au fond de sa tente de soie violette, elle distille quelques gouttes de nectar ; c'est l'appât. Mais, barrant l'accès du liquide sucré, se dressent deux tiges parallèles, assez semblables aux arbres d'un pont-levis hollandais. Tout en haut de chaque tige se trouve une grosse ampoule, l'anthère, qui déborde de pollen ; en bas, deux ampoules plus petites servent de contrepoids. Quand l'abeille pénètre dans la fleur, pour atteindre le nectar, elle doit pousser de la tête les petites ampoules. Les deux tiges, qui pivotent sur un axe, basculent aussitôt, et les anthères supérieures viennent toucher les flancs de l'insecte qu'ils couvrent de poussière fécondante [7]



Source : Au pays de la sauge, Bernard Bertrand [7]

Adaptations des insectes

Chez de nombreuses espèces d'insectes, les adultes sont floricoles et se nourrissent de pollen et/ou de nectar. On distingue généralement quatre grands groupes d'insectes floricoles :

- les hyménoptères (abeilles, guêpes, ...) pour lesquels on observe plusieurs adaptations morphologiques notamment sur les pattes postérieures. Certaines familles ont leurs pattes arrières très élargies et abondamment velues, d'autres sont pourvues d'une corbeille à pollen entourée de poils ramifiés, ont une brosse ventrale de récolte, ou encore transportent pollen et nectar dans leur jabot. Un fait intéressant à relever est que certaines abeilles parasites ne sont pourvues d'aucun de ces attributs.
- les lépidoptères (papillons) sont généralement liés à une plante ou à un groupe de plantes appartenant à la même famille. Cela concerne surtout les espèces avec des fleurs tubulaires comme les caryophyllacées (œillets, silènes, stellaires, ...) ou les caprifoliacées (chèvrefeuilles, centranthes, scabieuses, ...). Les glandes à nectar de ces fleurs sont peu accessibles pour les autres butineurs. La trompe des papillons est un ensemble de pièces buccales extrêmement spécialisées pour la récolte du nectar. Au repos, elle est maintenue enroulée en spirale. Le long de la trompe de multiples petits muscles entraînent par contraction son déroulement. Au premier tiers de sa longueur, il existe des muscles particuliers qui permettent à la trompe de former un coude. Ainsi, un papillon est capable d'insérer sa trompe dans une fleur sous n'importe quel angle.
- les diptères (mouches, moustiques, ...) parmi lesquels seules les mouches sont floricoles et pollinisatrices. Certains sont équipés d'une longue trompe (10-12 mm) pour rechercher le nectar dans les corolles tubulaires profondes. Certaines fleurs attirent les espèces de diptères détritivores par une odeur particulière normalement synonyme de lieu de ponte. L'Orchis bouc attire ainsi diverses mouches. Les gouets en attirent eux aussi qu'ils piègent dans leurs fleurs.
- les coléoptères (scarabées, coccinelles, ...) sont souvent floricoles et s'alimentent de nectar et de grains de pollen. Le transport de pollen est en général assuré par la présence de nombreux poils au niveau des pièces buccales ou sur l'ensemble du corps. Les coléoptères de grande taille ou de taille moyenne recherchent les inflorescences larges comme les fleurs d'apiacées et les fleurs avec une large corolle, comme les rosacées. Ces fleurs permettent un « atterrissage » plus facile.

Tous les insectes floricoles ne sont pas des insectes pollinisateurs. Certaines espèces ont le corps très lisse et transportent très peu de pollen. C'est parmi les hyménoptères que l'on rencontre les champions du transport de pollen et de nombreuses études ont montré l'importance des abeilles. En montagne toutefois les diptères semblent jouer un grand rôle.

Toute cette partie a tenté de donner des pistes pour expliquer la relation qu'entretiennent les plantes avec les insectes qui leur permettent de se reproduire. Toutes ces adaptations réciproques entre eux et toutes ces stratégies employées par les plantes pour réussir leur reproduction sont une véritable mine d'or à utiliser pour raconter des histoires ludiques sur la botanique, méthode développée précédemment.

4.4.2.2) Relations avec leurs concurrents / prédateurs

Peu de personne imagine que les plantes interagissent entre elles, en particulier pour éliminer leurs concurrents, ni qu'elles aient la capacité de se défendre face à des prédateurs animal. Ces types d'interaction peuvent beaucoup surprendre et en même temps provoquer de l'intérêt pour ces techniques évoluées de défense.

Pour illustrer la possibilité qu'ont certaines plantes pour dissuader les autres végétaux environnants de coloniser leur espace proche, voici un exemple tiré de l'« Eloge de la plante » [6] :

On sait depuis très longtemps que le noyer empêche la croissance des plantes voisines dans un rayon de plusieurs mètres autour de sa base, jusqu'à 25 mètres dans le cas d'un gros arbre. Ses feuilles et ses rameaux fabriquent une toxine (juglone) qui est lessivée par la pluie, arrive au sol et bloque la germination des graines qui s'y trouvent, laissant au noyer la jouissance exclusive des ressources du site. On sait maintenant que de nombreuses plantes éliminent leurs compétiteurs comme le fait le noyer ; c'est ce que l'on appelle l'allélopathie.

Les plantes ont en effet la faculté de synthétiser de nombreuses molécules biochimiques. Celles-ci peuvent leur servir, comme dans l'exemple ci-dessus à repousser leurs concurrents mais c'est dans la dissuasion des prédateurs qu'elles en appellent le plus aux ressources de leur biochimie. L'exemple suivant est lui aussi tiré de l'« Eloge de la plante » [6] :

La résistance, à la fois farouche et empreinte d'altruisme, qu'opposent les acacias aux koudous (Tragelaphus strepsiceros) a été admirablement décrite par Van Hoven, de l'université de Pretoria. Les koudous sont de robustes gazelles qui se nourrissent des feuilles de l'acacia caffra, un arbre des savanes d'Afrique du Sud. Lorsqu'un koudou s'approche d'un acacia A et commence à en brouter les feuilles, tout va bien pour lui au début, il mange pendant quelques minutes, puis, bien avant d'être rassasié, il se détourne de l'acacia A, se dirige vers un acacia B appartenant à la même espèce et continue à s'alimenter au détriment de B. Pourquoi s'est-il détourné de A, alors qu'il avait encore faim ? Van Hoven a montré que les feuilles de A, en quelques minutes, étaient devenues astringentes et cessaient d'être comestibles pour les koudous. L'analyse des feuilles de A à cet instant révèlent qu'elles sont chargées en tannins, des composés phénoliques au goût astringent.

Van Hoven fait une autre observation extrêmement curieuse : l'acacia B n'est pas dans une situation quelconque par rapport à l'acacia A. Pour aller de A vers B, le koudou doit remonter le vent. L'analyse confirme que sous le vent de A, tous les acacias sont devenus astringent sans avoir été eux-mêmes attaqués ; et le koudou le sait. Il faut se rendre à l'évidence, l'arbre A a prévenu de l'arrivée du koudou tous les arbres situés sous le vent. Van Hoven montre que le message des acacias circule sous la forme d'éthylène, un gaz que les plantes produisent lorsqu'elles sont blessées et qui peut aussi jouer le rôle de substance de croissance. On comprend pourquoi les acacias situés sous le vent de A, faute d'avoir été prévenus, restent comestibles, au moins un temps, pour les koudous.

A ce stade, deux remarques s'imposent. La première est que les tannins ne sont pas un constituant chimique permanent des feuilles d'Acacia caffra ; il s'agit d'une défense induite par le prédateur lui-même. D'ailleurs, ces tannins vont lentement disparaître après le départ du koudou et, au bout de quelques jours, l'arbre redeviendra comestible.

On doit remarquer aussi que les koudous peuvent, sans inconvénient, adopter les acacias, comme nourriture ; la seule contrainte est de devoir, de temps à autre, changer d'arbre. La plante, et c'est là qu'apparaît son côté « altruiste », accepte d'être l'objet d'une prédation légère.

Ces relations inter-plantes ou entre les plantes et leurs prédateurs témoignent de l'ingéniosité qu'elles sont capables de mettre en place pour favoriser leur survie. Exposées au grand public, elles ne peuvent, encore une fois, que les inciter à changer leur point de vue sur les végétaux et les considérer dignes d'intérêt.

4.4.3) Les plantes dans le paysage

Une notion très simple à appréhender est la place des plantes dans les paysages. Elles participent fortement, avec la géologie du lieu, à créer les différents paysages rencontrés. Pour s'en convaincre, il suffit d'essayer de se représenter le paysage lors d'une sortie sans aucun végétal. Cela est également possible avec des photos, comme celles ci-dessous. Nous avons tous l'habitude de voir des végétaux partout et bien souvent sans leur prêter attention. L'exercice proposé permet de se rendre compte de l'importance qu'elles ont en réalité. Ce sont d'ailleurs dans certains biotopes, les plantes qui représentent l'élément dominant. C'est le cas par exemple des forêts.



Lors d'une sortie sur le terrain, il ne faut pas hésiter à s'arrêter, se positionner au ras du sol et regarder le paysage avec en premier plan les plantes environnantes. Le résultat est bien souvent très surprenant et ne peut que ravir les participants à la sortie.

C'est également l'occasion de regarder de près l'anatomie de quelques plantes. Bien souvent celles que l'on ne remarque même pas, à l'aide d'une simple loupe peuvent se révéler extrêmement belles. Peu de personnes ont de véritables connaissances en anatomie et montrer in situ par exemple les étamines avec ses anthères, le stigmate, le pistil, l'ovaire, le réceptacle, les pétales et les sépales permettra de montrer que cette reconnaissance n'est pas très compliquée et d'observer des éléments parfois très sophistiqués et bien souvent très jolis, comme par exemple les étamines de la molène noire.



Ces quelques suggestions permettent de mieux connaître les plantes, tant au plan microscopique, en observant attentivement leur structure, qu'au niveau macroscopique, en les situant dans le paysage.

5) Deux exemples de prestations lors de sorties en montagne avec un accompagnateur

D'après une étude menée par la Fédération des clubs CPN, les conditions nécessaires pour former de nouveaux naturalistes sont les suivantes :

- Ils doivent être jeunes.
- Ils doivent avoir accès à des livres qui parlent de la nature.
- Ils doivent rencontrer des naturalistes.

La troisième condition est particulièrement importante. Il faut des gens passionnés pour transmettre leur savoir ; et cela ne vaut pas seulement pour la botanique. Ceux-là seuls trouveront le ton juste qui fera passer le message. Les accompagnateurs en montagne en font partie. Nous faisons partie des naturalistes qui font de l'éducation à l'environnement et nous avons un rôle majeur à jouer, en particulier en milieu scolaire. Les sorties sur le terrain sont, de plus, le cœur de notre métier.

Cette section présentera deux produits différents, avec pour thème général la découverte de la botanique. Je ne les ai pas mis en œuvre durant mon stage mais je compte les utiliser dans le futur.

Pour toute sortie concernant les plantes sauvages, il est toujours utile de rappeler la législation concernant la protection de certaines plantes. En plus des réglementations spécifiques à certaines zones (parcs nationaux, réserves naturelles, ...), des listes d'espèces interdites de cueillette ou à la cueillette réglementée sont régulièrement définies, tant au plan national, que régional et local. Les sanctions encourues pour le non respect de la loi (jusqu'à un an d'emprisonnement et de 15 000 € d'amende - article L415-3 du code de l'environnement), une fois connues, sont suffisamment dissuasives pour être respectées. Avant d'utiliser des méthodes destructrices, il convient lors d'une détermination d'une espèce de se poser la question de sa protection

5.1) Sortie « orchidées sauvages »

Beaucoup de personnes connaissent la beauté des orchidées trouvées chez les fleuristes ou dans les magasins de jardinage, en particulier les *Phalaenopsis*. Néanmoins peu imaginent qu'il existe de nombreuses orchidées sauvages en France. Elles sont nettement plus petites mais possèdent exactement la même anatomie. Voici quelques pistes pouvant être suivies lors d'une sortie à leur découverte.



Phalaenopsis

Caractéristiques générales

Les orchidées (ou orchidacées) forment une grande famille de plantes monocotylédones. C'est une des familles les plus diversifiées, comptant plus de vingt-cinq mille espèces. Elle est largement répandue, surtout dans les régions tropicales. En France, il en existe environ 150 espèces différentes. Quant au Vercors, il en compte presque 80.

Bien qu'apparues avant l'Homme, les orchidées représentent le groupe évolutif de la flore le plus récent surtout si l'on compare avec les conifères ou les premières angiospermes. Cette famille est sans conteste l'une des plus belles et des plus foisonnantes réussites de l'évolution végétale récente.

Quant à l'origine du mot *Orchidée*, il vient du grec *orchis*, qui signifie testicule, en référence à la forme des tubercules souterrains de certaines espèces.

Une caractéristique importante de toutes les orchidées est leur vie en symbiose avec un champignon microscopique qui permet à la plante de pallier l'absence de toute réserve dans ses graines ainsi que

l'absence de radicelles au niveau de ses racines. C'est la raison pour laquelle il serait illusoire d'essayer de replanter une orchidée sauvage dans son jardin.

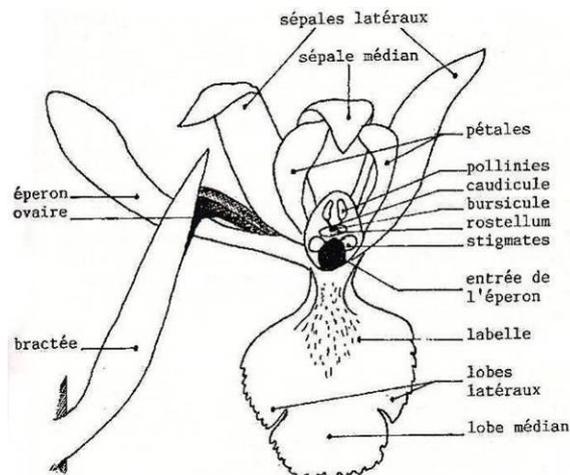
Anatomie d'une orchidée

Il est intéressant de commencer la sortie en présentant ce qu'est une orchidée : une plante à fleur, en général colorée, avec 6 pétales (en fait 6 tépales) et qui est irrégulière (zygomorphe). Un des pétales est nettement différent des autres, le labelle. Celui-ci est un grand critère de détermination, grâce à ses couleurs variées et à ses formes inattendues. Il peut être entier ou divisé par une ou plusieurs échancrures. Quant aux cinq autres tépales, pour certaines orchidées, ils sont rapprochés et forment une sorte de casque.

Cette définition permet de comparer l'anatomie d'une de nos orchidées sauvages avec celle d'un *Phalaenopsis* (à partir d'une photo par exemple) et de conclure à l'appartenance à la même famille. Normalement cette définition suffit à différencier les orchidées des plantes des autres familles. Néanmoins une erreur est toujours possible avec les lamiacées, les orobanchacées, ou encore les balsaminacées.

Peut ensuite venir une description plus approfondie de ses différents organes. Il est à noter que chaque fleur est insérée à la base d'une bractée, que l'ovaire est toujours infère et que, sauf pour la nigritelle, soit l'ovaire est tordu soit c'est le pédicelle qui l'est. Une différence notable entre nos orchidées sauvages est la présence ou non d'éperon nectarifère. Pour certaines orchidées, sa présence est délicate à diagnostiquer car il est de taille très réduite (quelques millimètres seulement). Excepté pour le sabot de Vénus, nos orchidées ont une seule étamine, soudé au style par son filet. Les grains de pollen forment une masse appelée pollinie, auquel se collent des gouttes visqueuses secrétées par des glandes spécifiques. Concernant l'inflorescence, il y a deux types : unique comme pour le sabot de Vénus, ou en épis, qui prend diverses formes : cylindrique, sphérique, pyramidal ou encore spiralé.

Il est intéressant de montrer ces différentes parties de l'anatomie des orchidées sur un spécimen sauvage.



Source : Clé d'identification illustrée des plantes sauvages de nos régions, Jeanne Covillot [7]

La reproduction sexuée : autofécondation et fécondation croisée

L'acte de reproduction consiste en la fécondation des ovules par les grains de pollen, ceux-ci étant issus des pollinies et devant aboutir sur les stigmates. Selon que la plante se féconde elle-même ou qu'elle en féconde une autre par l'intermédiaire des insectes on parlera d'autofécondation (ou autogamie) ou de fécondation croisée.

L'autogamie est assez fréquente chez certaines Orchidées. Les fleurs étant hermaphrodites, il y a à proximité des organes mâles et femelles. L'autogamie a ses avantages : devant la faible disponibilité des pollinisateurs, des conditions climatiques défavorables ou devant un habitat peu propice aux insectes. Elle affranchit la plante de la dépendance vis à vis des pollinisateurs. C'est de plus beaucoup plus économique car nectar et autres artifices d'attraction coûteux en énergie ne sont plus nécessaires. Dans certains cas, la fleur peut même s'autoféconder à l'intérieur du bouton floral sans même s'épanouir comme le pratique la Limodore dont le pied présente souvent des fleurs restant fermées. Cependant les individus issus de cette façon sont tous identiques et la nature n'apprécie guère ces rapports consanguins qui finissent par affaiblir l'espèce, limiter son évolution ou provoquer un amoindrissement de la fertilité.



Limodore à feuilles avortées

La plupart des orchidées sont entomogames (fécondation assurée par les insectes). Une grande partie d'entre elles montrent des relations de dépendance étroite avec des insectes pollinisateurs spécifiques. C'est Darwin le premier à découvrir le lien fantastique qui existe entre la fleur et l'insecte.

Le plus souvent les orchidées attirent l'insecte par son nectar. Pour une espèce donnée, la taille et la longueur de l'épéron correspondent à un type d'insecte. Ainsi, l'orchis mouche ou les platanthères qui ont un épéron très long ne peuvent être fécondées que par un papillon, seul insecte à disposer d'une trompe assez longue.



Platanthère à deux feuilles

La spécificité étroite entre la plante et l'insecte est poussée à l'extrême chez les orchidées du genre *Ophrys* qui ne produisent pas de nectar (et n'ont donc pas d'épéron), mais sont pollinisées par des mâles d'abeilles solitaires dont elles imitent la phéromone sexuelle. Ce stimuli olfactif est le plus important. Attirés par ce « leurre sexuel », les mâles sont ensuite guidés jusqu'au labelle de la fleur, grâce à son apparence qui mime l'insecte femelle. Faisant suite à ce stimuli visuel, intervient alors le stimuli tactile : le labelle dispose de la texture adéquate (souvent grâce à la présence de poils) et a une consistance chitineuse comme celle des insectes. Très excités, les mâles tentent de s'accoupler, frôlent les pollinies de l'orchidée, puis repartent avec des grains de pollens collés sur la tête. Le même comportement répété sur d'autres fleurs assure ainsi la pollinisation de ces orchidées. Il y a eu au cours de milliers d'années une coévolution mutuelle entre l'insecte et la fleur et le labelle, chargé de guider le pollinisateur pour arriver à un tel résultat. Pour certaines espèces, si la fécondation par un insecte n'est pas réalisée, l'autopollinisation devient possible par un changement de courbure du filet qui va permettre au pollen d'atteindre les stigmates.



Ophrys abeille



Ophrys araignée



Ophrys mouche



Ophrys bourdon

Le degré d'imitation de l'aspect de la femelle est remarquable. Dans le cas de l'*Ophrys apifera*, on observe la tête, le thorax et l'abdomen mais aussi antennes, yeux, duvet, couleur. Les sépales latéraux étalés nervurés simulent, quant à eux, deux ailes déployées.

Hybridations

L'hybridation entre espèces proches est un phénomène fréquent pour de nombreuses orchidées, et complique leur identification. Pour que l'hybridation soit possible il faut également que les fleurs ne soient pas isolées du fait de leur substrat (acide ou alcalin) ou du décalage de leur floraison. Ce qui frappe lorsque l'on observe un hybride ce sont les caractères mélangés des deux parents d'ailleurs souvent présents non loin. Un croisement fréquent est celui de *Orchis militaris* × *Orchis purpurea*.

Les hybrides s'ils sont viables, ce qui n'est pas évident, sont en général stériles ou finissent par être absorbés par les caractères des parents. Mais l'hybridation a une très grande importance dans la genèse d'orchidées nouvelles car il semble que plusieurs espèces, bien établies aujourd'hui, aient été à une époque lointaine de simples hybrides qui se sont trouvés ensuite séparés de leurs parents par des modifications climatiques ou géographiques et ont continué à évoluer isolément.

Quelques orchidées indigènes remarquables



Certaines orchidées sont saprophytes. Elles tirent leur nourriture de la matière en décomposition et non de la photosynthèse. Elles font ainsi partie des plantes hétérotrophes à l'opposé des plantes autotrophes qui sont capables de tirer seules leur nourriture par la photosynthèse et l'absorption racinaire. Elles ne sont pas parasites (un parasite agresse une plante en l'épuisant jusqu'à la faire périr en puisant la sève de ses vaisseaux) et vivent à proximité d'essences bien définies (souvent le hêtre ou le pin). Comme elles ne contiennent pas de chlorophylle, elles ne sont pas vertes. Les feuilles sont réduites à de petites écailles d'une jolie couleur roussâtre ou violette. Les plus courantes sont la limodore à feuilles avortées et la néottie nid d'oiseau (qui tient son nom de ses racines pouvant former une pelote serrée en forme de nid).



La nigritelle, ou orchis vanille, quant à elle, ayant un pédicelle et un ovaire non tordus, à un labelle placé en haut, contrairement à toutes nos autres orchidées sauvages. Ce labelle est entier, sans lobe marqué. Comme son nom l'indique, elle possède une forte odeur de vanille.



La plus emblématique de nos orchidées sauvages, le sabot de Vénus, au nom latin bien compliqué, *Cypripedium calceolus*, est également la plus grande. Ses fleurs atteignent les 5 centimètres. Bien qu'abondante dans certaines stations, elle est assez rare et se rencontre dans les forêts de feuillus, sur sol calcaire. Le labelle, en forme de sabot émet une odeur qui attire de petits insectes qui finissent par tomber au fond. Les parois glissantes du labelle les empêchent de remonter, sauf en un secteur tapissé de poils facilitant l'escalade. Pour les orienter, la paroi du labelle est affinée en deux endroits et laisse passer la lumière, à la manière de deux fenêtres. Les insectes qui veulent ressortir sont obligés de passer entre le bord du labelle et les deux étamines, recueillant un peu de pollen au passage.

Enfin, quelques orchidées, souvent méconnues, ont des silhouettes nous rappelant de vagues souvenirs, tels l'*Aceras anthropophorum*, l'*Orchis simia* et l'*Orchis militaris*, ci-dessous :



Menaces et causes de régression

De lourdes menaces pèsent sur ces plantes et de nombreuses stations n'existent déjà plus. Les origines sont de plusieurs ordres :

- Les causes naturelles : modification du climat local (température, humidité) et recolonisation d'autres végétaux.
- Les causes d'origine humaine (liées à l'agriculture, à l'industrie et à la démographie) : extension des surfaces agricoles, utilisation abusive d'engrais, de produits chimiques (insecticides et pesticides), destruction de haies, fauchage des bords de route lors de la floraison, captage des eaux de ruissellement, assèchement des marais, aménagements locaux (routes, autoroute, résidences secondaires), pollution par rejets domestiques, surfréquentation touristique et enfin cueillette et arrachage qui, hélas, se voient encore ...

Conclusion

Comme nous venons de le voir, de nombreuses pistes permettent d'aborder la famille des orchidées. Toutes ne doivent pas être abordées au cours d'une même séance, mais plutôt choisies en fonction de l'endroit et des orchidées rencontrés. Il est à noter que de nombreux autres thèmes relatifs aux orchidées existent telle que leur répartition en fonction de l'habitat naturel (talus et bords de route, prairies et pelouses de basse et moyenne altitude, lisières de forêts et friches, bois et forêts clairs, pelouses de haute altitude, bois et forêts denses et milieux humides).

De nombreux endroits permettent d'effectuer une telle sortie. Le sentier de randonnée traversant le bois de Malbouchet, à Brié-et-Angonnes, par exemple, traverse de nombreux milieux, hébergeant de nombreux habitats variés. Au printemps, au cours d'une simple ballade de quelques heures, il est aisé de croiser plus d'une vingtaine d'espèces d'orchidées différentes. La saison compte également beaucoup.

5.2) Sortie « évolution des plantes »

La présentation des adaptations des plantes qui sont apparues au cours de l'évolution peut être un autre type de sortie. De nombreux changements peuvent être remarqués et expliqués assez facilement, sans forcément rentrer dans des détails trop techniques. La connaissance des grandes tendances évolutives facilitera l'acquisition des caractères communs aux plantes d'une même famille. Une observation attentive de la flore permettra ainsi d'appréhender la place qu'occupe chaque famille dans l'évolution du monde végétal. Une telle sortie peut être guidée par les espèces rencontrées sur le terrain, après un repérage préalable afin de localiser les endroits les plus propices. Quant à la pédagogie utilisée, c'est la technique participative du public qui sera recherchée. Voici donc quelques exemples d'adaptations faciles à mettre en évidence lors d'une sortie dans la nature.

L'évolution va des plantes aquatiques vers les plantes terrestres. La comparaison entre une mousse et une plante vasculaire permet de montrer l'intérêt des vaisseaux dans les plantes, qui peuvent alors plus facilement aller chercher l'eau à distance, ce qui leur permet de s'adapter à des milieux pauvres.

Concernant le mode de reproduction, l'évolution va des plantes à spores (pour les lycopodes, les fougères et les prêles) aux plantes à graines tels les conifères puis aux plantes à fleurs. Cela peut être vu comme une transition entre la reproduction utilisant encore le milieu aquatique vers celle s'en affranchissant, en utilisant soit le vent soit l'aide des insectes. Un indice facile à identifier pour savoir si la pollinisation d'une plante est anémophile (faite par le vent) est sa couleur. En effet, il est nécessaire d'être coloré uniquement dans le but d'attirer les insectes. Dans le cas contraire par contre il est vital de produire une plus grande quantité de pollen, pour avoir une chance d'obtenir la pollinisation, l'usage du vent étant plutôt hasardeux.

L'évolution vers la pollinisation entomophile est une étape cruciale de l'évolution. « La plus belle histoire des plantes » [5] la décrit : *La situation change complètement au début du Crétacé, avec l'apparition des angiospermes ou plantes à fruits – vigne et olivier, baobab et pois de senteur. On voit se développer des relations d'étroite collaboration entre les plantes et les animaux, les premières apportant les ressources de leur biochimie, les seconds leur mobilité. La plante offre à l'animal un parfum qui le séduit, des couleurs et des formes qui l'attirent, des aliments sucrés dont il se nourrit ; en retour, un premier groupe d'animaux – abeille ou colibri, papillon ou chauve-souris – transporte le pollen, ce qui permet à la plante d'assurer sa sexualité, et un deuxième groupe d'animaux – fourmi ou étourneau, tamarin ou chauve-souris - disperse les graines, ce qui correspond, pour la plante, à une extension de son territoire. A partir du Crétacé, la coopération plantes-animaux se développe avec vigueur, au point que l'avènement de ces relations d'entraide se confond avec celui des angiospermes elles-mêmes, dont la suprématie actuelle démontre le succès de cette mise en commun des compétences.*

Pour autant, les relations conflictuelles de prédation et d'herbivorie ne cessent pas, mais ce sont souvent des groupes zoologiques différents qui assurent la prédation et l'entraide : des chenilles broutent les feuilles, des abeilles pollinisent les fleurs et des oiseaux, en mangeant les fruits, disséminent la plante.

Quant à la forme de la fleur, l'évolution va d'une fleur régulière (dite actinomorphe à symétrie axiale) vers une fleur irrégulière (dite zygomorphe le plus souvent à symétrie bilatérale).

Concernant la position de l'ovaire par rapport au périanthe, l'évolution a tendance à augmenter les protections de l'ovaire, donc en allant de l'ovaire supère placé à l'intérieur de la corolle, au dessus du périanthe, vers l'ovaire infère placé en dessous du réceptacle. Ainsi les fleurs partagent avec les animaux et les hommes l'ultime obsession de se protéger pour se reproduire (placer la fragile cellule femelle en lieu sûr) et de se reproduire pour se perpétuer. L'observation d'une fleur de pommier, puis la connaissance du fruit parle à la plupart des gens et permet dans un exemple connu de tous de bien montrer le caractère infère de l'ovaire.



Milieu aquatique nécessaire pour se reproduire



Pollinisation anémophile



Pollinisation entomophile

Ces quelques exemples d'évolutions des plantes permettent de construire une sortie pendant laquelle les participants peuvent appréhender les plantes sous un angle nouveau, qui leur permettra de les voir ensuite sûrement différemment.

6) Conclusion

Au terme de cette partie, nous avons pu montrer que la botanique n'attirait pas l'attention qu'elle mérite auprès du grand public puis nous avons dégagé les principales causes de ce désintérêt. Nous avons ensuite proposé des pistes pour la réhabiliter : en leur redonnant leur utilité dans notre univers humain, en facilitant leur connaissance par une approche ludique et enfin en les replaçant dans leur environnement. Ces différentes approches ne sont pas incompatibles mais sont à utiliser de façon « croisée ». Il est par exemple intéressant de narrer des anecdotes sur l'utilité des plantes ou encore de présenter certains aspects de la pollinisation entomophile, en faisant participer activement le public.

De nombreuses pistes ont été suivies mais il en reste bien d'autres. Le but est de les amener à s'intéresser à la botanique, bien souvent par des moyens détournés : en leur faisant découvrir des plantes culinaires ou médicinales, en racontant des us et coutumes à propos des végétaux, en leur faisant toucher, sentir, observer la beauté des plantes, en leur contant des légendes, des proverbes ou encore des anecdotes sur les relations qu'entretiennent les insectes et les plantes depuis des millions d'années, ... Ces différents sujets sont à choisir en fonction du type de public (enfants, retraités, groupe hétérogène, ...) et de leur connaissances préalables afin de permettre la meilleure adéquation possible en l'apport de connaissance et leur attente.

Les deux exemples de sorties sur des thèmes botaniques, quant à eux, montrent l'étendue des possibilités offertes par ce sujet et peuvent être un bon point d'entrée pour susciter des vocations. Je compte les mettre en œuvre dès cet été. Un autre axe que j'aimerais également développer est la participation à la création d'un sentier botanique, favorisant lui aussi les découvertes botaniques.

Annexe 1 : Formation du Pétrole

Le pétrole est un produit de l'histoire géologique d'une région, et particulièrement de la succession de trois conditions :

- **L'accumulation de matière organique, végétale essentiellement.** En règle générale, la biosphère recycle la quasi-totalité des sous-produits et débris. Cependant, une petite minorité de la matière « morte » peut s'accumuler par gravité et s'enfouir au sein de la matière minérale. Ce phénomène concerne des environnements particuliers, tels que les endroits confinés (lagunes, deltas...), surtout en milieu tropical et lors de périodes de réchauffement climatique intense (comme le silurien, le jurassique et le crétacé).
- **Sa maturation en hydrocarbures.** Au fur et à mesure que des couches de sédiments se déposent au-dessus de cette strate riche en matières organiques, la masse minérale croît en température et en pression. Dans ces conditions, la matière organique se décompose en substances plus simples : les hydrocarbures dont une grande partie de kérogène, un « extrait sec » disséminé dans la roche sous forme de petits grumeaux. Le kérogène produit du pétrole et/ou du « gaz naturel », qui sont des matières plus riches en hydrogène, selon sa composition et les conditions d'enfouissement.
- **Son emprisonnement.** Le pétrole, d'une densité plus faible que la roche environnante, cherche naturellement à remonter vers la surface par les pores de la roche. Parfois, il remonte à la surface et s'échappe sous forme de suintements de bitume. Toutefois, en mains endroits, des couches imperméables de roche (composées d'argile, de schiste et de gypse) arrêtent la progression du pétrole. Et quand il ne peut s'échapper latéralement le pétrole s'y accumule. Ces formations géologiques s'appellent des pièges à pétrole. Il en existe de plusieurs types. Les plus grands gisements sont en général logés dans des pièges anticlinaux.

Le plus grand réservoir connu de pétrole, à Ghawar en Arabie saoudite, contient environ 11 130 milliards de litres extractibles et la production mondiale est de 12,9 milliards de litres, par jour.

Annexe 2 : Règles à respecter pour une cueillette

Il est nécessaire de rappeler quelques règles élémentaires s'imposant lors d'une cueillette pour respecter la flore récoltée :

- Avant tout ramassage, s'informer du degré de protection des plantes (en fonction de l'espèce et du lieu de récolte) et/ou des quantités autorisées pour le prélèvement.
- Ne pas cueillir la totalité d'une production, laisser sur place au moins 2/3 des plants.
- Ne pas cueillir toutes les feuilles d'un végétal mais en prendre quelques unes sur chaque plant. La plante a besoin de photosynthèse pour se renouveler.
- Ne pas déraciner une plante, à moins de vouloir utiliser spécifiquement la partie souterraine ; le faire uniquement pour les espèces répandues et localement abondantes.
- Ne pas cueillir toutes les fleurs et les graines d'une plante annuelle, elle en a besoin pour se reproduire l'année d'après.
- Ne pas cueillir les plantes isolées ou les espèces présentes en haute montagne.
- Les baies et les noix sont en saison la nourriture principale d'animaux sauvages tels que les oiseaux ou les écureuils, ne pas oublier de leur en laisser.
- Laisser les plantes toxiques en place, elles contribuent à l'écosystème.
- Ne cueillir que ce dont on a besoin, afin de ne pas jeter le superflu après la sortie

Il convient également de prendre des précautions pour se préserver d'effets indésirables :

- Ne cueillir que les plantes que l'on connaît avec certitude.
- Apprendre à reconnaître les plantes toxiques. Elles sont peu nombreuses et facilement reconnaissables.
- Choisir des plantes sauvages qui poussent loin des zones cultivées, des routes très passantes (pollution), des lieux fréquentés par les chiens ou les chats. Certaines plantes tout à fait comestibles peuvent devenir dangereuses à cause de parasites tels que la douve du foie (rencontré souvent dans le cresson sauvage) ou l'échinococcose (transmis par les selles des chiens et des renards). Pour les fleurs sauvages consommées crues, cueillir celles situées en hauteur des fossés, là où les renards ou les chiens ne peuvent accéder. Enfin, cuire les baies, fruits et végétaux reste une bonne mesure de prévention.
- Prendre garde aux espèces pouvant entraîner des allergies.
- Tenir compte de la saison car il y a des périodes plus propices au ramassage pour chaque plante.

Annexe 3 : Jeu « Questions pour des champions »

Ce jeu a été effectué à la sortie « Découverte de la forêt des Coulmes » pour les 7/9 ans.

Règle du jeu :

- Constituer 2 équipes. Choisir un thème : exemple « un arbre »
- A chaque indice, l'équipe ne peut répondre qu'une seule fois
- Donner un premier indice à « 5 points ». Exemple : « je pousse en montagne »
- Les membres de chaque équipe se concertent.
- Si l'équipe pense avoir trouvé, son porte parole lève le doigt.
- Le premier des 2 porte-parole à avoir levé le doigt répond en premier. Si sa réponse est juste, l'équipe marque 5 points (idem si c'est le second porte parole qui a la réponse juste).
- En cas de réponse fautive, ce sera à l'équipe adverse d'avoir la priorité pour répondre lors du deuxième indice (si les 2 équipes ont répondu faux, ce sera la règle du premier doigt levé qui s'appliquera).

Au deuxième indice, même processus mais cette fois la réponse ne rapportera plus que 4 points.
Exemple : « je suis toujours vert » ...

Exemple avec pour réponse « le sapin » :

Points	Niveau facile	Niveau moyen	Niveau difficile
5 points	Je pousse en montagne	Je pousse en montagne	J'ai besoin d'humidité
4 points	Je suis toujours vert	Je vis souvent associé au hêtre	Je pousse en montagne
3 points	Mes cônes sont dressés	Je porte des cônes	Je présente des chandelles
2 points	Mon nom est très commun	Mes cônes sont dressés	Je vis souvent associé au hêtre
1 point	On parle de moi à Noël	On parle de moi à Noël	Mes cônes sont dressés