

## Université des Lycéens

« Les plantes, des usines chimiques en miniature »

**Mardi 21 octobre 2003**

**Lycée d'accueil : Lycée International de Colomiers (31)**

**avec**

- **Alain-Michel Boudet, professeur de biologie végétale à l'Université Paul-Sabatier ;**
- **Bruno David, directeur de recherche au sein du Groupe pharmaceutique Pierre Fabre.**

## **Alain-Michel BOUDET et Bruno DAVID**

**Alain-Michel Boudet** est professeur de biologie végétale à l'Université Paul-Sabatier, ancien directeur de l'Institut Fédératif de Recherche « Signalisation cellulaire et biotechnologie végétale », membre de l'Institut Universitaire de France.

Le professeur A.M. Boudet travaille au sein d'un département qui se consacre à l'étude des signaux et des messages moléculaires que produisent les végétaux dès lors qu'ils sont face à des changements – températures, sécheresse, lumière – ou des agressions – attaque de maladies, de parasites, d'insectes. Ces études visent à mieux comprendre ces mécanismes de défense et d'adaptation, pour pouvoir notamment améliorer leurs capacités de résistance. Les applications de ces travaux de recherche permettent au secteur agricole de bénéficier de plantes moins fragiles, qui réagissent mieux aux variations de leur environnement, utilisent de manière plus profitable les ressources en eau ou les nutriments minéraux ou encore qui sont moins vulnérables aux maladies. Par ailleurs, ces recherches ont pour objectif de mieux utiliser les défenses biologiques de la plante, ce qui permet de limiter l'ajout de produits tels que les engrais ou les pesticides.

**Alain-Michel Boudet** est, par ailleurs, spécialiste de la connaissance d'une substance appelée « lignine » qui, avec la cellulose, forme les parois qui entourent les cellules végétales de certaines plantes, dont les arbres. Ses travaux consistent à connaître les gènes responsables de la production de la lignine, afin de pouvoir augmenter cette teneur (par exemple pour renforcer le bois ou améliorer sa qualité énergétique) ou au contraire la diminuer (pour faciliter la transformation du bois en papier, ou pour améliorer la digestibilité des fourrages pour les ruminants).

**Bruno David** est directeur de recherche au sein du Groupe pharmaceutique Pierre Fabre, spécialisé dans la chimie des plantes et la recherche de substances naturelles.

Le Groupe Pierre Fabre, dont le siège est implanté dans la région (à Castres), est le 2<sup>e</sup> laboratoire pharmaceutique indépendant de France. Il a des filiales dans toute l'Europe ainsi qu'en Afrique, en Amérique du Sud et dans les pays de l'Est, soit 130 pays au total.

Il compte environ 8 700 salariés.

Ce groupe développe des cosmétiques, mais aussi de nouveaux médicaments, principalement dans les domaines de la lutte contre le cancer et des maladies cardio-vasculaires. En Midi-Pyrénées, le Groupe Pierre Fabre dispose de plusieurs sites (le siège à Castres, mais aussi Labège et Ramonville).

Bruno David est chercheur dans l'un de ces sites, plus exactement au Centre de Recherche sur les Substances Naturelles, installé à Ramonville. Son rôle : diriger le département de phytochimie (de phyto = plantes). En clair, il s'agit de l'étude de la chimie des plantes, pour trouver, parmi des substances fabriquées par les plantes, celles qui ont un intérêt pharmaceutique, et identifier les molécules actives.

## Quelques repères sur les substances naturelles végétales et l'industrie pharmaceutique

Les végétaux ont toujours été employés par l'homme pour se soigner. Certaines plantes médicinales sont ainsi identifiées depuis l'Antiquité. C'est le cas notamment du pavot, dont les substances actives atténuent la toux, la douleur, et favorisent le sommeil.

Le Grec Claude Galien étudie ainsi les plantes médicinales, d'où le nom de « pharmacie galénique ». À la Renaissance, le médecin Paracelse et divers botanistes font progresser la connaissance des plantes. Répertoirees par genre et classées, elles font l'objet de la création de nombreux jardins botaniques, d'autant que les grandes découvertes maritimes favorisent la découverte et l'échange de plantes « exotiques ».

C'est au XIX<sup>e</sup> que les chimistes découvrent les principes actifs de nombreuses plantes. Naît d'abord la chimie dite d'extraction, qui permet d'obtenir ces principes actifs issus des plantes, puis la chimie de synthèse qui vise à reproduire, à reconstituer ces principes végétaux en prenant modèle sur la plante.

Les substances végétales actives, présentes à faible dose dans les plantes, peuvent jouer différents rôles : se défendre contre les insectes, les bactéries ou les champignons, favoriser leur croissance, améliorer leurs échanges avec le milieu environnant... On distingue notamment :

-Les alcaloïdes, qui sont des substances azotées. Très toxiques à forte dose, ils peuvent agir sur le système nerveux (effet sédatif ou hallucinogène), le système circulatoire et l'appareil respiratoire. Parmi les alcaloïdes, citons la codéine et la morphine, tirées du pavot, la quinine tirée de l'écorce de quinquina, la nicotine issue du tabac...

-Les hétérosides, qui sont des substances glucidiques composées d'un ou plusieurs sucres, et d'une partie non glucidique : des phénols, des alcools... Ils ont des propriétés cardiotoniques (la digitaline, extraite de la digitale), laxatives, anti-fièvre et anti-inflammatoire (la salicyline, ancêtre de l'aspirine, est issu de l'écorce de saule).

-Les huiles essentielles : mélanges odorants et volatils, obtenus par extraction à la vapeur. Elles ont des propriétés antiseptiques pour les poumons (eucalyptus), dépuratives ou cicatrisantes (lavande).

-Les antibiotiques : substances empêchant le développement des micro-organismes. Ainsi, la pénicilline est obtenue à partir d'un champignon.

## Quelques ressources documentaires

### Les plantes, « comment ça marche ? »

- ARNAUD, Paul. *Si la chimie m'était contée*. Belin, 2002 ; coll. Pour la science. Un tour d'horizon complet de la chimie dans un langage accessible. On lira en particulier les chapitres consacrés au végétal.
- BONNEMAIN, Jean-Louis, DUMAS, Christian. *La biologie végétale*. PUF, 1998 ;  
Que sais-je ?  
Les grandes étapes du développement et du cycle de reproduction des plantes supérieures, les éléments qui ont permis la colonisation de la Terre, les développements récents des biotechnologies.
- HALLE, Francis. *Éloge de la plante : pour une nouvelle biologie*. Seuil, 1999.  
L'auteur dresse un plaidoyer pour les plantes : leurs cellules sont capables de toutes les fonctions animales, en plus de la photosynthèse. Nous ne pourrions pas vivre sans les plantes, alors qu'elles peuvent se passer de nous.
- MATHIS, Paul. *Pourquoi les feuilles sont-elles vertes ?* Le Pommier, 2003.  
Si les feuilles sont vertes, est-ce nécessité biologique liée au processus de la photosynthèse? Mais alors comment expliquer les couleurs de l'automne ? L'auteur tente de répondre à de nombreuses questions.

### Sur la toile

- *Physiologie végétale*  
<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/sommaires/pv.htm>  
Croissance de la cellule végétale, de certains organes, photosynthèse... le monde complexe du fonctionnement des végétaux et de leurs cellules.
- *La photosynthèse*  
[http://fr.encyclopedia.yahoo.com/articles/so/so\\_1247\\_p0.html](http://fr.encyclopedia.yahoo.com/articles/so/so_1247_p0.html)  
Un article complet sur la photosynthèse dans l'Encyclopédie Yahoo : mécanisme général, historique de la découverte, localisation dans les plantes, adaptations particulières.

### Les plantes et la santé

- CHAST, François. *Histoire contemporaine des médicaments*. La Découverte, 2002  
L'origine des principaux médicaments que nous utilisons aujourd'hui et la place de la chimie dans l'élaboration des nouveaux produits.
- HOSTESTTMANN, Kurt. *Tout savoir sur le pouvoir des plantes, sources de médicaments*. Favre, 1997.  
L'histoire des plantes médicinales, leur utilisation dans la fabrication des remèdes, les dangers qu'elles peuvent aussi représenter. Photographies des principales plantes étudiées.
- HOSTESTTMANN, Kurt. *Tout savoir sur les plantes qui deviennent des drogues*. Favre, 2002  
Une somme historique, scientifique et sociologique de l'utilisation des plantes comme drogue ; une mise au point des dangers qu'elles peuvent représenter.

### Sur la toile

- *Plantes toxiques, plantes médicinales et phytothérapie*  
<http://www.pharmacorama.com/ezine/plantes.php>  
Une interview de Jean Bruneton, auteur de Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Lavoisier, 1999.

- *Plantes et médecine*  
<http://www.phytomania.com/>  
Les possibilités thérapeutiques des plantes et de leurs extraits : informations botaniques, pharmacologiques et médicales sur une quarantaine de plantes.

### L'aspirine

- PERRIN, Louis-François, LAURENT, Philippe. *L'aspirine*. Ellipses, 1991  
Une monographie sur ce médicament : sa découverte, sa composition, ses multiples utilisations.

#### Sur la toile :

- *L'aspirine*  
<http://www.histoire-medecine.com/aspirine.htm>  
Histoire de l'aspirine, utilité et contre-indications, biochimie, consommation dans le monde.
- MARCHAL, Émilie. *L'aspirine, un comprimé de chimie*  
<http://www.ac-nancy-metz.fr/Pres-etab/varoq/ASPIRINE/ASPI3.HTM>  
Un dossier sur ce médicament-miracle : les origines de l'aspirine, la synthèse industrielle, la synthèse au laboratoire, son mode d'action, les différentes formulations...  
N.B. : Ces travaux ont été réalisés par des élèves de terminales à la suite d'une exposition du Palais de la découverte qui a fait l'objet d'un cédérom de même intitulé.

### Le curare

#### Sur la toile :

- *Les curares*  
<http://perso.wanadoo.fr/bruno.ciccone/curares.htm>  
Une étude de ces substances, des premières observations faites par les conquistadors aux thérapeutiques modernes.

### La morphine

#### Sur la toile :

- HAMMOND, Constance, TERNAUX, Jean-Pierre. *Les substances chimiques qui contrôlent la douleur : les morphiniques*  
<http://www.inrp.fr/Acces/biotic/neuro/douleur/html/morphine.htm#morphine>  
La morphine et ses dérivés : structures, action sur le système nerveux, récepteurs, utilisation, effets secondaires.
- *Morphine et héroïne*  
<http://www.users.imagnet.fr/~pol/8morph&h.htm#Nature%20et>  
L'origine, la composition chimique, les effets physiologiques de ces deux substances.

### La pénicilline

#### Sur la toile :

- GUERIN, Alexandre. *D'où vient la pénicilline*  
<http://www.cybersciences.com/Cyber/2.0/Q2228.asp>  
Comment Alexander Fleming, Howard Florey et Ernst Chain ont découvert la pénicilline.
- *La pénicilline*  
<http://pages.infinit.net/marct/penici.htm>  
Alexander Fleming découvre la pénicilline.
- *Mais aussi ... Le futur des pissenlits*  
<http://www.cybersciences.com/cyber/3.0/n938.asp>  
« La petite fleur jaune qui pousse sur le bord des autoroutes préservera peut-être un jour l'humanité de graves maladies... »

## Les plantes et l'industrie

### Sur la toile :

- BOUDET, Alain-Michel. *L'usine chimique végétale* : conférence du 9 janvier 2000, Université de tous les savoirs.  
<http://www.astrobgs.dyndns.org/astro2/utls1/4diversite.htm>  
« Les végétaux chlorophylliens présentent collectivement une remarquable aptitude à synthétiser des dizaines de milliers de molécules différentes... ». Explication de ces phénomènes, exploitations industrielles.
- BOUDET, Alain-Michel. *Plantes transgéniques : productions végétales à usage industriel*  
<http://www.cnrs.fr/SDV/boudetpl.html>  
Pâte à papier, huiles industrielles, matières plastiques... les plantes transgéniques ouvrent des pistes prometteuses.
- LEBRUN, Michel. *Les implications des industries dans le développement des plantes transgéniques*  
<http://www.cnrs.fr/SDV/lebrun.html>  
L'enjeu des plantes transgéniques dans l'industrie : l'auteur donne un avis personnel étayé par des connaissances scientifiques.
- *L'avenir s'ouvre aux plantes-usines*  
[http://www.infoscience.fr/articles/articles\\_aff.php3?Ref=297](http://www.infoscience.fr/articles/articles_aff.php3?Ref=297)  
Comment deux plantes génétiquement modifiées peuvent produire du plastique biodégradable.

### Les biocarburants

#### Sur la toile :

- *Les biocarburants*  
<http://perso.wanadoo.fr/hespul/biocarburant.html>  
Une énergie renouvelable ; principe de fonctionnement ; utilisations ; avantages et inconvénients.
- *Les huiles végétales, substitut du pétrole ?*  
<http://www.lesverts-lorraine.org/articles/vl10huile.htm>  
Un argumentaire pour utiliser les huiles végétales comme carburant pour les véhicules diesel.

### Le caoutchouc

- SERIER, Jean-Baptiste, DIEZ, Antoinette, VAN DYK, Anne. *Histoire illustrée du caoutchouc*. CIRAD, 1993  
L'aventure du caoutchouc présentée comme un roman, sous ses aspects botanique, agronomique, physico-chimique, industriel, économique et humain.

#### Sur la toile :

- *La grande saga du caoutchouc*  
<http://www.lecaoutchouc.com/fr/mon/mon01.asp>  
De l'objet de curiosité aux applications industrielles.
- *Charles Goodyear et l'étrange histoire du caoutchouc*  
<http://www.goodyear.ca/corporate/strange-fc.html>  
L'histoire de Goodyear, des pneumatiques et de l'industrie du caoutchouc.