

LES VÉGÉTAUX

Des symbioses pour mieux vivre

Lydie Sutty



Les notions essentielles

22 schémas pédagogiques

Une synthèse par chapitre

éditions
Quæ

LES VÉGÉTAUX

DES SYMBIOSES POUR MIEUX VIVRE

Lydie Suty

Éditions Quæ

Dans la même collection

Les végétaux – Évolution, développement et reproduction
Lydie Suty, 64 pages

Les végétaux – Les relations avec leur environnement
Lydie Suty, 56 pages

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex
www.quae.com

© Éditions Quæ, 2015
ISBN : 978-2-7592-2306-0

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage est le troisième d'une collection conçue comme un ensemble de fascicules abordant différents domaines de l'agroécologie afin d'aider à la compréhension de ce vaste sujet en pleine évolution.

Les végétaux étant au centre de tous les écosystèmes aquatiques et terrestres, les trois premiers ouvrages leur seront consacrés, abordant respectivement leur présentation générale, leurs relations avec leur environnement et, enfin, les symbioses qu'ils établissent avec d'autres organismes vivants tels que bactéries et mycètes.

La conception de ces ouvrages nécessite une concision qui ne permet pas de développer ici tous les aspects complexes des symbioses établies entre les végétaux et d'autres organismes vivant dans leur environnement. Cet ouvrage présente d'abord quelques mécanismes fondamentaux permettant l'établissement et le fonctionnement d'une symbiose. Il aborde ensuite les principaux types de symbioses impliquant au moins un organisme végétal (cyanobactéries, algues unicellulaires, végétaux terrestres). Du fait de leur importance en agroécologie, deux types de symbioses seront plus particulièrement expliquées et comparées : d'une part, les mycorhizes, symbioses entre des mycètes et les racines de la plupart des espèces végétales ; d'autre part, les nodules fixateurs d'azote résultant de la symbiose établie entre des bactéries du sol et les racines de certaines plantes, notamment les légumineuses.

Pour élargir leurs connaissances, les lecteurs trouveront des indications bibliographiques en fin d'ouvrage, ainsi qu'un glossaire et un petit quiz.

SOMMAIRE

1. Définitions et concepts	6
2. Évolution : la théorie endosymbiotique pour expliquer la genèse de la cellule eucaryote	8
2.1. Origine endosymbiotique des mitochondries et des chloroplastes	8
2.2. De la cellule eucaryote à la multicellularité	10
3. Symbioses : des relations qui débutent par la reconnaissance des partenaires	13
3.1. Diversité des associations symbiotiques dans le monde vivant	13
3.2. Reconnaissance spécifique entre hôtes et symbiotes	13
3.2.1. Reconnaissance chimique	14
3.2.2. Dialogue moléculaire	15
3.3. Modifications fonctionnelles	16
4. Symbioses végétaux-bactéries	18
4.1. Symbioses plantes-cyanobactéries	18
4.2. Symbioses plantes-rhizobactéries : nodules fixateurs d'azote	18
4.2.1 Reconnaissance des rhizobactéries par les racines des légumineuses	20
4.2.2. Infection contrôlée des tissus racinaires : formation des nodules	21
4.2.3. Synthèse de leghémoglobine et fixation de l'azote gazeux	21
5. Symbioses végétaux-mycètes	23
5.1. Les lichens	24
5.2. Les mycorhizes	25
5.2.1. Principaux mycètes mycorhiziens	25
5.2.2. Différents types de mycorhizes	26
5.2.3. Aspects fonctionnels de la symbiose mycorhizienne	29

6. Notions de génétique fonctionnelle des mycorhizes et des symbioses fixatrices d'azote	32
6.1. Gènes impliqués dans la symbiose fixatrice d'azote	32
6.2. Comparaison des voies d'établissement de symbioses et de leur régulation	33
7. Autres symbioses	35
7.1. Symbioses végétaux-fourmis	35
7.2. Symbioses chez les orchidées	36
7.3. Symbioses chez les animaux	38
7.4. Symbioses entre bactéries	40
8. Applications pratiques et valorisation	41
8.1. Applications agronomiques	41
8.2. Applications écologiques	44
Bibliographie et sites recommandés	47
Quiz	48
Glossaire	51

1. Définitions et concepts

L'écologie étudie les conditions de vie des organismes et toutes les interactions pouvant exister entre eux et leur environnement biotique et/ou abiotique. Un écosystème est une unité écologique évolutive et fonctionnelle composée d'une biocénose (ensemble des organismes vivants) et d'un biotope (ensemble des facteurs abiotiques : température, lumière, sol, etc.).

Toutes les espèces vivant dans un écosystème interagissent entre elles pour survivre et se reproduire. Les grands types d'interactions (**figure 1**) sont :

- *La prédation*

Un organisme prédateur utilise d'autres organismes, les proies, pour s'en nourrir ou nourrir sa progéniture, ce qui entraîne très souvent la mort de la proie.

- *La compétition*

C'est une course pour être le premier à utiliser les ressources du milieu, à coloniser un territoire et/ou à se reproduire.

- *Le parasitisme*

Un parasite tire sa nourriture de son hôte ou s'en sert pour se reproduire. Il est soit externe (ectoparasite), soit interne (endoparasite) et sa présence peut conduire à la mort de l'hôte. Les relations hôtes-pathogènes sont une forme courante de parasitisme.

- *Le commensalisme*

Un commensal prend une partie de sa nourriture chez un hôte, qui n'en est pas affecté.

- *Le mutualisme*

Ce sont des relations interspécifiques (entre deux espèces ou plus) et à bénéfices réciproques. Le mutualisme dérive vraisemblablement de relations de prédation, de compétition ou de parasitisme dans lesquelles, au cours de l'évolution, les espèces en jeu ont trouvé une façon de mieux vivre ensemble. Ces relations peuvent être transitoires (plantes-pollinisateurs) ou plus durables, elles peuvent s'établir pendant tout ou partie du cycle de vie des partenaires et être facultatives, ou obligatoires si la survie d'au moins un des partenaires en dépend. Une relation de mutualisme peut évoluer vers le parasitisme quand un des partenaires tend à exploiter l'autre. Les associations mutualistes les plus abouties sont les symbioses.

Le terme symbiose signifie littéralement « vivre

avec » ou « vivre ensemble ». Au sens large, le mot symbiose est utilisé pour désigner toutes les interactions durables entre organismes vivants, de la prédation au mutualisme. Pour éviter toute confusion, on réserve souvent le terme symbiose aux associations intimes, durables et bénéfiques entre des organismes appartenant à au moins deux espèces différentes : c'est le choix fait dans cet ouvrage. Les partenaires sont appelés symbiotes (ou symbiontes), mais on parle aussi de relation hôte-symbiote, en particulier quand l'un des partenaires, l'hôte, est beaucoup plus gros que l'autre (le symbiote). Les symbiotes sont classés en zoosymbiotes (animaux), phytosymbiotes (plantes), phycosymbiotes (algues), mycosymbiotes (champignons) et cyanosymbiotes (cyanobactéries).

Les bénéfices retirés par les partenaires d'une symbiose peuvent être :

- *trophiques*. Les éléments échangés sont de natures très diverses (nutriments tels que les sucres, vitamines, nitrates, antibiotiques, hormones). Dans une symbiose, on trouve souvent un partenaire autotrophe (photo-autotrophe ou chimio-autotrophe), qui sera la source de carbone organique, et un partenaire hétérotrophe, qui fournira d'autres nutriments, par exemple de l'azote assimilable et des sels minéraux ;

- *une protection*. Un des partenaires peut fournir à l'autre une protection contre des agressions biotiques (prédateurs, parasites, agents pathogènes) ou abiotiques (sécheresse, lumière, gel) en l'abritant et/ou en sécrétant des molécules de défense ;

- *des propriétés émergentes*. La symbiose peut permettre d'acquérir des structures, des organes et/ou des fonctions nouvelles. Par exemple, les nodules racinaires fixateurs d'azote sont de nouveaux organes résultant de l'interaction entre les racines de certaines plantes et des bactéries du sol. Ils confèrent à la plante une nouvelle fonction, la possibilité de transformer l'azote atmosphérique en composés azotés directement assimilables.

Plusieurs critères permettent d'évaluer une symbiose : le degré de dépendance des organismes concernés, la nature et le volume des transferts d'un partenaire à l'autre, la spécificité de l'association et les échanges éventuels de matériel génétique.

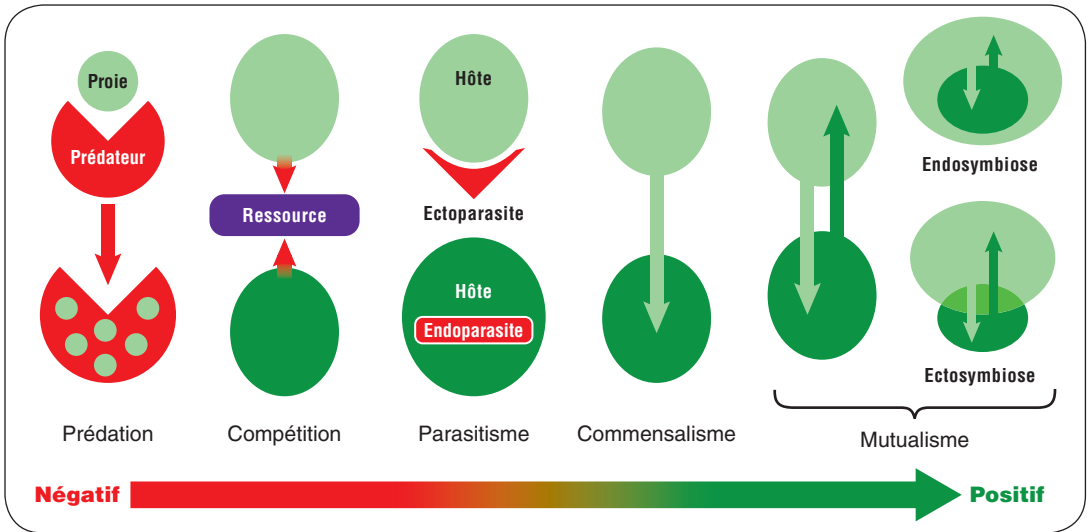


Figure 1. Principaux types de relations entre organismes vivants.

Une symbiose résulte de processus évolutifs permettant à des organismes présents dans un écosystème de s'adapter l'un à l'autre pour transformer les inconvénients d'une cohabitation en avantages pour l'un et pour l'autre. Ce processus peut aller jusqu'à l'émergence d'une nouvelle entité résultant d'une fusion des partenaires initiaux. La transmission des nouveaux caractères à la génération suivante peut se faire directement (transmission verticale) ou indirectement en passant par l'environnement (transmission horizontale). La plupart des symbioses sont apparues, se sont perdues puis sont réapparues plusieurs fois au cours de l'évolution, en fonction des modifications du milieu.

Ce type de relation est très complexe car chaque partenaire a des caractéristiques physiques, anatomiques, métaboliques et physiologiques différentes, qui lui confèrent des besoins et des stratégies de vie spécifiques. Vivre ensemble nécessite donc de rendre compatibles les modes de vie des partenaires qui doivent se rencontrer, se reconnaître, communiquer et établir, puis maintenir, la relation de partenariat. Les principaux types de symbioses impliquant directement ou indirectement un organisme végétal seront abordés dans les chapitres suivants.

À RETENIR

- Le terme symbiose est souvent utilisé pour désigner l'ensemble des interactions existant entre les organismes vivant dans un écosystème, de la prédation à la symbiose mutualiste, mais de nombreux scientifiques le réservent aux interactions à bénéfices mutuels (symbiose mutualiste).
- Les symbioses sont très diverses et concernent des organismes appartenant à tous les règnes du vivant. Elles se sont établies au cours de l'évolution pour permettre la survie d'individus, de populations et d'espèces.
- Une symbiose nécessite l'établissement d'un dialogue moléculaire complexe entre les organismes impliqués. Ces échanges concernent souvent les nutriments et la protection mais peuvent aussi conduire à l'émergence de nouveaux organes et fonctions, et même à l'apparition de nouvelles espèces.