

## Les bases scientifiques d'une culture Naturelle Biodynamique

Par

*Philippe Jean COULOMB*

*Doyen Honoraire des Universités*

*Lauréat de l'Institut de France*

Avec la participation de :

---

- Melle Séverine GALLET (Thèse de Doctorat de l'Université d'Avignon),
  - Melle Maryline ABERT (Docteur ès Sciences, Responsable du Département de Biochimie de la SARL ENIGMA).
  - M. Philippe Olivier COULOMB (Ingénieur Agro, gérant de la Société ENIGMA).
- 

### CONFERENCES

N° 1 : Orange, organisée par Le Syndicat International des Vignerons en Culture Biodynamique (SIVCBD), le 14 mars 2003.

N° 2 : Château Smith Haut Lafitte organisée par Mr CATHIARD (Terre et Vin de Bordeaux), 14 avril 2003.

N° 3 : Beaune organisée par Madame Anne-Claude LEFLAIVE (Terre et Vin de Bourgogne), 13 mai 2003.

Chaque Conférence s'appuie sur la précédente, il s'agit donc d'une réflexion évolutive, suscitée par le SIVCBD, qui conjugue les observations réalisées sur le terrain avec les connaissances scientifiques actuelles et les résultats obtenus sur le sujet dans le cas de la Thèse de Doctorat de Séverine Gallet..

---

### Avant-propos

---

Le premier homme qui prit conscience qu'en semant une graine il allait donner naissance à un arbre fut un homme conscient. Il venait de réaliser que l'Univers l'avait créé pour le découvrir lui-même ! Cette toute petite graine était grosse d'un organisme immense qui donnerait à son tour une graine...

Cet homme naturel avait pour toit les étoiles et pour le protéger et le nourrir les Végétaux. 7 millions d'années après, et au cours des cinquante dernières années *l'homo scientificus technocratus* est apparu. Il vit dans des bunkers en béton, respire le macadam des mégapoles et se nourrit en plaçant végétaux et animaux dans des camps de concentration où durant leur courte vie, boustés aux hormones et aux produits chimiques ils fabriqueront des chairs végétales et animales aux conséquences dégradantes. Il n'y a plus d'étoiles, il n'y a plus de terre, il y a des serres, il y a des substrats.

Quelques hommes non mutants, Cathares incompris des temps modernes, tentent cependant de respirer les odeurs de la terre, de s'isoler dans le chant muet des étoiles, d'écouter pousser les herbes, d'énergiser des eaux mortes, de transmuter les messages photoniques en nectars sucrés dont la fermentation produira à nouveau ce breuvage bachique aux vertus magiques et toujours occultes.

La société civile, avec les avancées spectaculaires et trop souvent incohérentes des biotechnologies, est en train de se rendre compte que la recherche scientifique qui assénait vérité sur vérité est fondée sur un axiome : le principe d'incertitude !

Forts de cette constatation, et, conscients que tout chercheur doit être ouvert à tous et sur tout, nous avons choisi nous-mêmes de remonter l'histoire de l'agriculture à reculons afin de redécouvrir ses antiques lois sacrées sans pour autant rejeter nos acquis scientifiques. Du tout chimique au raisonné, du biologique au biodynamique, nous avons constaté qu'il existait tout simplement une Agriculture Naturelle dont le

souvenir s'était perdu en l'espace d'un siècle !

Les Cathares du Biodynamique ont raison : « *Il faut parfois accepter de ne pas comprendre, essayer, et ne se fier qu'au résultat.* » toute l'histoire de l'homme sensible est résumée dans leur *Credo*.

Comprendre : c'est laisser place au doute et à l'interrogation tout en observant que l'incompréhensible qui produit le sublime n'est pas le résultat du hasard mais bien de la causalité de l'Univers. Si l'effet est souvent visible, la cause est souvent occulte : il faut de l'espace-temps pour pouvoir la décrypter.

Depuis 400 millions d'années les règnes animal et végétal évoluent ensemble, quelle prétention serait la notre que de vouloir tout résumer dans des formules ou des schémas figés !

Il apparaît désormais clairement que tous les produits issus de la chimie de synthèse, éclosent lors de la dernière guerre mondiale, n'ont pas les vertus que l'on attendait d'eux. Le clonage est criminel et les OGM d'organismes supérieurs, lâchés en pleine nature d'une imprudence inouïe.

La culture Biodynamique, elle, intègre le Un dans le Tout, encore lui faut-il définir des bases scientifiques naturelles qui lui serviront de référence tout en conservant les précieux enseignements venus tout droit des peuples de Jéricho, de Sumer, d'Égypte, de Grèce...et réinitiés au début du XXème siècle.

Chaque idée, chaque application peut au regard de résultats significatifs avoir son explication scientifique. Si le *Credo* est beau l'*Ave Natura* est sublime lorsque, avec modestie, on peut s'écrier enfin : *eurêka !*

---

## LES BASES PHYSIQUES DE LA VIE

Il serait vain de vouloir percer les rouages de la Vie (végétale et animale) en isolant l'organisme étudié de son contexte universel. L'Univers est un Tout, le Un est dépendant du Tout et le Tout n'est pas indifférent au Un.

Cette constatation doit toujours être présente dans l'esprit d'un chercheur s'il veut tenter de décrypter les mécanismes les plus subtils de la Vie.

Il convient donc, dans un premier temps, de faire l'inventaire du monde connu. Cet inventaire est en fait une liste de « singularités » qui constituent un défi à notre imaginaire et marque les limites de nos connaissances actuelles.

La Vérité a toujours des contours flous. Elle ne se laisse pas enfermer dans des formules et aucun mot, aucun adjectif ne sera jamais suffisamment précis. Les langages, mathématique et parlé, sont faux car incapables de donner une appréciation vraie du réel. Cette réalité il faudra donc se contenter de l'appréhender en laissant à nos successeurs le soin de faire évoluer les outils susceptibles de la mieux cerner.

### Les Limites Physiques de notre Galaxie

Le Temps le plus court	▷	$3 \times 10^{-43}$ sec
La longueur la plus courte	▷	$10^{-33}$ cm
<b>La vitesse la plus grande</b>	<b>▷</b>	<b>299 792 km/sec</b>
L'énergie la plus faible	▷	$6,62 \times 10^{-34}$ J/sec
La température la plus basse	▷	-273 degrés Celsius

La densité la plus forte  $\rho$   $10^{93} \text{ g/cm}^3$

Diamètre estimé de l'Univers  $\rho$   $10^{3000} \text{ AL}$

Dimensions de notre Univers galactique 3 espace / 1 temps

SINGULARITE : Théorie énergétique de la Grande Unité : GUT

Espace-Temps

Energie 1 : interaction forte (atome)

Energie 2 : interaction électromagnétique (1/100<sup>ème</sup>) (atome)

Energie 3 : interaction faible (1/100 milliardième) (atome)

Energie 4 : interaction gravitationnelle ( $10^{38}$  plus faible) (galaxies)

Les limites connues (le temps le plus court, la longueur la plus courte, la vitesse la plus grande...) nous enferment dans des espaces clos concentriques (ventre de la mère, frontières nationales et religieuses, enseignements académiques, gravitation, système solaire, voie lactée, amas galactiques, superamas...) dont il faudra nous libérer pour gagner les degrés de liberté indispensables à la libération de l'esprit.

L'état d'être de chaque humain le mettra en situation, ou non, d'atteindre des degrés plus ou moins élevés de la spiritualité. C'est de l'ensemble de l'humanité, qui est gravide d'un immense potentiel de conquête du qualitatif de l'Univers, que jaillira, quand le milieu d'incubation sera prêt, un individu qui cristallisera la prise de conscience collective. Alors l'homme, inscrit dans un destin auquel il ne peut échapper, se rendra compte enfin qu'il a été créé par l'Univers pour le comprendre lui-même.

Minuscule gnome, sans énergie véritable, au milieu des colossales énergies du cosmos, invisible, seul et nu, perdu dans une bulle de quinze milliards d'années lumières, il éclairera celle-ci de sa lumière spirituelle.

## L'Energie

Elle est le moteur indispensable qui anime le Tout, des espaces galactiques aux coins les plus reculés de l'atome, elle est d'une déconcertante simplicité et pourtant impossible à visualiser ni même à estimer. L'énergie de la Théorie de la Grande Unité (GUT) est un Tout qui fut Un (Big-Bang) et dont il demeure, actuellement, quatre sous unités dont trois (les plus fortes) sont liées à l'atome et une seule, l'énergie gravitationnelle, est  $10^{38}$  fois plus faible que l'interaction forte. La plus forte est nichée dans le plus petit, l'atome ; la plus faible, la gravitation, gère les espaces galactiques !

Ces quatre interactions semblent différentes quant à leur rayon d'action et leur intensité. Les théories les plus récentes suggèrent qu'elles dériveraient d'une seule interaction qui existait aux origines de l'Univers.

## L'Univers

Des bulles de savon représentent la structure probable de l'Univers.

Ces bulles constituent d'immenses espaces clos pouvant atteindre des millions d'années lumière de diamètre. Cette structure mouvante obéirait à un déplacement directionnel dont les super cordes seraient les rails. Ces cordes auraient un diamètre très fin égal à  $10^{-30}$  cm et d'une masse de  $10^{22}$  g/cm. Se comportant comme des supra conducteurs d'où s'échapperait un énorme flux d'ondes électromagnétiques et gravitationnelles projetant les matières galactiques sur les parois des bulles.

Si les énergies avaient obéi dès le départ à des mouvements désordonnés aléatoires, le chaos serait survenu, ce qui n'est pas le cas. Les mouvements, qui animent les structures cellulaires de l'Univers, sont donc cohérents et directionnels.

Les dimensions retenues dans notre bulle galactique sont au nombre de quatre : une dimension pour le temps et trois dimensions pour

l'espace. C'est l'espace-temps défini par Albert Einstein.

Cependant, Kalusa et Klein ont émis l'hypothèse que, d'autres dimensions pourraient exister (cinq et même plus).

Si cette hypothèse se vérifiait des dimensions qui existeraient dans certaines bulles, n'existeraient pas dans d'autres, d'où l'excitation des physiciens des particules qui cherchent, en utilisant des accélérateurs de particules de plusieurs milliards d'électrons volts, à libérer, outre l'antimatière, des dimensions blotties dans le cœur des quarks, là où palpète le Big-Bang...

## L'information

Dans un Univers de quinze milliards d'années lumière la question de l'information se pose avec acuité.

En effet, si Albert Einstein pose pour limite informationnelle impossible à dépasser la vitesse de la lumière, c'est à dire 299 792 km/sec, sur une distance de quinze milliards de kilomètres, il s'agit d'une vitesse d'escargot. Or, l'Univers est cohérent : donc c'est que l'information doit être spontanée pour qu'il le reste et n'évolue pas vers le chaos.

En fait, l'information instantanée existe : le paradoxe **EPR** (**E**instein-**P**odolski-**R**osen) a fini par être démontré.

Si deux atomes A et B constituent une molécule. La molécule se coupe en deux. A et B se séparent et s'éloignent dans des directions opposées à grande vitesse : chaque fois que l'un des atomes subit une mesure de son impulsion, la même mesure est instantanément effective sur l'autre. De plus, en mesurant la position de A, on mesure simultanément celle de B, qui peut être très éloigné et ce, quelle que soit la distance séparant A de B. La situation paradoxale vient du fait que l'on a supposé que l'information localisée sur les particules doit se propager de l'une à l'autre et donc serait supérieure à la vitesse de la lumière, ce qui est impossible. Alain Aspect, un Français, a démontré que la vitesse de la lumière est bien une limite infranchissable mais que l'espace entre les deux particules forme un Tout inséparable où l'information se propage de façon instantanée.

Nous nous trouvons donc dans un macrocosme cohérent et informationnel où le hasard n'a pas de place.

**Notre Voie lactée** se situe dans un amas local renfermant une vingtaine de galaxies pour un rayon de 3 millions d'années lumière (AL). A 200 millions d'AL de notre galaxie se trouve une muraille gigantesque de 180 par 700 millions d'AL appelée le Grand Mur. Ce dernier serait formé de la juxtaposition de parois de bulles formant une structure plus ou moins plane. Entre les superamas, on distingue des régions apparemment vides. Ainsi le « vide » situé dans la direction de la constellation du Bouvier, mesure plus de 200 millions d'AL de diamètre. C'est ainsi que la constatation d'alternances de superamas et de zones de vide a fait naître l'idée d'un modèle de bulles analogue à celles qui constituent la mousse de savon et qui remplirait l'espace dans toutes les directions. 30 % de l'espace serait constitué de super amas et 70 % d'un vide relatif où la matière cachée serait tapie.

### Notre soleil

C'est une petite (1 382 000 km de diamètre contre 700 millions pour Beltégeuse) étoile jaune (70 % d'hydrogène et 28 % d'Hélium) située dans le plan de notre galaxie, sur un bras de la spirale à 32000 AL du centre. Il oscille, avec son cortège de neuf planètes, de part et d'autre de ce plan tous les 33 millions d'années, alors que l'ensemble se dirige à 250 km/sec vers la constellation du cygne.

La fusion nucléaire de l'hydrogène produit une température évaluée à 15 millions de degrés et un spectre d'ondes électromagnétiques (voir plus loin). De sa couronne s'échappe une énorme quantité d'énergie sous la forme de particules chargées : électrons, protons et particules qui constituent un vent solaire qui atteint la Terre à une vitesse comprise entre 300 et 700 km/sec suivant l'activité du soleil. Ce vent déforme la magnétosphère terrestre, les particules chargées sont focalisées vers les pôles Sud et Nord.

**La planète terre**, d'un diamètre de 12 600 km, se trouve à une unité astronomique (UA) de son étoile, soit 149 millions de km. Son satellite, la Lune, serait le résultat d'un choc primitif avec un énorme astéroïde. La masse résultante se serait satellisée autour de notre planète.

Le flux radiatif du soleil produit  $3,9 \times 10^{26}$  watts, la Terre en reçoit 1372 par  $m^2$  alors que Jupiter n'en reçoit que 51. En fait, compte tenu de l'hétérogénéité des surfaces terrestres, ce ne sont que  $343 \text{ W m}^{-2}$  qui sont absorbés en moyenne. Cette énergie doit être régulée par un efflux vers l'espace, sous forme d'infra rouges, sinon la Terre ne cesserait de s'échauffer par effet serre.

La composition de l'atmosphère est de 78 % d'azote, 21 % d'oxygène, 0,9 % d'argon, 0,03 % de CO<sub>2</sub>, de la vapeur d'eau et d'autres gaz à l'état de traces.

C'est dans une couche de 10 km d'épaisseur, la troposphère, que la vie s'est développée. Au-dessus, une couche de 20 km d'épaisseur, renferme l'ozone qui nous protège des ondes électromagnétiques létales. Puis, la mésosphère, de 70 km d'épaisseur joue le rôle d'un bouclier sur lequel s'écrasent les pluies de météorites. Au-delà, l'ionosphère dont la température atteint 1000 °C, ionise les molécules pour donner les draperies fluorescentes des aurores boréales.

Il est clair que l'altération, par l'homme, de ces strates atmosphériques (qui ont mis des millions d'années à s'organiser) pourrait avoir des conséquences catastrophiques pour la Vie terrestre en modifiant les échanges gazeux, les températures et en permettant aux rayonnements durs de détruire le vivant.

## LES BASES CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES DE LA VIE

### Les briques de l'édifice biologique

Les briques : ce sont les atomes issus de la nucléosynthèse solaire, l'hydrogène se transforme en hélium qui produira le carbone qui donnera l'oxygène et ainsi de suite jusqu'à l'uranium. La matière est composée de 92 éléments naturels aux quels il faut rajouter les éléments lourds créés par l'homme. Le père des atomes est donc le plus simple et le plus léger : l'hydrogène, il représente 92 % des atomes constitutifs de l'Univers. Le noyau de l'atome renferme des protons de charge positive et des neutrons neutres. Protons et neutrons sont composés de triplettes de quarks, les gluons collent les quarks entre eux. Autour du noyau tournent les électrons, chargés négativement. La constitution des édifices moléculaires ne sera possible que grâce à la constitution des cortèges électroniques.

Le premier organisme, caractérisé par ses structures et ses fonctions, est l'organisme moléculaire. Il est structuré par des liaisons covalentes fortes, des liaisons hydrogène et de Van der Waals souples. Tous les polymères biologiques contiennent des liaisons faibles autour desquelles la rotation libre est possible.

La biologie, née dans l'atmosphère et abritée par l'eau est constituée d'éléments légers (hydrogène, carbone, azote...).

Cependant, sur un substrat silicaté et dans une atmosphère riche en carbone, la vie dut faire un choix : carbone ou silicium ?

### L'option carbone

Par rapport au silicium, l'énergie de liaison entre deux atomes de carbone est exceptionnellement grande, 85 kcal au lieu de 53, et la distance interatomique beaucoup plus faible, 1,54 Å au lieu de 2,34 Å. Ces propriétés confèrent une grande stabilité et la possibilité de s'associer à lui-même en formant de longues chaînes. La liaison C-H étant également forte, 99 kcal, il pourra produire une infinité de molécules stables. Enfin, l'une de ses combinaisons avec l'oxygène, les CO<sub>2</sub> constitue le matériau de base qui permet à la biologie d'alimenter la pompe de la synthèse organique : la photosynthèse. Bien que l'option silicium fut dans certains cas retenue (diatomées, silicoflagellés, radiolaires, spongiaires...) c'est donc logiquement que le carbone fut choisi comme squelette de la vie.

### L'eau

Il n'y a pas de vie possible sans eau. : l'homme en renferme 70 % et la méduse 97 %.

Outre le fait qu'il s'agisse du liquide le plus abondant sur la planète, ce sont ses propriétés physicochimiques particulières qui ont fait d'elle le substrat indispensable à la biologie.

Sa fluidité lui est conférée par des liaisons hydrogène qui permettent aux molécules de tourner autour de leur axe. C'est une molécule dipolaire chargée positivement pour l'hydrogène et négativement pour l'oxygène. Ces dipôles permettront le phénomène d'hydratation : 4 molécules d'eau autour de l'ion K<sup>+</sup>, 8 autour du Na<sup>+</sup>, 15 autour du Li<sup>+</sup>...L'eau est un excellent solvant car elle exerce de fortes attractions

électrostatiques entre les ions positifs et négatifs qui se trouvent à l'intérieur des cellules vivantes. D'autres composés, non ionisés mais polaires, sont solubles dans l'eau : sucres, alcools, aldéhydes, cétones... qui établissent des liaisons hydrogènes entre l'eau et leurs groupements polaires. L'eau cellulaire est un mélange d'électrolytes : les protéines, dissociées en ions, modifient le déplacement des autres ions et donc la conductivité. Conductrice d'électricité, la migration des ions crée des potentiels membranaires qui régulent les échanges transmembranaires.

L'eau peut changer d'état par congélation (0°C) ou vaporisation (100 °C). Elle ne gèle que superficiellement formant une couche de glace protectrice sous laquelle la vie continue à se maintenir. Elle est un excellent support des réactions enzymatiques indispensables à la vie. Elle est produite par la respiration cellulaire mitochondriale, mais elle est rompue, dans les chloroplastes, par un mécanisme de photolyse qui libère de l'oxygène et de l'hydrogène indispensable aux phénomènes de réduction.

Elle constitue une protection contre les ultraviolets solaires. L'oxygène libéré participe à la formation de la couche d'ozone.

Les astrophysiciens ont trouvé de l'eau sous forme de glace partout dans le cosmos. Les océans de notre planète renferment une réserve de 1,3 milliards de km<sup>3</sup>.

## La Biogenèse

Aux premiers âges de la Terre, il y a quelques 3,5 milliards d'années, les premiers êtres vivants (algues bleues, bactéries...) se sont développés, lorsque la température fut tombée en dessous de 100 °C, dans un milieu anoxique (dépourvu d'oxygène) en réponse à une débauche d'énergie. En effet, l'énergie thermique des volcans, les radiations électromagnétiques dures (X, UV et  $\gamma$ ), les décharges électriques de la foudre ont cassé les molécules de l'atmosphère primitive réductrice (H<sub>2</sub>O, C, SH<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CO...) pour donner spontanément à des molécules prébiotiques (qui seraient un poison pour la vie actuelle) le formol et l'acide cyanhydrique, mais aussi des acides aminés, des sucres... La polymérisation, en détoxiquant les poisons, a permis la construction des premiers protobiontes, qui, à l'abri de l'eau, ont évolué vers les bactéries et les algues bleues.

La libération intensive de l'oxygène contribua à la mise en place de la couche d'ozone qui fut un obstacle efficace à la pénétration des ondes létales. On peut cependant considérer que l'oxygène fut le premier polluant toxique qui affecta la planète. La vie anoxique dut régresser pour se réfugier définitivement dans des niches écologiques inaccessibles à l'oxygène, alors que des formes aérobies colonisèrent progressivement les milieux disponibles.

Les volcans se sont assagis, les orages aussi. Pour alimenter la Vie naissante il fallut trouver une source énergétique constante : ce fut l'étroite fenêtre du visible du spectre solaire entre 400 et 700 nm.

Il fallut que cette énergie de quelques dizaines de kilocalories seulement puisse être captée de façon efficace. Pour cela Le noyau tétra pyrrolique de la chlorophylle, véritable antenne photoréceptrice, fut utilisé pour transformer une certaine quantité d'énergie lumineuse en une certaine quantité d'énergie chimique : les sucres et des molécules réduites (NADPH<sub>2</sub>). La miniaturisation et l'efficacité de ces mécanismes fut réalisée à l'intérieur des algues bleues qui par la suite parasitèrent une cellule eucaryote pour donner des chloroplastes responsables de la photosynthèse, alors que des bactéries colonisèrent également cette cellule pour donner les mitochondries qui assurent la respiration cellulaire.

## L'ADN

Un cerveau cellulaire devint indispensable à la gestion des mécanismes biochimiques des protobiontes, ce fut l'acide désoxyribonucléique (ADN). Sa dimension témoigne de ses capacités génétiques : celui d'une bactérie mesure 1,2 millimètre, celui de l'homme 1,50 mètre !

Si l'on mettait bout à bout les ADN de toutes les cellules d'un corps humain on obtiendrait un ADN géant de 149 millions de kilomètres soit la distance de la Terre au Soleil.

Cette mémoire organisatrice est soit libre dans la cellule (bactérie, procaryotes), soit protégée par une enveloppe (homme, eucaryotes).

Un animal renferme, dans chacune de ses cellules, 2 ADN : l'ADN nucléaire de la cellule et l'ADN des mitochondries.

Un végétal renferme 3 ADN : aux deux cités s'ajoute l'ADN du chloroplaste.

Pour sécuriser cette symbiose, l'ADN nucléaire de la cellule a pris en otages des gènes mitochondriaux et chloroplastiques en se réservant ainsi le pouvoir de réguler toutes les biosynthèses !

## LE MICROCOSME CELLULAIRE

L'étude des infrastructures cellulaires nous impose de définir une nouvelle échelle de grandeur : celle du milliardième de mètre ou nanomètre et de l'Angstrom ( $1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$ ).

Concrètement, un électron mesure  $56 \times 10^{-6} \text{ \AA}$ , un acide aminé :  $5 \text{ \AA}$ , un virus :  $100 \text{ \AA}$  et un œuf de poule :  $7 \times 10^8 \text{ \AA}$ .

Les premiers procaryotes (bactéries, algues bleues...) restèrent unicellulaires jusqu'à nos jours avec peu de possibilités évolutives.

### Le socialisme cellulaire

Disposant d'un ADN circulaire, un commencement sans fin, connotation d'éternité, ces procaryotes, pratiquement immortels n'usaient pas leur ADN au cours des divisions cellulaires et ne faisaient pas de la reproduction un principe de vie indispensable. Dans ce cas l'organisme correspond à une cellule.

Une véritable révolution se fit avec l'apparition des eucaryotes. Non seulement les cellules décidèrent de vivre en communautés organisées (tissus, organes, associations cellulaires...) où la compartimentation correspond à une fonction bien précise, mais ils durent se reproduire et donc mourir !

L'ADN devient linéaire, avec des télomères à chaque extrémité et lorsqu'ils sont usés (au cours des divisions), la mort est alors programmée. L'avantage est, grâce au phénomène de reproduction qui devient majeur, de brasser les gènes et donc de présenter des capacités d'adaptation au milieu stupéfiantes car conquérantes et évolutives, l'homme en est la plus remarquable expression.

Plus un être vivant est évolué, plus il développe des compartimentations organiques et cellulaires spécifiques.

### Premier moteur de l'évolution : la sexualité

L'une de ces compartimentations concerne la reproduction. L'évolution parallèle des animaux et des végétaux montre à quel point ils ont développé des prodiges d'adaptation au milieu pour assurer la pérennité des espèces. Les sexualités, végétale et animale, sont intimement liées. Les plantes sont capables de synthétiser des composés aromatiques analogues aux hormones sexuelles des insectes pour qu'ils viennent féconder leurs fleurs. Dans certains cas, pour assurer, elles poussent la délicatesse jusqu'à reproduire de surcroît la forme et les couleurs exactes des femelles de bourdons !

*Le brassage génétique qui permet d'améliorer l'adaptation au milieu est un des moteurs les plus puissants des deux règnes. Mais si la sexualité est un contrat de mort, la relation proie-prédateur est un contrat de vie !*

### Deuxième moteur : la relation proie-prédateur

Il y eut cependant deux options : l'une, les animaux développa la relation proie-prédateur. L'autre, les végétaux, à part quelques exceptions (les plantes carnivores), isolant leurs cellules dans une paroi qui jouait à la fois le rôle de peau protectrice, de squelette et de voie de circulation des assimilats photosynthétiques préférèrent, poètes immobiles et muets, puiser l'eau et la matière dans les profondeurs telluriques tout en se nourrissant des messages énergétiques des photons cosmiques.

En effet, les animaux, avec le système nerveux, développèrent les cinq sens qui leur permirent de voir, écouter, sentir, toucher et goûter, c'est à dire repérer et traquer, grâce à leur mobilité une proie, végétale dans le cas des herbivores, animale dans le cas des carnivores. Ce choix de comportement se retrouve à l'intérieur même de chaque individu : 50 millions de cellules sont métabolisées et remplacées, chaque seconde, dans un organisme humain ; lors de la formation du fœtus, des milliards de cellules sont déportées ou éliminées. La genèse de notre cerveau est édifiante à ce sujet.

Tout, en fait, dans l'Univers est basé sur la relation proie-prédateur. Point de place pour l'Amour, chaque être vivant est à la fois un prédateur et une proie potentielle pour un autre. L'homme, qui a inventé l'Amour avec un grand A, a sans doute transgressé la loi fondamentale qui gouverne le grand Tout, de l'atome prédateur à la galaxie cannibale !

Peu ou pas agressif, le végétal tente de se défendre contre ses agresseurs (herbivores, omnivores, bactéries, champignons, virus...) en fabriquant des molécules toxiques. Se nourrissant sur place, stoïque, il assume, grâce au chloroplaste, le privilège d'être le seul à transformer la lumière en nourriture. Fort de cette noble fonction, capteur lumineuse en relation permanente avec le cosmos, c'est vraisemblablement le premier, et sans doute le seul à avoir développé une sociologie cellulaire non agressive au sein d'un organisme vivant : pas ou peu d'hécatombes cellulaires organisées, pas de macrophages, pas de lymphocytes tueurs... Ceci explique, dans certains cas (Cyprès chauve du Mexique, Gingko biloba, olivier...) son exceptionnelle longévité. A part les plantes carnivores, cul de sac évolutif évident, il n'est capable d'aucune violence directe, mais possède un arsenal chimique efficace pour préserver son espace atmosphérique et rizosphérique de la convoitise de ses semblables et de celle de ses éventuels prédateurs.

Dépourvu des cinq sens, il n'en n'est pas moins d'une sensibilité, (et hyper sensibilité), étonnante. Grâce à l'émission de composés aromatiques, il est capable, bien qu'immobile, de transmettre des signaux de détresse émis par ses blessures, par voie aérienne, à l'attention de ses semblables. De récentes expériences ont démontré que lorsque la surpopulation des herbivores (koudous, springboks d'Afrique du Sud) entraîne des blessures trop intenses chez les acacias, ces derniers biosynthétisent de fortes quantités de cyanures et de tanins qui bloquent le métabolisme des herbivores et provoquent leur mort.

Chez les végétaux les informations peuvent circuler très vite, grâce à des bouffées d'éthylène, dans l'air et dans la totalité de l'organisme. Ces informations déclenchent aussitôt des réactions de défense.

N'ayant pas développé de système immunitaire, à chaque agression tout un mécanisme de biosynthèse de molécules toxiques (y compris pour lui-même) est immédiatement déclenché avec une remarquable efficacité.

### **Des yeux verts qui transforment la lumière en Vie**

Il est le seul être vivant ancré dans le sol qui puise les forces telluriques pour les propulser vers ses parties aériennes où des milliards de petits yeux verts, tournés vers les étoiles, transforment les signaux photoniques du cosmos en Vie : du pur qualitatif !

Seulement 1 % de l'énergie de notre soleil est utilisée pour la photosynthèse.

Les plantes fixent une énergie de  $3 \times 10^{21}$  joules / an, alors que la consommation mondiale humaine est de  $3 \times 10^{20}$  ! Grâce aux chloroplastes la photosynthèse fabrique, chaque année, plus de 100 milliards de tonnes de glucides.

La miniaturisation et l'efficacité de cette usine biologique sont remarquables. Un gramme de feuilles d'épinards contient quatre cents millions de chloroplastes, un milligramme de chlorophylle et dix huit milligrammes de protéines, la surface totale développée par l'enveloppe couvre 400 cm<sup>2</sup> alors que celle développée par les membranes représente 60 m<sup>2</sup> ! Dans les jeunes feuilles, chaque plaste renferme une vingtaine d'ADN, tandis que les feuilles âgées n'en renferment que deux ou trois. De nombreux gènes ont été intégrés dans le génome de la cellule hôte.

On constate donc qu'à toute structure correspond une fonction bien définie au niveau cellulaire. Notre pouvoir d'exploration étant très limité en ce qui concerne le cosmos, il est bien difficile d'établir un schéma fonctionnel de l'Univers. Mais, compte tenu de ce que le voile, à peine soulevé, laisse entrevoir, nous pouvons supposer qu'il est structuré, ordonné, fonctionnel et finalisé. Les cellules sont très organisées, rien n'est laissé au hasard, la moindre erreur peut entraîner la mort de l'organisme entier. Il doit en être de même pour l'Univers qui doit, comme les cellules être régi par des lois strictes qui permettent des informations presque instantanées et une évolution directionnelle (analogie entre les microtubules et les supercordes, les cellules et les bulles et sans doute la reproduction) sans laquelle le chaos règnerait en maître dès l'origine.

### **Des fibres optiques dans les plantes**

La lumière peut être utilisée par les plantes de deux manières différentes. Pour synthétiser des molécules organiques et comme source d'information. Dans ce dernier cas elle déclenche un signal qui agit sur la germination, sur l'orientation des racines par rapport à la verticale, sur l'orientation des jeunes extrémités apicales par rapport à la lumière incidente, sur la vitesse de croissance des tiges et des feuilles et sur la date de floraison. Des expériences ont démontré que de jeunes plantules qui se trouvent encore à l'obscurité, au-dessous



Les formes ioniques.

Leur comportement vis à vis de l'eau dépend de la répartition des charges électriques à la surface de l'ion. On distingue 3 groupes d'ions :

- 1- les cations solubles faiblement chargés qui restent dispersés jusqu'à des pH élevés.
- 2- les hydroxydes insolubles. Il s'agit de cations moyennement solubles qui s'associent facilement aux anions  $\text{OH}^-$  et qui peuvent précipiter sous forme d'hydroxydes insolubles.
- 3- Les oxyanions solubles, complexés à l'oxygène et dont le potentiel ionique et la charge sont élevés.

Tout leur comportement est régulé par leurs interactions avec les molécules d'eau et avec les anions  $\text{OH}^-$  et  $\text{O}^{2-}$  et ce, pour des pH compris entre 3,5 et 8.

Les complexes solubles

Ces éléments sont associés à des anions ou oxyanions ou à des molécules organiques complexantes.

Les complexes inorganiques

Les anions dissous (carbonates, sulfites, sulfates, chlorures, nitrites, nitrates et phosphates) sont présents à des concentrations qui dépendent :

- de la nature des roches constitutives,
- de l'état aqueux du sol,
- de la couverture végétale (forêts, prairies, cultures...),
- des amendements,
- du pH et de la température,
- de la concentration en matières organiques...

Les complexes organiques

Les plus fréquents sont : le soufre des groupements thiols, l'oxygène du carbonyle, de l'hydroxyle et l'azote des amines.

Des fonctions réactives comme les groupements carboxyles et phénoliques résultent de la dégradation des celluloses et des lignines pariétales ; les fonctions amines résultent de la dégradation des protéines cellulaires.

La détoxification

Les pratiques culturales incohérentes non contrôlées peuvent entraîner une pollution importante des sols par des métaux lourds qui se retrouvent ensuite dans les parties consommées des végétaux (feuilles, fruits, tubercules...).

L'arsenic, le mercure, le cadmium, le plomb, l'iode, le sélénium... constituent des toxiques pour les plantes mais aussi pour le consommateur.

Les organismes vivants liés au sol sont capables de détoxifier ces éléments en les biométhylant. Ils fixent un groupement méthyle ( $\text{CH}_3$ ) à un ou plusieurs atomes de l'élément qui deviennent moins toxiques et qui, sous leur forme organique, sont susceptibles d'être transférés dans l'atmosphère sous forme volatile.

En fonction des conditions physicochimiques et microbiennes (bactéries, champignons...) des sols, il existe des facteurs d'immobilisation (précipitations, adsorption, agrégation) ou de mobilisation (dissolutions acides, minéralisation des matières organiques).

Le rôle majeur des micro-organismes (MO)

Leur rôle tient essentiellement à leur capacité à se nourrir et donc à ériger un système vivant qui est un système ouvert en déperdition constante d'énergie.

- Les MO lithotrophes tirent leur énergie de substances inorganiques,
- Les MO phototrophes des photons lumineux,
- Les MO chimiotrophes des réactions chimiques. Les chimio lithotrophes acidifient le milieu (acide nitrique) en oxydant l'ammonium (Nitrobacter, Nitrosomas). Oxydent le soufre ou le fer ou produisent de l'acide sulfurique et un oxydant puissant (Thiobacillus ferrooxidans).
- Les MO dits photo ou chimio organotrophes utilisent l'énergie des éléments organiques.

Certains sont aérobies (vivent en présence d'oxygène), d'autres anaérobies (vivent en l'absence d'oxygène dans des niches écologiques reculées).

Les MO hétérotrophes (Bacillus, Aspergillus, Penicillium, Pseudomonas...) produisent des acides et des substances complexantes.

Les MO rhizosphériques (bactéries et champignons) occupent tout le volume de sol exploité par les racines. Les exsudats racinaires stimulent leur activité.

La biodiversité de la flore microbienne est un facteur essentiel du développement des plantes qui vont privilégier des relations spécifiques. Les populations microbiennes contribuent à la production d'acides et de substances complexantes.

Les MO symbiotiques concernent 90 % des espèces végétales et contribuent à améliorer considérablement la nutrition minérale des plantes. Ces associations, impliquant les bactéries ou les champignons sont : les rhizobactéries (fixation de l'azote), les mycorhizes, les ectomycorhizes qui ne pénètrent pas dans les racines, (truffe), et les endomycorhizes à arbuscules qui pénètrent dans les racines.

L'absorption racinaire

Un sol « occupé » par une rhizosphère est totalement différent d'un sol vierge.

Le pH varie en fonction des échanges : si de l'azote ammoniacal est prélevé le pH diminue augmentant ainsi la solubilité des éléments cationiques. Le pH (et la température) peut donc augmenter la biodisponibilité des éléments vers les racines qui contribuent également aux échanges par les exsudats.

L'absorption minérale s'effectue par les parties non subérisées des racines, c'est à dire par les poils absorbants.

Elle se fait de fait de deux façons :

- passive, c'est à dire suivant les seules lois physiques qui régissent la distribution des éléments de part et d'autre d'un système clos. Passive, car elle n'implique pas une consommation bioénergétique de la part de la plante.
- active, car le transport est contrôlé par le métabolisme énergétique cellulaire qui utilise des protéines spécifiques de transport. Des cations mono ou divalents toxiques comme le cadmium, le plomb ou le césium peuvent alors être compétitif vis à vis de cations essentiels comme le potassium, le calcium, le manganèse ou le magnésium.

Lorsque la concentration en sels minéraux atteint un certain seuil à l'intérieur des cellules, les racines absorbent alors de l'eau. Le solvant le moins concentré se dirigeant toujours vers le plus concentré pour le diluer, augmentant ainsi la pression osmotique. L'absorption d'eau racinaire est compensée par la transpiration au niveau des stomates des feuilles.

Au niveau des poils absorbants les intrants sont dirigés vers le cytoplasme (voie symplastique) et vers les parois (voie apoplastique). Les plasmodesmes (pores de communication entre les cellules) jouent un rôle fondamental dans leur répartition. Les parois constituent le second drain essentiel vers les

vaisseaux de bois ou xylème qui exportent les éléments dans la sève brute vers les parties supérieures grâce à l'action conjuguée de nombreuses molécules spécifiques.

La mobilité et la rapidité du transfert vers les parties aériennes dépend des spécificités physiologiques et biochimiques de chaque plante.

La vigne occupe deux bulles écologiques : la rhizosphère et la photophytosphère

- La Rhizosphère : il s'agit de la partie organique de la vigne qui, après la germination, exploite un volume tellurique vivant (microflore + microfaune) variable. Ce milieu est plus ou moins aéré, plus ou moins hydraté, plus ou moins vivant...il résulte donc d'un fragile équilibre soumis à des variations permanentes qui dépendent des interactions physicochimiques.

Le système racinaire émet en permanence des exsudats qui modifient la bulle rhizosphérique. Ils attirent ou repoussent les microorganismes. Mais les racines absorbent aussi des substances minérales et de l'eau. Cette sphère est également influencée par des ondes électromagnétiques qui ont une action qualitative importante sur les phytochromes (voir le chapitre précédent sur les fibres optiques).

Les racines accumulent des assimilats photosynthétiques, élaborés dans les parties aériennes, dans des leucoplastes amylofères, dans les parois cellulaires ou bien les convertissent (en phénols par exemple) pour conforter leur système de défense.

- La Photophytosphère : il s'agit de la partie organique qui, après un bref passage tellurique, occupe un volume troposphérique variable en fonction des saisons. L'hiver, après la chute des feuilles, il ne reste que le tronc et les branches non chlorophylliens. Durant les 3 autres saisons, elle développe des organes photosynthétiques chlorophylliens, des organes reproducteurs et des organes de fixation (les vrilles)..

L'interface est le collet. C'est la structure comprise entre la zone souterraine et la zone aérienne. Les tissus du collet sont soumis à de fortes pressions mécaniques (vent), climatiques (inondations) et culturelles (objets tranchants). Il en résulte des blessures par lesquelles les pathogènes peuvent pénétrer.

L'axe aérien de la vigne est le **tronc** qui produit des branches qui sont taillées, à 2 yeux, annuellement.

Un système continu de vaisseaux de bois (xylème) irrigue l'ensemble des radicelles jusqu'aux apex, feuilles, fleurs, fruits et vrilles.

**Les feuilles** sont des antennes collectrices des énergies photoniques qui, à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique et de l'eau cellulaire (chlorophylle  $\lambda_{AO}$  = bleu et rouge), sont capables, grâce aux chloroplastes, de convertir une certaine quantité d'énergie lumineuse en une certaine quantité d'énergie chimique potentielle (sucres, phénols, ATP, NADPH<sub>2</sub>...). L'oxygène, qui est un déchet de la photosynthèse est évacué par les stomates. Là réside la centrale énergétique qui permet à la Vie de se maintenir sur notre planète. Les feuilles accumulent et redistribuent dans l'ensemble de la plante les substances organiques indispensables citées plus haut.

C'est également au niveau des feuilles que s'effectuent deux phénomènes physiologiques importants : l'évacuation du CO<sub>2</sub> issu des respirations mitochondriales qui consomment de l'oxygène. Et, l'élimination, par transpiration, de l'eau excédentaires. Ce départ d'eau, régulé par les ostioles, amorce en permanence la pompe à eau racinaire.

Tous ces échanges gazeux avec la bulle photophytosphérique s'effectuent dans les chambres à gaz sous stomatiques. La régulation se fait par les « lèvres ostioliques », qui se ferment et s'ouvrent en fonction de la turgescence de leurs vacuoles. Pour éviter d'être confrontées aux agressions physiques du soleil et de la pluie, les stomates sont beaucoup plus nombreuses à la face inférieure des feuilles. *Ces ouvertures constituent une voie privilégiée pour la pénétration des pathogènes comme le Mildiou.*

Les assimilats photosynthétiques, en partie accumulés dans les chloroplastes amylières ou transformés à l'intérieur de la cellule photosynthétique, migrent sous la forme d'hexoses phosphatés par voie symplastique puis apoplastique (parois) jusqu'aux **tubes criblés** du **phloème** où ils sont concentrés sous la forme de saccharose (90%), verbascose, stacchyose, mannitol, sorbitol... constituant la sève élaborée qui est distribuée jusqu'aux racines dans toute la plante. Les vaisseaux de bois et du phloème échangent des substances en permanence, l'eau importée par le bois, permet de diluer le liquide visqueux très sucré de la sève élaborée et contribue avec des protéines qui sont de véritables pompes énergétiques à faire circuler les assimilats.

La circulation des sèves obéit à des priorités :

- Au printemps, lorsque la vigne « débouffe », des callases (enzymes hydrolytiques) digèrent les bouchons de callose qui obstruent les pores des plaques criblées du phloème. Toute une métamorphose se produit alors. En prévision des gelées la vigne a introduit de « l'antigel » sous la forme d'alcools dans ses canalisations. Au printemps, elle fait sauter les bouchons qui immobilisaient les sèves afin de développer les organes photosynthétiques (feuilles équipées de chloroplastes) et réactiver les flux de sèves. La multiplication cellulaire est intense. Les **apex** synthétisent des hormones de croissance et sont le siège d'une forte protéosynthèse. Les phytochromes s'activent et contrôlent l'élongation des entre-nœuds, la croissance des feuilles, la floraison, la synthèse d'enzymes photosynthétiques (RUDP carboxylase...).

Les assimilats photosynthétiques sont à nouveau distribués dans toute la plante avec des priorités :

- 1) le transport s'effectue en priorité vers les apex pour le développement des branches, des feuilles et des vrilles.
- 2) Dès que les inflorescences apparaissent la priorité est donnée à leur épanouissement.
- 3) Dès la nouaison la priorité est donnée au fruit (les baies) jusqu'à sa maturité.
- 4) Après la maturité la priorité est donnée aux réserves hivernales.

**La Baie** est protégée par une cuticule cireuse hydrophobe qui constitue une protection efficace contre la pluie, les insectes et les pathogènes. Elle couvre l'épiderme dont le rôle est de contrôler les échanges entre la pulpe et le milieu extérieur. L'épiderme et la cuticule forment la pellicule. Une fonction importante des couches épidermiques (4 à 6) est la synthèse de polyphénols, de phytoalexines (resvératrol), d'anthocyanes et de tannins qui ont un rôle de défense vis à vis des agresseurs fongiques, bactériens... et, par un effet non intentionnel : sur la qualité des vins.

Des études récentes que nous avons entreprises avec le Syndicat International des Vignerons en Culture Biodynamique (SIVCB) nous ont permis de révéler une compartimentation fonctionnelle au sein des cellules épidermiques. Certaines évoluent en accumulant des anthocyanes, d'autres en accumulant des tanins. La pulpe concentre principalement des sucres qui serviront à maturité à énergiser les graines ou pépins.

## LES STIMULATEURS DE DEFENSES NATURELLES

### **SDN**

Dans la nature, la règle générale chez les plantes est la résistance. Par contre, lorsqu'une épiphytie se développe, elle peut avoir des conséquences particulièrement graves : la sharka des arbres fruitiers, le feu bactérien, le phylloxéra, la graphiose, la jaunisse des agrumes, le chancre coloré du platane, le mildiou...

Lorsqu'une plante est contaminée (virus, bactéries, champignons, mycoplasmes...) il n'existe aucun traitement curatif. Seule la prévention est susceptible de protéger efficacement les cultures. Actuellement les biotechnologies qui ont été développées font appel à la chimiothérapie, la lutte biologique, la transgénèse et, très récemment la phytothérapie qui stimule les défenses naturelles (SDN) de la plante cultivée.

### **Les résistances constitutives**

Au cours de l'évolution, les plantes, soumises aux agressions physiques, chimiques et biologiques de leur environnement, ont renforcé leurs défenses constitutives en faisant appel à des processus particulièrement ingénieux dont voici quelques exemples :

### Les résistances physiologiques

- \* La cuticule épaisse (riche en acide octadécanoïque, substance imperméable) additionnée de cires de certaines variétés de riz les protège de l'attaque de la plupart des champignons pathogènes.
- Certaines variétés d'orge possèdent une feuille qui empêche les spores *d'Ustilago* (maladie du charbon) d'atteindre les organes floraux.
- La tige de certaines variétés de blés est beaucoup plus riche en sclérenchyme (tissu de soutien riche en lignine). Il en résulte une protection efficace contre la rouille.
- Des solanées (famille de la pomme de terre) développent un système pileux pour se protéger des insectes.

### Biochimiques

- En réponse à tout stress (physique, chimique ou biologique) les plantes peuvent biosynthétiser des molécules qui sont aussi toxiques pour elles-mêmes que pour l'agresseur (biologique). Ce sont les phytoalexines. De la rapidité et de l'intensité de la réponse dépendra l'efficacité de la résistance. Dans le cas d'une réaction d'hypersensibilité, une synthèse rapide et de forte intensité entraînera le « sacrifice » d'une zone cellulaire de la plante qui isolera le parasite dans des cellules mortes et remplies de phytoalexines et autres substances toxiques. Cette pratique entraîne la plupart du temps la mort de l'envahisseur. La réaction d'hypersensibilité correspond à une résistance, alors qu'une réaction de sensibilité conduit à la mort du végétal. L'exemple le plus connu est celui du *resvératrol* de la vigne qui a, outre la propriété d'être toxique, pour les champignons, celle d'être à l'origine d'effets non intentionnels bénéfiques à la santé de l'homme. Cette molécule a en effet des propriétés anticancéreuses, antithrombiques et antioxydantes.
- Les bulbes d'oignon renferment, dans les cellules mortes de l'épiderme, une forte concentration d'acide procatéchique et de catéchol qui les protègent contre le *Colletotrichum circinans*. En diffusant dans les gouttes d'eau de surface, ces substances inhibent la germination des spores du champignon.
- Une solanée, le *Solanum berthaultii* résiste aux pucerons en développant à la surface de ses feuilles un important système pileux. Certains poils sont capables de produire une substance qui est un analogue de l'hormone d'alarme des insectes.
- L'If renferme de fortes concentrations de taxidine toxique pour les insectes mais aussi pour les herbivores. Quelques milligrammes suffisent à tuer un cheval ! le *Ginkgo biloba* synthétise une saponine qui joue le même rôle.
- La renouée poivre d'eau synthétise le polygodial qui a un effet répulsif sur les insectes.
- Dans la savane africaine, des acacias trop broutés synthétisent des tanins qui bloquent la digestion des herbivores, mais aussi du cyanure qui les tue.
- La graine du margousier indien renferme du margosan qui est un insecticide biodégradable, systémique, non toxique pour les animaux et les poissons. Grâce à cette molécule il est capable de résister à plus de cent parasites différents.

### **Les facteurs génétiques**

Dans le cas de certaines maladies fongiques, bactérioses ou viroses, la résistance peut correspondre à l'existence chez la plante d'un gène de résistance dominant auquel correspond chez le parasite un gène d'avirulence dominant. L'épigénétisme joue un rôle considérable au niveau de l'efficacité des gènes.

La transgénèse est une technique qui permet l'introduction artificielle de gènes de résistance. Elle conduit à la « construction » d'Organismes Génétiquement Modifiés ou OGM. (voir plus loin les OGM).

## Les stress inducteurs de résistance

Des stress de nature physique, chimique ou biologique peuvent induire le déclenchement de métabolismes, utilisant en général la voie de synthèse des polyphénols, qui produisent alors des molécules élicitrices de résistance. Les plantes, qui ne possèdent pas des défenses immunitaires, réagissent donc toujours par ce type de synthèse : le quantitatif et le qualitatif des molécules synthétisées permettent une réaction efficace. C'est ainsi que toutes les agressions subies par les végétaux depuis leur naissance leur permettent d'accumuler des molécules actives antiagression qu'elles sont susceptibles de détoxiquer elles-mêmes lorsque cela est nécessaire.

Dans le cas d'une nécrose virale par hypersensibilité on a montré qu'une couronne de 1,5 mm de largeur, autour de la nécrose, est formée de cellules vivantes résistantes au virus.

En général, une première contamination protège partiellement contre une deuxième.

Il n'y a pas de réponse spécifique : il y a des réponses générales. Les réponses sont presque toujours indépendantes de la nature de l'agresseur, la plante exprimant chaque fois l'optimum de ses potentialités de défense.

Outre les phytoalexines, lipophiles, fongistatiques et bactériostatiques les plantes peuvent également réagir en :

- renforçant les parois cellulaires par adjonction de polysaccharides, de callose, celluloses, gommages, phénols, mélanines, tanins, lignines, hydroxyproline riche en glycoprotéines (HRGP)...
- en bloquant le développement des parasites en synthétisant des protéines liées à la pathogénicité, ou PR protéines (tabac/virus de la mosaïque du tabac),
- en synthétisant des enzymes de type chitinases qui hydrolysent la chitine constitutive de la paroi des champignons pathogènes ou celle de la cuticule des insectes ou des nématodes.
- En sécrétant des enzymes ou des protéines anti-enzymes qui détruiront les exoenzymes d'attaque des champignons.

L'expression de la résistance est donc spécifique des potentialités de la plante et non de l'agresseur :

-Les Graminées produisent beaucoup de lignine (indigeste pour les pathogènes) et peu de phytoalexines.

-Les Légumineuses synthétisent beaucoup de phytoalexines et peu de lignines.

-Les Cucurbitacées ne produisent jamais de phytoalexines par contre beaucoup de HRGP, chitinases, protéines inhibitrices, protéases et lignine.

## Les messagers moléculaires

Lorsqu'une plante est agressée, elle synthétise des messagers chimiques qui diffusent rapidement dans tous les tissus. Ces molécules d'information permettent une mise en alerte et déclenchent des mécanismes de synthèse préventifs. Ces réponses, correspondront en fait à UNE réponse globale où un ou plusieurs facteurs de résistance auront une efficacité vis à vis de l'agression.

## Réponses de Résistance : les ELICITEURS

Il existe deux types d'éliciteurs (inducteurs de résistance) :

\*les éliciteurs exogènes qui correspondent à un stress induit par l'action de pathogènes ( champignons, bactéries, virus) d'insectes (piqûres, morsures...) ; d'ondes électromagnétiques (UV, RX...) ; de produits chimiques (produits phytopharmaceutiques...) ; biochimiques (exoenzymes, protéines, acides aminés)...

\*les éliciteurs endogènes : ce sont de petites molécules (oligosaccharides, glycoprotéines...) issues de l'action des éliciteurs exogènes

sur les parois des cellules végétales et qui serviront de médiateurs chimiques via le noyau cellulaire.

Les signaux ainsi transmis au noyau déclencheront des réponses par activation de gènes qui s'exprimeront par des synthèses de protéines, HRGP, phytoalexines, protéases, chitinases, phénols, éthylène...

### Appositions pariétales

Au niveau cellulaire, en microscopie électronique à transmission, il est possible de mettre en évidence, à l'endroit où le suçoir du champignon pénètre, une dilatation ampuliforme (schéma du haut ; **a**) qui circonscrit le pathogène en créant autour de lui une zone vacuolaire aqueuse remplie de molécules de défense : enzymes lytiques, phénols, tanins, phytoalexines... Ces molécules sont, lorsqu'elles sont rapidement synthétisées, susceptibles de stopper le mycélium fongique, voire de le tuer. Dans ce cas, la cellule sort vainqueur de sa confrontation avec l'agresseur.

Dans le cas du schéma du bas (**b**), la cellule ne synthétise pas assez vite ses molécules de défense et l'apposition pariétale n'est pas mise en place. Plus rapide et plus agressif, le champignon va tuer la cellule et se nourrir de son mictoplasme (suc cellulaire de la cellule éclatée). La cellule végétale meurt et une nécrose se met en place (tache huileuse du Mildiou).

### La Thérapie végétale par action des SDN

Lorsque ce schéma global fut connu, il nous vint à l'esprit, en 1980, de reproduire artificiellement ces interactions naturelles afin de solliciter les défenses naturelles des plantes. « Mise en évidence d'une induction de capsidiol et de résistance chez le Poivron par certaines fractions cellulaires obtenues après fractionnement du mycélium du Mildiou du Poivron, Comptes Rendus à l'Académie des Sciences, Paris, 1980, 290, 275-277). Après 18 années de recherches concrétisées par de nombreuses communications et conférences nous avons été amenés à :

\*l'application d'extraits du milieu de culture d'un champignon, le *Trichoderma album*, sur les racines de Poivron avec 80% de résistance au mildiou en plein champ. *Comptes Rendus à l'Académie des Sciences, Paris, 1983, 296, 225-230.*

\*l'application d'extraits d'algues marines sur des poivrons avec une excellente efficacité à l'égard des Solanacées. « *L'algue face au mildiou : quel avenir ?* » *PHYTOMA, 1998, 508, 29-30.*

\*l'application de cuivre comme agent éliciteur de résistance au niveau des baies de raisin. « *Le cuivre a-t-il un effet éliciteur ?* », *PHYTOMA, 1999.*

L'intérêt croissant du milieu agricole pour les SDN et le changement progressif des mentalités qui s'ouvrent de plus en plus sur une agriculture naturelle en délaissant les produits de la chimie de synthèse, nous a poussés à nous concentrer sur la **PHYTOTHERAPIE**, c'est à dire le soin des plantes par des extraits de plantes.

## O G M

### Les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM).

L'amélioration des espèces végétales s'est faite pendant très longtemps en croisant des variétés qui possèdent des qualités différentes que l'on veut transmettre à la descendance. Cette technique, qui existe dans la nature, est longue (parfois quelques dizaines d'années) et peu efficace car la Nature prend son temps et se défend.

Grâce à la transgénèse, on peut isoler un gène, que le croisement n'aurait pas permis du fait de la barrière des espèces, et l'insérer dans le génome d'une autre espèce afin de voir s'exprimer ses potentialités.

Ce nouveau type de manipulation pose des problèmes d'éthique !

Depuis quelques années, les progrès de la recherche permettent donc de doter une espèce de caractéristiques qu'elle ne possède pas naturellement. Cette évolution a donné lieu à de nombreux travaux, motivés par l'énorme pouvoir que confère à l'homme la transgénèse :

la capacité maîtrisée de créer de la diversité génétique, c'est-à-dire, la possibilité de transférer un gène d'un organisme à un autre, en s'affranchissant de la barrière de genre et d'espèce. Cet organisme, affecté de ce nouveau gène, est ainsi appelé Organisme Génétiquement Modifié (OGM).

Par exemple, les melons mûrissent ainsi moins vite, les fraises ne pourrissent plus, les tomates se conservent mieux...

Tous ces produits n'ont pas encore fait leur apparition sur les étals français mais existent déjà aux Etats-Unis.

Mais d'une manière technique, comment obtient-on OGM ?

Exemple : Le Court noué de la vigne dû à un *népovirus*

Le virus (grapevine fanleaf virus) est transmis à la vigne par un ver, le nématode. Cette maladie est très préjudiciable à son développement et à sa production.

La lutte chimique implique l'utilisation de produits chimiques nématicides destinés à éliminer les vecteurs. Elle est coûteuse, peu efficace, néfaste à l'environnement car le produit est toxique.

Or, depuis quelques années, les chercheurs ont remarqué que le transfert d'un gène viral dans une espèce végétale permet parfois de conférer à cette espèce une défense contre le dit virus, voire contre d'autres virus. C'est ce principe qui est utilisé pour lutter contre le Court noué.

Un gène codant pour l'enveloppe protéique du virus sera introduit dans le patrimoine génétique de la vigne. L'étape suivante vérifiera si le plant a bien été rendu résistant au virus, vérifiera la conformité des plants modifiés en sol non infecté, vérifiera si la nouvelle variété a les mêmes propriétés culturelles, nutritionnelles et qualitatives (typicité, corps, couleur, arômes...) que la variété traditionnelle et enfin, estimera les facteurs de biosécurité....

L'INRA a récemment décidé de reprendre ses expérimentation sur le Court noué de la vigne en mettant en oeuvre une méthode d'**E**valuation **T**echnologique **I**nteractive (**ETI**). Il s'agit d'établir une interaction entre les 3 mondes de la recherche, de l'activité professionnelle et de la société civile en constituant un groupe de travail (14 personnes) avec des partenaires « **choisis** » **par l'INRA** ?

Suite au rapport final du groupe de travail ([www.inra.fr](http://www.inra.fr); site « pourquoi la génomique ? ») 3 décisions ont été prises :

- l'INRA n'engagera des essais OGM-Vigne en champs que sur l'aspect phytosanitaire.
- L'INRA créera un « comité mixte sur la recherche vitivinicole »
- Dans ce cadre, l'essai en plein champ, sur le Court noué de la vigne-OGM, sera implanté à Colmar pour une durée de 5 ans.
- 

## OGM

Irresponsabilité = irréversibilité

### LEVURES :

#### Intérêts ? :

- **réaliser la fermentation malolactique en même temps que la fermentation en 4 jours .**



- levures produisant des enzymes bactériolytiques,
- levures produisant de nouveaux arômes.

### Dangers :

- dissémination incontrôlable dans l'environnement et contamination,
- Modification des arômes traditionnels et de la typicité,
- Modification des populations microbiennes de la surface des baies.

### VIGNES :

### Intérêts :

- porte-greffes résistant au Court noué, à l'oïdium, à l'eutypiose, à la flavescence dorée, au phylloxéra...
- augmentation de la synthèse de resvératrol ...

### Dangers :

- Risques majeurs liés à une méconnaissance totale des effets non intentionnels,
- Forte diminution des potentialités génétiques gérant la biodiversité,
- Imprécision de l'insertion du gène d'intérêt et donc incertitude quant à son/ses expression(s),
- Incertitude des expressions génétiques sur la qualité (goût, couleur, texture...) et la santé (apparition de molécules toxiques ou allergéniques...),
- Irréversibilité de l'action des gènes lâchés dans l'environnement : ils deviennent tout à fait irrécupérables,
- Diminution des potentialités globales de défense. La résistance génétique induite artificiellement à certaines maladies peut entraîner une sensibilité à de nouvelles maladies qu'il faudra à nouveau combattre génétiquement ..... !!!!!!!

## **RESULTATS SCIENTIFIQUES PRELIMINAIRES**

Vignes (Biologique, Biodynamique et raisonné) de Chateauneuf du pape

Laboratoire ENIGMA

Domus Claudia, Hameau de St Véran

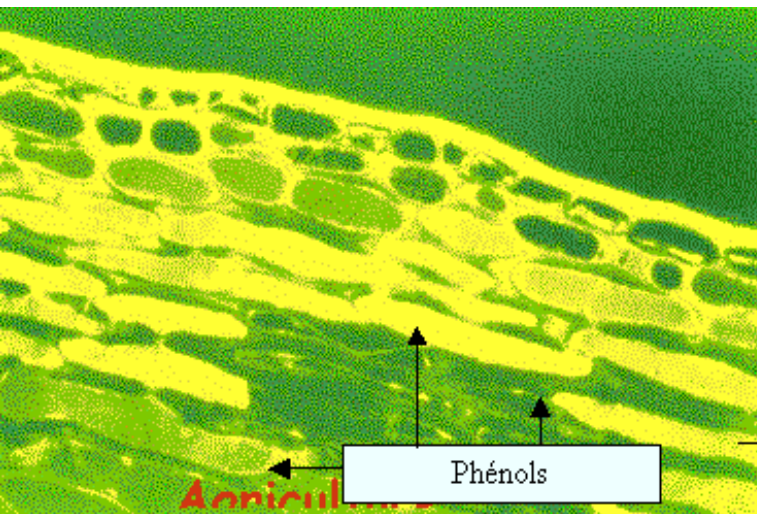
84 190 Beaumes de Venise

Tel : 04 90 65 00 49 ; Fax : 04 90 65 06  
56

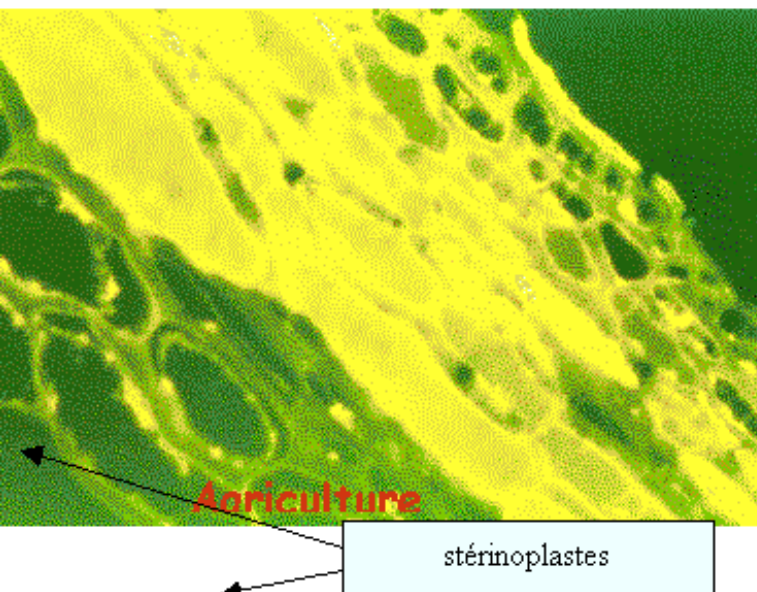
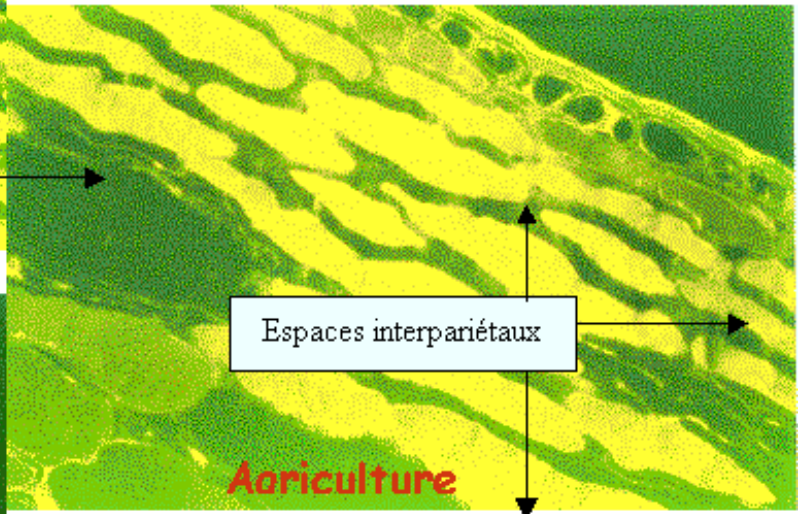
Pour plus d'informations :

Site Web : <http://www.enigma-france.com>

Etude cytologique réalisée sur des baies d'AOC Chateauneuf du Pape



Prélèvement 22 Juillet-



## Etude cytologique réalisée sur des baies

### CONCLUSIONS

**LA VIE** : une énergie néguentropique qui lutte contre l'entropie universelle

- Lutte énergie Néguentropique (énergies vitales) contre énergie Entropique (ondes e.m., gravitation, magnétiques, espace-temps, physico-chimie...).
- Système ouvert en déperdition permanente d'énergie.
- Relation proie-prédateur : loi fondamentale de l'Univers connu. Corollaire : l'obligation de nutrition et de reproduction : l'animal/le végétal, une évolution parallèle.
- Interactions entre les espaces clos. *Asymétrie fonctionnelle*.
- Relations Homme-Terre : naturaliste par obligation, penseur par accident, technocrate par nécessité, assassin par cupidité.

### CULTURES ET ELEVAGES

Un besoin vital pour une nouvelle Civilisation : la *Civilisation de masse* (civilisation d'estomacs).

Technologie choisie et appliquée : les camps de concentration pour animaux et végétaux.

### LA VIGNE

*Contradictions des techniques culturelles actuelles avec le naturel génétique :*

- 1 La vigne est une liane : la taille la réduit à l'état d'un nain végétal : blocage de son expansion énergétique qui se trouve anormalement concentrée dans ses structures organiques de base.
- 2 Sa morphologie et sa physiologie lui commandent de ramper (sol) puis de s'accrocher (vrilles) puis de grimper vers le soleil (photophytosphère).
- 3 Elle est cultivée dans des camps de concentration d'où : elle vit dans ses excréments (sol), chaque photophytosphère interfère (atmosphère), elle concentre ses pathogènes et s'autopollue. Un problème, le fer des fils et des piquets (capteurs em).
- 4 Elle est isolée des faunes et microfaunes, des flores et microflores qui lui sont naturellement associées : d'où, une perte d'identité écologique référentielle.

## La BIODYNAMIE

- a. **Loi de base** : permettre au végétal de conjuguer harmonieusement les énergies propres au végétal avec l'ensemble des énergies extérieures : respecter toutes les expressions de son ADN (sa nature de liane) ainsi que son insertion dans la biodiversité. (**cette loi de base ne paraît pas respectée**).
- b. **Respecter les cycles cosmiques**
- c. **Rédiger un cahier des charges** conjuguant les données acquises argumentées par des données scientifiques qui permette la création d'un *label de qualité*