# LE SOL, PARTENAIRE DES PLANTES

## Les nutriments, le sol et les plantes

©UCL - Laboratoire de mycologie

Comme tout être vivant, les plantes ont besoin de quantité de nutriments différents pour se développer. Elles trouvent ceux-ci dans le sol et les puisent par le biais de leurs racines. Et -qui l'aurait cru- elles créent de nombreux relations de voisinage pour s'y faire aider, parfois avec des organismes microscopiques, invisibles à l'œil nu. Petit tour d'horizon pour se plonger dans ces relations encore assez peu connues et pour s'informer sur les nutriments des plantes, leurs fonctions et leurs effets.

Vous trouverez la définition des mots accompagnés d'une astérisque dans notre Glossaire, rubrique "Ressources potager scolaire"

## L'ESSENTIEL EST INVISIBLE POUR LES YEUX


1. LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX, ÉLÉMENTS DE VIE ..... 1
2. L'IMPORTANCE DES INTERACTIONS SOCIALES ..... 2
   - Les mycorhizes ..... 2
   - L'activité microbienne ..... 3
   - Les légumineuses et leurs nodules ..... 3
   - Les nouvelles découvertes ..... 3
3. LES PRINCIPAUX NUTRIMENTS ET LEUR FONCTION ..... 3
   - Les macro-éléments ..... 4
   - Les oligoéléments ..... 6
   - Petit récapitulatif des principales carences et leurs remèdes ..... 6
4. EN RÉSUMÉ ..... 7


## 1. LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX, ÉLÉMENTS DE VIE

Les plantes, comme nous, ont besoin de sels minéraux. Elles les trouvent dans le sol. Et elles nous rendent un incroyable service puisqu'elles vont absorber ces minéraux essentiels, les transformer et les rendre assimilables par nos corps. Ainsi, s'il nous est permis de simplifier un peu : sol fertile = légumes en forme = jardinier en bonne santé.

La deuxième partie de ce document reveillera peut-être chez vous de douloureux souvenirs de cours de chimie ardus... Il n'est certes pas indispensable de jongler avec les éléments chimiques pour réussir de belles salades au potager. Mais - qui sait - peut-être ce texte vous aidera un jour pour comprendre pourquoi vos plantes restent chétives, pourquoi vos tomates ont du mal à fructifier.

Mais avant tout, sachez que la chimie au potager est bien souvent affaire de ...biologie. Et oui, nos chères salades interagissent avec champignons, bactéries et compagnie pour s'assurer une belle et longue vie, jusqu'à ce que le jardinier les sépare de leurs racines.

## 2. L'IMPORTANCE DES INTERACTIONS SOCIALES

Personne ne serait surpris d'entendre dire qu'un sol pauvre en nutriments ne peut nourrir convenablement les plantes. Mais parfois, tous les éléments minéraux sont bien présents dans le sol et pourtant, les plantes montrent des signes de carence. Eh oui, ce n'est pas parce que l'élément est présent qu'il est directement assimilable par les racines de la plante ; pour cela, il doit être biodisponible.

> La biodisponibilité est définie comme la propriété que possède un élément de pénétrer dans les racines puis de s'intégrer au métabolisme d'une plante. Pour être biodisponible, un élément doit se trouver sous la bonne forme chimique (dans le cas des plantes, il doit être minéralisé) et ne pas être retenu dans le sol, par exemple par un autre élément.

Nous verrons au point 3 qu'il existe de nombreuses interactions entre les différents minéraux qui, tantôt facilitent leur absorption, tantôt la freinent. L'acidité du sol joue notamment un rôle important. Mais la biodisponibilité est aussi affaire des êtres vivants du sol. Ainsi, un sol peu vivant est ingrat pour la plante. Il existe de nombreuses interactions sociales entre les plantes et d'autres êtres vivants. En voici quelques-unes :

### Les mycorhizes

Les mycorhizes sont des champignons vivant en étroite relation avec les racines des plantes : le mycélium* du champignon entoure les racines de la plante (ectomycorhizes) ou en colonise carrément l'intérieur (endomycorhizes). La plupart des plantes (environ 70%) sont capables d'être mycorhizées, mais elles ne le font que si elles y trouvent un intérêt et si le champignon est déjà présent dans le sol, au moins sous forme de spore.

Le champignon, formé de filaments extrêmement fins, colonise des espaces beaucoup plus importants que les racines des plantes. Il parvient également à s'insinuer dans des interstices auxquels la plante seule n'a pas accès. Avec l'aide des mycorhizes, la plante est beaucoup plus efficace pour prélever l'eau et absorber certains minéraux du sol. En échange, elle lui fournit des sucres et autres substances dont il a besoin pour sa croissance.

Les champignons, qui collaborent aussi étroitement avec des bactéries, rendent également un nombre considérable d'éléments biodisponibles pour les plantes, particulièrement le phosphore. De plus, les champignons captent les éléments minéraux libérés par les plantes en hiver et les fixent dans le sol, constituant ainsi une réserve et empêchant leur lessivage*.

Notons enfin que certaines familles de plantes ne s'associent jamais avec des champignons à mycorhizes : il s'agit des chénopodiacées*/ amaranthacées* (betteraves, épinards), des brassicacées* (choux, radis, roquette, navets), des polygonacées* (rhubarbe, oseille).

**Il est possible de favoriser la mycorhization par de bonnes pratiques de cultures.** Cultiver plusieurs plantes différentes sur une même parcelle permet de maintenir les mycorhizes en place, même si certaines de ces plantes ne mycorhizent jamais. De même, maintenir une couverture végétale permanente assure la pérennité des mycorhizes d'une saison à l'autre. Enfin, en limitant le labour, on perturbe nettement moins les mycorhizes en place.

Les mycorhizes se développent uniquement dans un sol pas trop riche en éléments minéraux : si la plante obtient tout ce qu'elle désire en raison de l'apport répété d'engrais, elle ne crée pas de lien avec les champignons du sol car cela lui coûte de l'énergie, et ceux-ci disparaissent.

Une relation mycorhizienne bien connue est celle du chêne et de la truffe (ectomycorhize). Elle est hautement spécifique, c.à.d. qu'une seule espèce de champignon collabore avec une seule espèce de chêne.

Beaucoup de champignons sont moins spécifiques, et c'est le cas de ceux qui collaborent avec les plantes potagères. Ce qui veut dire qu'un champignon profitant à une sorte de légume pourra également être profitable à une autre. Notons que la présence de mycorhizes dans votre potager ne va pas vous permettre de récolter des champignons en plus de vos légumes : les champignons responsables des mycorhizes des légumes ne forment jamais de carpophore (= pied avec chapeau : ce qu'on appelle champignon dans le langage courant mais qui n'est en fait que l'organe de reproduction).

**Limitez donc l'apport d'engrais** au nécessaire et privilégiez les amendements qui apportent de la matière organique.

Enfin, les mycorhizes ne peuvent se développer que si elles sont présentes dans le sol à la base. Si vous soupçonnez une faiblesse de ce coté-là, par exemple quand vous démarrez votre potager sur un terrain longtemps malmené (piétinement, engrais chimiques, sol à nu,...), vous pouvez en importer : **amenez un peu de terre d'un jardin en bonne santé**, ou demandez quelques plantes à des jardiniers qui ont un sol bien vivant.

## L'activité microbienne

Le sol est plein de micro-organismes et de bactéries. Ceux-ci sont nécessaires à la vie du sol et donc des plantes. Cette fameuse activité microbienne est d'ailleurs très intense autour des racines. En effet, les racines « transpirent » du sucre, directement dans le sol, dont se nourrit cette faune microbienne. En échange, celle-ci rend nombre d'éléments biodisponibles pour la plante.

Les bactéries jouent un rôle-clé dans la minéralisation : nous savons que les plantes ne peuvent absorber les nutriments que sous leur forme minérale. Par malchance, le jardinier soucieux du bien-être de sa terre dépose du compost, du fumier, de l'humus - tous contenant des nutriments sous forme organique, parfaitement inaccessibles aux plantes ! Mais pas de souci : ni une, ni deux, les bactéries transforment ces matières organiques en éléments minéraux, au grand plaisir de nos légumes.

**Favorisez donc les peuplements de micro-organismes en vous approchant d'un écosystème naturel :**

- protection du sol en le gardant couvert de plantes ou d'un paillis ;
- beaucoup d'humus et de matière organique pour fournir de la nourriture ;
- limitation du travail du sol.

## Les légumineuses et leurs nodules

Une symbiose* particulière est celle qui s'effectue entre les plantes de la famille des légumineuses et des bactéries appelées *Rhizobium* que l'on détecte facilement grâce aux petits nodules visibles sur les racines. Le sucre, toujours lui, sera la monnaie d'échange de la plante. En échange, *Rhizobium* va capter l'azote présent dans l'air et le rendre... biodisponible, oui ! Et comme l'azote est une denrée chère, petite légumineuse est bien contente. C'est aussi pour cela que l'on dit que les légumineuses sont des engrais verts. Voilà pourquoi il est conseillé de cultiver des légumineuses avant les légumes gourmands au potager. Pour en savoir plus sur le sujet, consultez notre document *Les engrais verts* du chapitre 3.

## Les nouvelles découvertes

Alors que l'on a longtemps considéré les relations entre les plantes sous l'œil de la compétition, les recherches récentes montrent qu'il existe également des relations hautement solidaires. Ainsi, les arbres aident, semble-t-il, leur progéniture à survivre durant les décennies passées à l'ombre des doyens de la forêt jusqu'à ce que, enfin, un arbre trop vieux ou foudroyé tombe et laisse la lumière filtrer jusqu'au sol. Comment font-ils ? Par les racines, pardi, qui sont en étroite relation. Les anciens les pourvoient en cette terrible substance licite et nécessaire à la vie qu'est le sucre.

Ce champ d'étude est relativement récent mais nous sommes en droit de nous demander ce qui se passe vraiment au potager...

# 3. LES PRINCIPAUX NUTRIMENTS ET LEURS FONCTIONS

Petit avertissement préalable : nous décrivons dans la suite les principaux symptômes d'un déséquilibre pour les nutriments principaux. Cela est une entreprise un peu hasardeuse, les différentes plantes ayant des manières différentes de réagir aux carences et/ou excès, en fonction de leur famille, leur âge,.... De plus, un même symptôme peut être révélateur tantôt d'une maladie, tantôt d'une carence. Et comme nous l'avons vu, il arrive aussi qu'un élément soit présent en quantité suffisante mais qu'il ne soit pas biodisponible...

Si vous suspectez une carence, une analyse du sol est recommandée pour choisir vos engrais et amendements correctement et en bonne quantité. Il est bien connu que parfois, le plus est l'ennemi du bien, donc mieux vaut savoir où vous en êtes avant d'agir.

## Les macro-éléments

Les macro-éléments sont les éléments nécessaires en quantité pour les plantes. Ils sont au nombre de six : l'azote, le phosphore, et le potassium (les fameux NPK notés sur le sacs de terreau et d'engrais, pour *Nitrogenium*, *Potassium* et *Kalium* en latin), le calcium, le magnésium et le soufre.

- **L'azote (N)**

L'azote est un élément important des plantes… et de la vie en générale. En fait, sans azote, il n'y aurait pas de protéines. Les protéines sont en quelque sorte les molécules ouvrières des organismes vivants ; c'est elles qui font le travail : transport, digestion, défense immunitaire, pour ne nommer que quelques services qu'ils rendent !

L'azote est essentiel à la croissance, il permet notamment aux plantes d'avoir un feuillage bien fourni. **Une plante carencée en azote sera plus chétive que la moyenne et aura également les feuilles qui jaunissent.** Cela apparaît d'abord sur les feuilles les plus basses (= les plus vieilles) et progresse ensuite vers le haut. Chez certaines plantes, les tiges rougissent (tomates, maïs).

Un excès d'azote se montre par une grande croissance des parties vertes (feuilles, tiges), des plantes gorgés en eau et donc moins résistantes aux maladies et au vent : elles se couchent facilement. Un excès d'azote dans le sol peut également être problématique pour les nappes d'eaux souterraines, l'azote étant facilement lessivé*.

Le manque d'azote dans le sol survient lorsque l'on cultive plusieurs années de suite sans enrichir le sol. Cela peut même survenir après une seule année de culture particulièrement gourmande (comme les tomate ou les courges) si le sol n'est pas très riche au départ. Cela arrive également lorsque le sol est laissé à nu, par lessivage*.

Concrètement, on peut enrichir le sol en azote en apportant des amendements et des engrais comme le compost ou le fumier. La culture régulière de légumineuses comme engrais verts ou comme légumes est également intéressante (voir *Les engrais verts* du chapitre 3). Coté engrais, la farine de sang fournit de l'azote à effet rapide, la poudre de corne a un effet plus doux et prolongé. Le purin d'ortie donne un excellent apport en azote. Attention, les engrais azotés à action rapide se donnent toujours en début de saison ou pendant la croissance de la plante : s'il n'y a pas de plantes pour les absorber, l'azote est facilement perdu par lessivage*.

- **Le phosphore (P)**

Le phosphore est également un élément essentiel à la croissance des plantes. Il est très important au début de leur cycle de vie. Cet élément se concentre dans tous les tissus en croissance, que ce soit les racines, les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits.

Une plante carencée en phosphore aura une croissance retardée, restera chétive et aura du mal à entrer en floraison puis à fructifier. **Les feuilles prennent un vert plus foncé, une coloration tirant vers le pourpre est également possible.** Les feuilles peuvent montrer des tâches de nécrose.

La carence en phosphore ne signifie pas forcément qu'il y a déficit dans le sol : nous avons vu que les mycorhizes jouent un rôle important dans la capacité des plantes d'absorber le phosphore. Elles se plaisent dans les sols riches en humus. Un apport régulier de compost enrichira le sol avec le temps. Veillez à avoir toujours des plantes ou une autre couverture sur la parcelle et à réduire le travail du sol.

Une manière de traiter rapidement une réelle carence en phosphore est d'ajouter un engrais tel que de la farine de poisson, d'os ou des phosphates naturels. Attention, le phosphore ne pénètre pas bien le sol, il faut donc l'incorporer en profondeur. Retenons qu'il vaut mieux prévenir que guérir : un sol enrichi régulièrement avec un compost équilibré ne devrait pas rencontrer ce genre de problème.

- **Le potassium (K)**

Le potassium est indispensable à la bonne circulation de l'eau chez les plantes. Il est impliqué dans la résistance aux maladies, au froid et à la sécheresse, ainsi que dans la formation des fruits.

Chez une plante carencée en potassium, la transpiration, qui se fait par les feuilles, dysfonctionne. **Les bordures et le bout des feuilles dessèchent et s'enroulent.**

La plupart des sols ne sont pas carencés en potassium. Toutefois, des carences peuvent apparaître sur des sols riches en calcaire : le calcium freine l'absorption du potassium par la plante. Un arrosage répété à l'eau particulièrement dure de Bruxelles peut avoir un impact sur l'assimilation du potassium par les plantes. Dans ce cas, passer à un arrosage à l'eau de pluie peut remédier à cette carence. Un apport régulier de compost est également favorable : celui-ci « piège » le calcium. En cas de réelle déficience en potassium, vous pouvez enrichir le sol grâce à de la cendre de bois et en apportant régulièrement du compost. Le purin de consoude fournit également un bon apport en potassium. Sinon, certaines poudres de roche du commerce peuvent y remédier, ainsi que la vinasse de betterave.

- **Le calcium (Ca)**

Le calcium est important dans de nombreux processus qui se déroulent au sein des cellules de la plante. Il participe également à la stabilité du tissus végétal. Sa présence diminue le risque d'absorption de métaux toxiques dans la plante. Il est également très important dans la formation d'une bonne structure dans le sol et dans le maintien d'un pH correct. Toutefois, un excès peut être nuisible : le sol est alors basique et cela bloque certains éléments dans le sol (notamment potassium, magnésium, fer).

Une carence en calcium dans les plantes s'exprime par une perturbation de la croissance. **Les jeunes parties de la plante se nécrosent, les feuilles sont parfois déformées.** Un excès de calcium mène à des feuilles jaunies parce que l'absorption de plusieurs autres minéraux se fait mal. C'est toutefois un symptôme peu parlant puisque beaucoup de carences donnent lieu à des phénomènes semblables.

Un apport de calcium peut se faire par des cendres de bois, certains poudres de roches, du purin de consoude. Dans un sol sableux qui retient mal le calcium, l'apport d'argile (bentonite) et de compost va remédier.

- **Le magnésium (Mg)**

Le magnésium est un constituant de la chlorophylle nécessaire à la photosynthèse – jugez donc s'il est indispensable dans la plante. Une carence en magnésium affecte du coup la synthèse de la chlorophylle qui donne la couleur verte de la feuille. **Elle s'exprime par un jaunissement entre les nervures des vieilles feuilles.** Il y a un retard de croissance, et dans certains cas, les bourgeons ne se forment pas. La carence peut être renforcée en sol acide ou par un déséquilibre en minéraux (trop de calcium et de potassium). Au contraire, une bonne teneur en phosphates améliore la nutrition en magnésium. En sol acide, les cendres de bois ou de la dolomie peuvent apporter du magnésium (à éviter en sol basique parce qu'elles contiennent du calcium). Certaines poudres de roche apportent également du magnésium.

- **Le soufre (S)**

  Le soufre est un constituant des protéines. Sa carence s'exprime par des signes comparables à celle de l'azote, ce qui semble logique puisque leur rôle dans la plante est semblable. **On observe donc un jaunissement des feuilles, mais qui s'exprime d'abord dans les jeunes feuilles**, contrairement à la carence d'azote où les vieilles feuilles sont les plus touchées. Les plantes de la famille des choux (Brassicacées) ont particulièrement besoin de sulfates (oxyde de soufre), qui entrent dans la fabrication des composés soufrés si typiques de cette famille.

  La poudre de corne peut apporter du soufre à un sol et donc à vos plantes.

## Les oligoéléments

En plus des macro-éléments, les plantes ont aussi besoin d'autres éléments, les oligoéléments, mais en moindre quantité. Des carences en oligoéléments mènent donc également à des dysfonctionnements chez la plante. **Parmi les oligo-éléments importants, citons le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore, le molybdène, le silicium.**

Une carence en fer mène à de signes caractéristiques : les abords des nervures restent foncés tandis que le restant de la feuille jaunit fortement. Ce symptôme est semblable à la carence en magnésium sauf que les premiers symptômes apparaissent sur les jeunes feuilles. Le sol manque rarement de fer, la carence résulte plutôt d'un manque de disponibilité pour les racines. Cela peut être le cas quand le sol est chroniquement détrempé (trop d'arrosage ou stagnation de l'eau) ou dans des sols trop basiques (calcaire). Dans ce dernier cas, un apport de compost devrait palier, à terme, au problème. Dans le premier cas, il faudra travailler sur le drainage et/ou la structure du sol.

Le silicium n'est pas indispensable à la plupart des plantes, à part les graminées et quelques autres plantes. Toutefois, sa présence donne des plantes plus fortes, avec une meilleure résistance aux maladies. Un purin de prêle est indiqué à cet effet.

## Petit récapitulatif des principales carences et leurs remèdes

| Élément | Signe | Action pour y remédier |
|---|---|---|
| Azote | Feuilles anciennes jaunissent. Plantes chétives, à faible croissance. | Ajout de compost, fumier, purin d'ortie, farine de sang, corne broyée.<br>Culture de légumineuses comme légumes ou en engrais vert. |
| Phosphore | Feuilles foncent, avec éventuellement coloration vers le pourpre. Faible floraison et fructification, plante chétive. | Favorisation de mycorhizes.<br>Ajout de compost, farine d'os, farine de poissons, phosphates naturels. |
| Potassium | Bords et pointe des feuilles sèchent, s'enroulent. | Ajout de compost, cendre de bois, purin de consoude, poudre de roche, vinasse de betterave. |
| Calcium | Nécrose des jeunes parties de la plante, feuilles déformées. | Ajout de compost, amendements calcaires. |
| Magnésium | Feuilles anciennes jaunissent entre les nervures. | Ajout de cendres de bois en sol acide, compost, poudre de roche. |
| Soufre | Feuilles jeunes jaunissent (surtout chez les choux). | Ajout de poudre de corne. |
| Fer | Feuilles jeunes jaunissent fortement entre les nervures. | Drainage du sol.<br>Ajout de compost. |

## 4. EN RÉSUMÉ

- **Il existe des interactions sociales entre plantes, champignons, bactéries,...** qui sont à favoriser, parce qu'elles participent à la fertilité du sol et à la santé des plantes. Essayez donc toujours et encore de tendre vers un sol vivant en vous inspirant de la nature!
- **Les plantes ont besoin d'un ensemble d'éléments nutritifs,** en plus ou moins grande quantité selon le type de nutriment et le type de plante. La carence ou l'excès se manifestent par des symptômes plus ou moins prononcés en fonction de l'importance du déséquilibre.
- **La présence de plantes carencées ne signifie pas nécessairement que l'élément en question n'est pas présent dans le sol.** Il peut être rendu indisponible pour la plante par différents facteurs : interactions entre différents nutriments ou facteurs biologiques. C'est pourquoi il est préférable de faire analyser son sol avant d'essayer de corriger une carence par un amendement ou un engrais spécifique, afin de ne pas créer de déséquilibres en intervenant à tort. Ceci ne vaut pas pour un amendement « généraliste » comme le compost !

BIBLIOGRAPHIE NON EXHAUSTIVE

*Le guide du jardinage biologique*, Jean-Paul Thorez, éd. Terre vivante, 2007, 314 pages.

*Le sol vivant – Bases de pédologie, Biologie du sol*, Jean-Michel Gobat, Michel Aragno, Willy Matthey, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2ème édition, 570 pages.

*Botanique, biologie et physiologie végétales*, S. Meyer, C. Reeb, R. Bosdeveix, éd. Malone, 2004

*Plant physiology*, Lincoln Taiz et Eduardo Zeiger, éd. Sinauer, 1998, 2ème édition.

POUR EN SAVOIR PLUS

**www.tournesol-zonnebloem.be** >Ressources >Potager >Ressources potager scolaire

Sur le fonctionnement d'un sol en général :
Ch.1 Le sol, partenaire des plantes - Le sol, qu'est-ce que c'est ?

Sur les différentes possibilités de fertiliser votre sol :
Ch.1 Le sol, partenaire des plantes - Les engrais et amendements

Sur l'action adaptée à votre sol :
Ch.1 Le sol, partenaire des plantes - Améliorer le sol de mon potager





Tournesol-Zonnebloem asbl
Chaussée de La Hulpe 199 - 1170 Bruxelles
02/675 37 30 - info@tournesol-zonnebloem.be -
N° d'entreprise : BE 0431.921.303 - RPM Bruxelles
N° de compte : BE74 0682 0821 8207