



## L'Intelligence des Plantes

---



## **L'intelligence des plantes enfin révélée**

Yves Sciama

Les plantes ont le sens de l'ouïe, elles savent se mouvoir et communiquer, elles ont l'esprit de famille et elles ont même de la mémoire ! En un mot : ce sont des êtres intelligents. Telle est l'étonnante décou-verte de biologistes, dont les travaux révolutionnent totalement notre regard sur le monde végétal.

Ainsi s'est peu à peu constituée une nouvelle branche de la physiologie végétale, inspirée de la zoologie et basée sur l'observation objective du comportement des plantes.

Des dispositifs de plus en plus ingénieux permettent d'épier les racines, dont le rôle est essentiel.

Cette exploration des capacités sensorielles et comportementales des plantes a d'abord révélé l'extrême sensibilité végétale, comparable, voire supérieure à celle des animaux.

Concernant la lumière, les plantes détectent à la fois des longueurs d'ondes (dans l'ultraviolet et dans l'infrarouge) que nous ne voyons pas, et des intensités si faibles qu'elles nous sont imperceptibles. Leur sens du toucher est sidérant : elles réagissent à des effleurements insensibles et détectent la moindre inclinaison des branches ou des racines.

Au-delà de la perception, l'éthologie végétale a surtout révélé que les plantes agissent, loin de l'image d'objet inerte qui leur colle à la peau, en modifiant sans cesse leur forme et leur composition chimique.

Grâce aux bouquets de composés qui s'envolent du feuillage ou des signaux chimiques émis par les racines, les plantes s'envoient des messages à elles-mêmes d'une branche à l'autre, "parlant" à leurs congénères alentour, convoquant les insectes prédateurs de leurs agresseurs. Elles ont un comporte-ment social et distinguent le soi du non-soi, les membres de leur espèce des autres, et rivalisent plus ou moins âprement avec leurs voisines selon leur degré de parenté. En ce sens, on peut parler de familles et de tribus.

Des expériences très variées, réalisées un peu partout dans le monde sur différentes espèces, révèlent toute une panoplie de comportements qu'il est difficile de ne pas qualifier d'intelligents.

### **Les arbres bougent pour s'adapter à leur environnement**

Les cellules qui constituent son tronc s'allongent et se ramassent en permanence pour corriger sa pos-ture, se servant de la pression qui règne en leur sein comme un moteur. La paroi joue donc un peu le rôle d'un muscle.

### **Les arbres ont le sens de l'équilibre**

L'oreille interne des arbres

Certaines cellules abritent des grains d'amidon qui, se déplaçant en fonction de la gravité, les informent de leur inclinaison. Les arbres disposent de capteurs qui mesurent la variation de la pente le long de leur tige : leurs cellules s'influencent de proche en proche le long du rayon de la tige et sont ainsi capables de sentir sa courbure locale.

### **Les plantes combattent leurs agresseurs**

Attaquées par des insectes, certaines plantes préviennent leurs gardes du corps : elles envoient des messages chimiques au prédateurs de leur agresseur.

On savait que les acacias ou les peupliers, broutés par des ruminants, produisent des tanins qui rendent leur feuillage moins ragoûtant. Ian Baldwin a dénombré près de 950 composés que le tabac sauvage produit en réaction à une agression. Si certains sont des toxiques connus,

comme la nicotine qui est un paralysant musculaire, la fonction de la majorité de ces composés est inconnue.

### **La mémoire**

Le tremble se souvient d'un coup de vent pendant presque une semaine. Trente minutes après que la branche de l'arbre a été pliée, l'expression d'un gène, jusqu'alors inactif, se déclenche. Cependant, lorsque la torture se répète chaque jour, ce gène cesse de s'exprimer. Et il faut attendre entre cinq et sept jours de repos pour qu'il soit prêt à se déclencher à nouveau.

### **Le sens du toucher**

Le concombre anguleux n'a pas l'équipement enzymatique nécessaire à la fabrication du bois : s'il s'élève de plus d'une trentaine de centimètres, sa tige se ploie et il se retrouve au ras du sol, confiné dans une lumière médiocre. Il doit donc s'agripper à d'autres plantes pour s'élever. Afin de les trouver et de s'y accrocher, *Sicyos angulatus* a développé des organes d'une sensibilité au toucher fantastique : les vrilles, qui, telles des mains aux doigts déployés, tournoient en s'allongeant, cherchant la rencontre avec un support salvateur autour duquel s'enrouler. Ce sont les protéines membranaires qui à chaque stimulation mécanique libèrent un flux d'ions calcium qui informe la cellule du contact.

### **Le sens de l'odorat**

Pour la cuscute, c'est une question de survie, elle flaire sa proie. Dépourvu de chlorophylle, ce parasite doit trouver une proie dans les soixante-douze heures suivant sa germination, puis s'allonger vers elle jusqu'à y enfouir sa pointe et en sucer la sève. Sans victime à sa portée, la tige s'allonge au hasard; mais qu'un plant de tomate se trouve à proximité, et la cuscute l'attaque en une vingtaine d'heures à peine. Plus éloquent encore : elle fonce avec la même fougue sur un leurre parfumé à l'extrait de plant de tomate ! Placée à mi-chemin entre un plant de blé et un plant de tomate, la cuscute se dirige toujours vers la juteuse tige de tomate. Qui plus est, placée entre un plant de tomate sain et un autre attaqué par des bactéries, elle fond sur la tomate saine.

### **Le sens de l'ouïe**

Le maïs capte les sons. Ce phénomène a été testé en laboratoire. L'ouïe est une autre façon de communication moins coûteuse en énergie que l'émission de composés organiques. Les arbres émettraient aussi certains sons, et plusieurs équipes s'intéressent déjà à cette étrange audition végétale.

### **La solidarité**

Les vieux arbres maternent les plus jeunes, le plus souvent issus de leurs graines. Les "arbres-mères" donnent de la nourriture aux plus jeunes via les racines. Cette nourriture est également transportée par les mycorhizes, des champignons du sous-sol qui relient les racines des arbres.

### **La communication**

La communication par voie aérienne entre plantes s'est avérée très répandue. Les plantes s'alertent par l'émission de composés volatils. Mais des signaux souterrains circulent aussi. Lorsque la tomate tombe malade, elle prévient ses voisines via un message transporté par un champignon racinaire. En présence du champignon racinaire, la tomate saine se met à produire des enzymes de défense, habituellement synthétisées lors des attaques. A l'inverse, si la mycorhize est absente, les défenses de la tomate saine ne sont pas mobilisées. On sait que les plantes émettent des composés volatils en permanence, et qu'à chaque stress, la composition de ce cocktail change.

### **L'esprit de famille**

De nombreuses plantes sont capables de reconnaître si leur voisin est de leur famille ou de la même espèce. Cette faculté semble venir des exudats, ces cocktails de molécules sécrétées

par les racines, dont les fonctions sont multiples, allant de la dissolution de la roche à la nutrition des bactéries amies.

On sait que les plantes émettent des composés volatils en permanence, et qu'à chaque stress, la composition de ce cocktail change.

### **Les plantes ont-elles une neurobiologie ?**

Soit l'équivalent d'un système nerveux, permettant à l'information de circuler sous forme électrique ?

Certains chercheurs pensent que oui. La communication électrique chez les plantes et la circulation de messages via des ondes de dépolarisation membranaire ont été mises en évidence il y a des années. Et l'on sait désormais qu'il y a chez les plantes des phénomènes d'exocytose et d'endocytose, soit d'expulsion et d'absorption membranaires de molécules, qui rappellent beaucoup les synapses nerveuses des animaux.

Comment les plantes intègrent-elles les centaines d'informations qu'elles reçoivent ? Comment chacune de leurs branches, tiges, feuilles, se comporte-t-elle en tant que partie d'un tout intelligent ?

Les plantes auraient un cerveau distribué, situé à l'extrémité des racines. Certains chercheurs argumentent que la pointe de chaque racine possède une zone dite "de transition", située entre le premier et le second millimètre, où se fait l'intégration des multiples informations qu'elles reçoivent. C'est la partie de la plante où se déroule la plus forte activité électrique, celle qui consomme le plus d'énergie.

Les centres intégrateurs de chaque racine sont tous interconnectés car toutes les racines convergent, ils fonctionnent en réseau. La plante bénéficierait ainsi de l'intelligence collective de ses racines, ce qui expliquerait son comportement complexe.

Il y a cependant encore beaucoup de polémiques autour de "l'intelligence" des plantes.

Les végétaux accomplissent leurs fonctions sans organes, elles respirent sans poumons, désintoxifient sans foie, digèrent sans intestin... et ont une intelligence sans cerveau. (Stefano Mancuso).

Si le riz a deux fois plus de gènes que l'homme, cela montre bien qu'il est au fond plus complexe.

Difficile à étudier, car enfouies sous terre, les racines des plantes ont longtemps été négligées. Aujourd'hui pourtant, on examine de plus en plus leur grande sensibilité et leurs comportements sophistiqués et souvent ordonnés. Siège d'une activité chimique et électrique importante, capables d'envoyer des signaux aux tiges et aux feuilles comme d'en recevoir, elles sont vues par certains comme le cerveau décentralisé des plantes, qui contrôle l'ensemble de leurs activités.

La croissance des racines varie constamment. Selon les informations reçues, elles changent d'orientation, accélèrent, ralentissent se ramifient. En revanche, si la pointe de la racine est coupée, la croissance est uniforme.

### **Autres sources**

Pour rester droites, les plantes doivent constamment s'adapter de manière active aux changements de leur environnement et à leurs propres modifications, comme l'augmentation de leur masse ou la modification de leur inclinaison. Ce mécanisme d'adaptation très efficace, appelé gravitropisme, est également d'une grande complexité et reste largement inconnu.

Les chercheurs de l'Inra viennent de montrer que les plantes ne peuvent pas maintenir leur droiture uniquement en percevant leur inclinaison par rapport à la gravité. Elles ont également besoin d'évaluer leur propre courbure. Cette propriété, nommée proprioception, se retrouve également chez l'homme et l'animal et leur permet d'être conscients de leur forme et de leur mouvement.

Ces travaux sont très importants car ils ouvrent la voie à un modèle mathématique universel

permettant de simuler et de modéliser les mouvements d'une immense variété de plantes et d'arbres. Ce modèle très élégant montre que la forme finale de la plante et son mouvement dépendent d'un subtil équilibre dynamique entre, d'une part, sa sensibilité à la gravité et, d'autre part, sa sensibilité proprioceptive, c'est-à-dire la perception intrinsèque de sa courbure. Cette avancée théorique est majeure pour plusieurs raisons. En premier lieu, elle confirme l'importance chez les plantes de la proprioception, capacité qu'elles partagent avec l'ensemble du vivant. En second lieu, elle permet d'envisager une amélioration génétique sélective bien plus efficace qui permettrait aux cultures une résistance accrue aux évolutions et perturbations du climat. Enfin, elle permet d'imaginer une productivité optimisée des arbres en sylviculture, grâce au contrôle de la rectitude des arbres qui est également liée à la qualité du bois. Dans la perspective du changement climatique annoncé, on comprend mieux tout l'intérêt économique et écologique de ces recherches.

Les plantes communiqueraient par des clics sonores

Publiant leurs travaux dans la revue *Trends in Plant Science*, des chercheurs britanniques et australiens suggèrent, à partir de données expérimentales, que les plantes pourraient communiquer entre elles non seulement chimiquement, mais aussi à l'aide de cliquetis inaudibles pour l'oreille humaine.

Si les scientifiques de l'Université d'Exeter avaient déjà montré, récemment, que des choux 's'avertissent' entre eux de la présence de chenilles en émettant un gaz perceptible par les plants voisins, ceux de l'Université de Bristol pensent avoir mis en évidence un autre système de communication entre les plantes. Sonore, celui-là.

Utilisant de puissants amplificateurs, ils ont en effet 'écouté' des pousses de maïs... et entendu des cliquetis, inaudibles tels quels à l'oreille humaine, provenant de leurs racines. Émettant ensuite artificiellement un bruit continu à une fréquence similaire à ces clics, les chercheurs ont constaté que les plantes poussaient en direction de cette source sonore. Monica Gagliano, de l'Université d'Australie occidentale et auteur principal de l'étude a ainsi décidé de réaliser une autre expérience. Elle a placé des plants de fenouil commun – connu pour émettre des substances chimiques qui entravent la croissance des plantes concurrentes – à proximité de semences de piment. Une opération qui lui a permis d'observer chez celles-ci l'effet inhibiteur escompté.

Néanmoins, après avoir neutralisé l'arme chimique du fenouil, cette spécialiste a constaté que le piment se mettait à pousser plus vite que la normale, comme si, 'averti' de la présence de son dangereux voisin, il mettait les bouchées doubles pour se développer au maximum avant que le fenouil ne 'ré-attaque'. Averti comment ? Par la détection d'un bruit ou de vibrations, pensent les chercheurs.

Selon Monica Gagliano, il est logique que les plantes produisent des vibrations sonores et y répondent, car elles peuvent leur donner des informations sur l'environnement autour d'elles, les ondes sonores pouvant se déplacer facilement à travers le sol. "[Ceci] ouvre un nouveau débat sur la perception et l'action des gens envers les plantes", conclut-elle ainsi.

franceculture.fr

La question paraît saugrenue. Il y a quelques années, elle ne se serait certainement pas posée. Pourtant, le magazine *Science et Vie*, notre partenaire pour cette émission, titre son dossier de ce mois de mars : "L'intelligence des plantes enfin révélée". On pense d'abord à une formulation légèrement exagérée. Et puis, au fil des pages et des exemples d'observations et d'expériences, le doute s'installe. En effet, les plantes sont bien dotées de multiples facultés que l'on pensait réservées au monde animal. Certains de leurs sens, comme l'odorat, sont même nettement supérieurs aux nôtres. Surtout, elles peuvent communiquer entre elles, reconnaître leurs congénères, nourrir leur progéniture, garder des événements en mémoire... Elles élaborent aussi des stratégies pour combattre leurs agresseurs. Et elles s'entraident.

Toutes ces caractéristiques sont décrites avec un langage anthropocentrique sans doute un peu abusif parfois. Il n'empêche qu'elles posent clairement la question : les plantes sont-elles, finalement, dotées d'une forme de ce que nous appelons "l'intelligence". Certes, le terme est

largement galvaudé aujourd'hui, ce qui n'arrange pas les choses. De nombreux objets, puces électroniques, capteurs, téléphones, ordinateurs ou robots sont déclarés « intelligents » abusivement. Mais les plantes ? Qui dit intelligence, sous-entend cerveau. Où se trouve-t-il dans un arbre, une fleur, une tomate ? Certains chercheurs pensent que tout se passe à l'extrémité des racines. De fait, leurs ramifications infinies ne sont pas sans ressembler à la structure des neurones et des synapses... De là à parler d'un cerveau qui, enfoui sous terre piloterait l'ensemble des fonctions de la plante, prendrait des décisions, engrangerait des connaissances. Quelles sont les découvertes réalisées au cours des trente dernières années et qui conduisent aujourd'hui à nous poser la question de l'intelligence des plantes ?

La complexité du règne végétal est-elle vraiment comparable à celle du règne animal ?

### Plantes carnivores

On appelle plante carnivore tout végétal capable d'attirer et de capturer des proies (insectes, acariens et autres petits invertébrés essentiellement) puis d'en assimiler tout ou partie afin de subvenir (partiellement) à ses propres besoins. Il existe plus de 500 espèces de plantes carnivores connues à ce jour.

Les pièges sont, dans la plupart des cas, des feuilles modifiées. La diversité morphologique et fonctionnelle de ces pièges est remarquable. L'outre de capture des Utriculaires, l'urne des Népenthès, les mâchoires des Dionées, les poils gluants des Rossolis, etc. sont des adaptations indépendantes à la fonction carnivore.

La nutrition carbonée et la production de sucres se font par la voie classique de la photosynthèse, comme chez la plupart des végétaux dits supérieurs. Les plantes carnivores fixent ainsi le dioxyde de carbone de l'air, en présence de lumière, et absorbent l'eau et sels minéraux par leurs racines. Les proies qu'elles capturent ne sont, bien souvent, que des sources complémentaires d'azote et de phosphore.

Les pièges des plantes carnivores sont caractérisés par leur mobilité et leur rapidité pour quelques-unes. S'ils sont mobiles ils sont dits "actifs", s'ils ne le sont pas, on parle de pièges "passifs". Certains mouvements sont visibles à l'œil nu, comme la fermeture du piège de la Dionée.

### Les népenthès

Les népenthès sont des lianes tropicales qui ont inventé le sac. En se vrillant sur elle-même, l'extrémité de leurs feuilles forme une urne surmontée d'un opercule parapluie. Dans ce récipient végétal dont les bords sont glissants comme un plancher bien ciré, la plante sécrète et stocke un liquide sucré. Du nanan pour les insectes de passage. Mais en réalité un piège mortel car les bestioles y tombent et s'y noient. Devenir carnivores, c'est en effet la solution qu'ont trouvée les népenthès pour disposer d'un apport azoté étant donné que, dans les sols souvent inondés ou détrempés des forêts humides où ils poussent, l'azote est difficilement assimilable par les racines. Pierre Barthélémy

### Dionaea muscipula

Les feuilles de la *Dionaea muscipula* sont disposées en rosettes d'un diamètre variant de 10 à 15 centimètres à taille adulte (bien plus pour certaines variétés de culture) et sont composées d'un limbe en deux parties. L'inférieure a une largeur très variable par rapport à sa longueur, elle-même variable selon les variétés. La partie supérieure du limbe est formée par le piège, une sorte de mâchoire composée de deux lobes séparés et reliés par une nervure centrale épaisse. À la périphérie des deux lobes, on trouve une série de 15 à 20 dents marginales légèrement courbées vers l'intérieur. À la bordure des lobes et située sur la face interne des parois, la bande périphérique comporte des petites glandes sessiles qui sécrètent un nectar riche en glucides afin d'attirer les proies. La surface digestive (ou surface interne) sur laquelle se dressent trois poils disposés en triangle se trouve au centre des deux lobes et est couverte d'une multitude de glandes digestives.

Les fleurs de la *Dionaea muscipula* sont portées par une hampe florale d'une trentaine de centimètres, chaque hampe pouvant porter 2 à 15 fleurs disposées en ombelle. La fleur (3-4cm) se compose de 5 sépales, 5 pétales blancs, 5-15 étamines et d'un unique carpelle supère. Les

fleurs de la *Dionaea muscipula* sont protandres : le pollen devient mature avant que le pistil ne soit réceptif. Ce caractère favorise la fécondation croisée avec un autre individu. Cependant, l'autopollinisation est possible.

Il est quelquefois possible d'observer un phénomène de "pseudo-viviparité" : une plantule se développe au niveau de la hampe florale, qui peut ensuite être séparée. Ce phénomène intéressant pourrait montrer que les fleurs sont en fait des feuilles modifiées. Il semblerait favorisé lors d'alternance entre nuits fraîches et journées chaudes.

Les insectes sont attirés par une odeur qui se dégage au niveau du piège, sans doute plus précisément au niveau des glandes nectarifères du pourtour. Le piège se referme grâce à des poils sensitifs qui se plient facilement dès qu'il y a deux contacts en un temps limité et déclenchent alors un signal. La fermeture (thigmonastie) et la suite des mécanismes sont complexes et mal connues car il n'y a pas de fibres contractiles analogues à celles des muscles animaux et chaque cellule une fois allongée ne pourra pas revenir au stade antérieur. La digestion qui s'ensuit est, par contre, plus classique, les enzymes protéolytiques existant aussi bien dans les cellules animales que végétales pour les mécanismes intra-cellulaires : il y a "simplement" libération à l'extérieur. Certains points sont détaillés ci-dessous mais il est clair que certaines étapes sont reprises de connaissances plus générales en physiologie végétale et n'ont pas forcément été démontrées ou étudiées spécifiquement chez *Dionaea*.

## **Les plantes parlent**

"Les plantes parlent, elles communiquent. Utilisant un langage qui nous est encore en grande partie inconnu, elles envoient des messages à d'autres plantes et à leur environnement", explique Michele Carlino d'euronews, en guise d'introduction.

Alors comment fonctionne cette intelligence végétale ? Dans le laboratoire de l'université de Florence, en Italie, les chercheurs tentent de décoder les signaux émis par les plantes. Leur approche est innovante et s'inscrit dans le cadre du projet européen PLEASED (PLants Employed As SEnsing Devices).

"Les plantes sont capables de percevoir le champ de gravitation, le champ électrique, le champ magnétique, les gradients chimiques, etc... Cette énorme quantité d'informations que les plantes perçoivent et reçoivent est là, à notre disposition. Nous devons simplement réussir à trouver le moyen de la décoder et donc de la rendre intelligible", explique Stefano Mancuso, spécialiste des plantes à l'Université de Florence.

## **Des biocapteurs utilisables pour gérer l'environnement**

Les végétaux sont donc constamment en alerte pour s'informer sur l'environnement qui les entoure : pour anticiper les agressions extérieures par exemple. Plus de 700 capteurs sensoriels différents ont ainsi été répertoriés dans le monde végétal. A Florence, on teste donc les réactions des plantes aux stimuli externes.

"En observant des signaux générés par les plantes, nous sommes en mesure de remonter aux stimuli qui les ont générés, de manière assez précise. Une fois que les signaux ont été lus sans être déformés, et en ayant été éventuellement amplifiés, ils sont numérisés. Autrement dit un signal analogique qui varie dans le temps se transforme en donnée chiffrée", indique Andrea Vitaletti, coordinateur du projet PLEASED.

## **Décrypter le vocabulaire des plantes**

En utilisant la sensibilité et les capacités de perception des végétaux, on peut donc recueillir des données. Ces plantes "connectées" deviennent des biocapteurs capables de mesurer des paramètres environnementaux tels que la température, le niveau d'humidité, la pollution ou encore le niveau d'acidité des pesticides.

Pour Stefano Mancuso, "il s'agit vraiment d'un vocabulaire. A chaque paramètre environnemental correspond un message électrique bien particulier. Si on réussit à les codifier, on a en main une Pierre de Rosette pour les plantes, qui nous permet de décoder ce que les plantes ressentent".

Des arbres - équipés d'un petit dispositif électronique - se transforment alors en sentinelles de l'environnement. Mais ce sont aussi leurs interactions qui intéressent les scientifiques. "L'objectif final est de collecter les données provenant de plantes diverses et de les rassembler dans une sorte de réseau, qui sera ensuite capable de les traiter et de les agréger", ajoute Mario Paoli, chercheur en informatique au sein du projet PLEASED.

"Un arbre pourra nous fournir des informations sur tous les paramètres environnementaux en temps réel, à l'instant où il les perçoit. Alors que si l'on devait utiliser des capteurs - comme on le fait d'habitude dans les stations de surveillance - on devrait en utiliser un par paramètre et cela coûterait beaucoup plus cher", indique, de son côté, Elisa Masi, agronome au sein de l'Université de Florence.



Des applications dans la certification des cultures biologiques

Les scientifiques procédaient, en effet, jusqu'ici par prélèvement d'échantillons. Le projet PLEASED prévoit d'utiliser les plantes comme relais d'information. Le décodage des impulsions électriques qui les parcourent pourrait permettre de déterminer en temps réel la composition du sol dans lequel elles sont enracinées. Une avancée pour la surveillance de la pollution des sols et pour la certification des cultures biologiques par exemple.

<http://pleased-fp7.eu>

Copyright © European Commission 2014 / euronews 2014 - 04/06/2014

**Contact :**

Yves Moulart  
Charaf 101/22  
80000 Agadir  
Maroc

[www.prettylook.com](http://www.prettylook.com)

[moulart@menara.ma](mailto:moulart@menara.ma)

[yves.moulart@prettylook.com](mailto:yves.moulart@prettylook.com)

[www.prettylook.com/atlas-igoudar/atlas-igoudar1.html](http://www.prettylook.com/atlas-igoudar/atlas-igoudar1.html)

