Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Universität Zürich[UZH]

PREUVE PAR SLIP

Une enquête sur la qualité des sols à l'échelle de la Suisse avec la participation des citoyens

Que signifient les valeurs?

TABLE DE MATIÈRE

TABLE DE MATIÈRE 2
INTRODUCTION 2
SLIPS ET SACHETS DE THÉ 3
GRANULOMÉTRIE 4
VALEUR DE PH 6
CARBONE 7
AZOTE 11
PHOSPHORE 12
POTASSIUM 15
CAPACITÉ POTENTIELLE D'ÉCHANGE CATIONIQUE 16
SATURATION EN BASES 17
SOURCES 18
INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES 18

INTRODUCTION

Merci d'avoir participé activement au projet «La Preuve par le Slip» et de nous avoir envoyé non seulement des slips et des sachets de thé, mais également tes échantillons de sol!

L'aide à l'interprétation qui t'est fournie ici te permettra de **mieux comprendre ce que révèle la dégradation des sachets de thé et des slips**, mais aussi ce **que signifient les différents paramètres de sol** de ta parcelle. Elle offre à ce titre quelques informations de base, une classification sommaire des valeurs et des interprétations possibles[1].

- ➔ Tu trouveras des conseils de jardinage et de culture dans le document «Astuces pour mon sol», sur notre site internet.
- ➔ Tu trouveras également des informations générales sur la vie du sol et sur la manière dont tu peux la favoriser dans la fiche d'information «Des sols sains grâce à la diversité biologique».
- ➔ Enfin, si tu souhaites **davantage d'informations**, tu trouveras en dernière page une vue d'ensemble des publications et sites internet utiles.
- ➔ Tu as des **questions?** Tu peux te rendre sur le forum de notre site internet: Index - Forum - La Preuve par le Slip (beweisstueck-unterhose.ch). Peut-être avons-nous déjà répondu à une question similaire, sinon tu peux toi-même nous laisser une question. Naturellement, tu peux aussi nous adresser un e-mail à l'adresse info@beweisstueck-unterhose.ch. Nous essayerons d'y répondre le mieux possible.

Nous te souhaitons beaucoup de plaisir à te plonger dans le monde fascinant du sol et espérons que tu y trouveras des informations utiles!

Ton équipe du projet «La Preuve par le Slip»

[1] Ces informations sont à prendre comme une orientation générale. Les relations entre les paramètres de sol sont en effet très complexes et des classifications plus détaillées pourraient remplir des livres entiers. Les évaluations concernent avant tout le potager et les grandes cultures. Nous n'avons pu aborder que partiellement ici l'interprétation de surfaces, telles que les stations forestières, les surfaces herbagères, ou celle d'espèces végétales spécialisées.

SLIPS ET SACHETS DE THÉ

Que révèle sur mon sol la DÉCOMPOSITION DES SLIPS ET DES SACHETS DE THÉ?

Grâce à la décomposition des slips et des sachets de thé, tu peux te rendre compte de **l'activité de la microfaune et des microorganismes qui peuplent ton sol**.

Décomposition	Signification
< 20 %	Les organismes vivant dans ton sol ne se sont pas montrés très actifs, ni voraces • Soit ton sol n'abrite qu'une microfaune et des microorganismes peu nombreux • Soit les organismes de ton sol ont manqué de quelque chose • Soit les conditions climatiques n'étaient pas optimales (il a p. ex. fait trop sec, trop froid ou trop humide) ➔ Tu peux dans ce cas te référer aux conseils donnés en page 3 du document «Astuces pour mon sol» ➔ Pour davantage d'informations sur les organismes du sol et sur la manière dont tu peux la favoriser tu trouveras la fiche d'information «Des sols sains grâce à la diversité biologique»
20 – 60 %	Les organismes vivant dans ton sol se sont montrés moyennement actifs
> 60 %	Les organismes vivant dans ton sol se sont montrés très actifs et voraces ☺

Actuellement, nous tentons encore de déterminer, à travers nos analyses scientifiques, quels sont les facteurs précis qui influencent la décomposition des slips et des sachets de thé (et par conséquent l'activité des organismes du sol). Tu recevras davantage d'informations à ce sujet dans les mois à venir.

La décomposition de tes sachets de thé peut être légèrement différente de celle des slips. Cela s'explique notamment par le fait que la composition des slips diffère de celle des sachets de thé. Les slips sont principalement composés de cellulose contenant du carbone, alors que les feuilles de thé à l'intérieur des sachets contiennent moins de carbone et davantage d'azote. Cela peut se répercuter sur l'appétit des organismes du sol, qui non seulement apprécient mais ont besoin de matériaux variés.

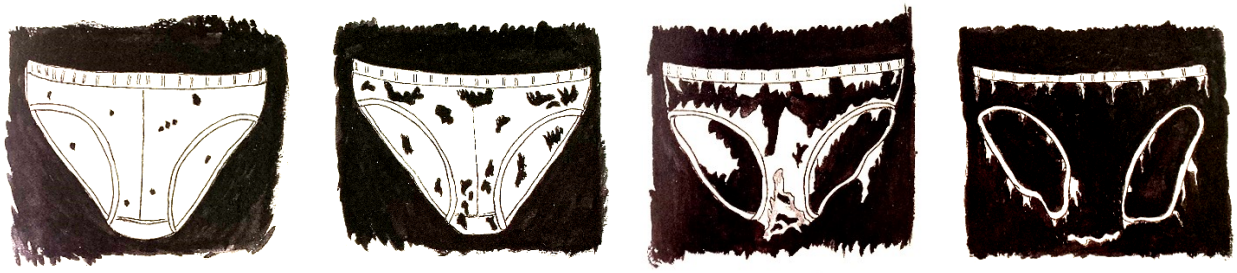


Illustration: Des slips après 2, 4, 6 et 8 semaines dans le sol. © inkandcolour.ch

GRANULOMÉTRIE

Les sols sont composés d'un mélange de pierres, de sable, de particules de limon et d'argile encore plus fines, ainsi que de matières végétales et animales en décomposition – plus communément appelées humus[2].

Lorsqu'il s'agit de mesurer la granulométrie d'un sol, on ne tient compte que des particules de moins de 2 mm (l'humus et les grosses pierres en sont donc exclus). Les particules sont triées selon leur taille et classées comme suit:

- Sable: 0.063-2mm
- Limon: 0.002-0.063mm
- Argile: < 0.002mm

Selon la proportion de sable, de limon ou d'argile que contient ton sol, il sera attribué à un **type de sol** différent. Le type de sol dépend avant tout des conditions géologiques de l'endroit et il est difficile de l'influencer. Une classification sommaire des types de sol peut être faite sur la base de leur teneur en argile – voir page suivante.

Illustrations: Sol argileux «lourd» avec fissures de contraction causées par la sécheresse – lors de sécheresses, l'argile se rétracte et forme des fissures; Elle se dilate à nouveau avec le retour de l'humidité. Shutterstock/Firdes Sayilan

[2] Selon les acquis scientifiques les plus récents, le terme 'humus' n'est plus adapté et il serait plus correct de parler de 'substance organique du sol'. Pour une meilleure lisibilité et une compréhension plus aisée, nous continuons toutefois à utiliser le terme 'humus' ici.

Que révèle sur mon sol la TENEUR EN ARGILE?

En déterminant sa teneur en argile, tu peux savoir à **quel type de sol tu as affaire**. Si ton sol contient beaucoup de gros grains de sable ou plutôt de fines particules d'argile, les effets sur les plantes qui y poussent et les organismes qui y vivent seront différents.

Teneur en argile	Type de sol	Avantages et inconvénients de ton sol
< 15 %	**Sol sableux «léger»** (Contient beaucoup de sable, peu de limon et d'argile)	+ La microfaune et les racines ont suffisamment de place et d'oxygène + L'eau peut s'infiltrer rapidement, il n'y a donc pas d'humidité stagnante + Le sol se réchauffe rapidement, mais se refroidit aussi rapidement + Le sol est facile à travailler - Le sol retient mal les éléments nutritifs et l'eau - En été, la sécheresse s'installe rapidement ➔ Tu peux dans ce cas te référer aux conseils donnés en pages 4 du document «Astuces pour mon sol»
15 – 35 %	**Sol «mi-lourd»** (Contient du sable, du limon et de l'argile en proportions similaires)	**Optimal pour la plupart des cultures** ☺ Ces sols sont considérés comme très fertiles – les propriétés positives des différentes granulométries se complètent les unes les autres: + Le sol peut stocker l'eau et de nombreux éléments nutritifs (propriété de l'argile) + L'eau peut s'infiltrer en suffisance (propriété du sable) – peu de risque d'humidité stagnante + Les racines et les organismes du sol ont suffisamment de place + Le sol est facile à travailler
> 35 %	**Sol argileux «lourd»** (Contient beaucoup d'argile, peu de limon et de sable)	+ Le sol retient bien l'eau et les éléments nutritifs - Le sol est difficile à travailler (compact et collant) - L'eau à tendance à stagner (sol peu perméable) - La microfaune du sol et les racines n'ont que peu de place et d'oxygène - Le sol se réchauffe difficilement, mais peut aussi retenir la chaleur plus longtemps en automne ➔ Tu peux dans ce cas te référer aux conseils donnés en pages 4 du document «Astuces pour mon sol»

VALEUR DE PH

La valeur de pH indique si ton sol est acide, neutre ou basique. L'échelle de pH va de très acide (pH 1) à très basique (pH 14). Un pH de 7 est dit neutre. La valeur de pH te fournit des informations sur **l'activité des organismes vivants** et sur la **disponibilité des éléments nutritifs importants** dans ton sol.

Que révèle sur mon sol la VALEUR DE PH?

Valeur de pH	Ton sol est	Influence sur les plantes, la structure du sol et les organismes du sol
< 5.5	Acide	- Trop acide pour les grandes cultures et pour de nombreuses variétés de légumes. Les organismes du sol n'y sont plus très actifs non plus - En dessous de 4.5, des substances toxiques telles que les métaux lourds peuvent être dissoutes et stockées dans les plantes - L'humus est moins transformé (activité microbienne réduite), la libération des principaux éléments nutritifs (tels que le phosphore, l'azote et le potassium) se fait moins bien et la structure du sol est influencée négativement (p. ex. structure grumeleuse peu développée) ➔ Pour rendre ton sol plus basique, voir les conseils donnés en page 5 du document «Astuces pour mon sol»
5.5 – 7.5	Neutre à légèrement acide	**Valeurs optimales pour la plupart des cultures ☺** + La plupart des éléments nutritifs sont bien disponibles + De nombreux organismes du sol se sentent parfaitement à l'aise dans ces conditions de pH + La présence d'humus, la teneur en calcaire et l'activité des organismes du sol lui assurent une structure souvent grumeleuse → les plantes peuvent bien s'enraciner et les organismes du sol disposent de suffisamment d'oxygène
> 7.5	Basique (ou alcalin)	- Ce sol est trop calcaire pour de nombreuses cultures - En effet, rares sont les plantes qui supportent un pH supérieur à 9 - Certains éléments nutritifs (notamment le phosphate) sont liés dans le sol et ne sont donc pas disponibles pour les plantes • Les sols sableux en particulier contiennent souvent trop d'humus en décomposition – la terre n'a alors presque plus de structure qui puisse absorber l'eau ou l'air + Les métaux lourds restent liés au sol et ne parviennent pas dans les plantes ➔ Pour rendre ton sol plus acide, voir les conseils donnés en page 5 du document «Astuces pour mon sol»

CARBONE

Le carbone est présent dans le sol sous forme de roches calcaires (carbone minéral) ainsi que dans la matière organique, communément appelée humus (carbone organique).

Que révèle sur mon sol la VALEUR DE CARBONE TOTAL (C_{tot})?

La valeur de carbone total indique quel **pourcentage de ton sol est constitué de carbone**, que celui-ci soit stocké dans la roche ou dans la matière organique.

➔ Que ce soit pour l'horticulture ou les grandes cultures, la valeur de carbone total n'est en soi pas très significative. C'est surtout la part de carbone organique (humus) qui est intéressante – voir l'infobox ci-dessous et l'information sur le C_{org} en page suivante.

INFOBOX Types de carbone dans le sol

Carbone organique: Humus

Tous les tissus vivants – qu'ils appartiennent à des plantes, des champignons ou des animaux – sont en grande partie constitués de composés organiques carbonés. Dans le sol, par exemple, les résidus de plantes mortes (feuilles, racines, branches, aiguilles, etc.) et les organismes morts sont composés pour moitié environ de carbone.

Lorsque la matière végétale meurt, elle sert de nourriture aux organismes du sol (bactéries ou vers de terre par exemple). Cette matière commence ainsi à se dégrader et à se transformer. Décomposée, broyée et stabilisée, elle constitue un humus très précieux, riche en éléments nutritifs et capable de retenir l'eau.

Carbone minéral: Roches calcaires

Mais les tissus morts ne sont pas les seuls à renfermer du carbone. Certaines roches peuvent également en contenir beaucoup. Il s'agit principalement de roches et de marnes calcaires dolomitiques. Celles-ci seront souvent présentes dans ton sol, s'il s'est à l'origine constitué sur ces roches – ou à partir de ces roches.

Ces parties de roches calcaires se dissolvent avec le temps, les sols devenant ainsi de plus en plus acides.

Illustration: Sol foncé et riche en humus. On reconnaît généralement un sol riche en humus à sa couleur foncée (substances humiques). Il s'avère également très fin au toucher. Shutterstock/J. Chizhe

Que révèle sur mon sol la VALEUR DE CARBONE ORGANIQUE (C_{org})?

Cette valeur indique la quantité de matière organique que contient ton sol (voir l'infobox Humus ci-dessus). Elle sert de **mesure pour la teneur en humus** et dépend avant tout de l'exploitation et de la teneur en argile de ton sol.

Valeur C_{org}	Signification
< 2%	Contient souvent trop peu de matière organique pour assurer un bon fonctionnement du sol. Dans les sols dont la teneur en sable est élevée (teneur en argile < 15%), des valeurs de C_{org} <2 % sont cependant courantes. ➔ Les avantages conférés par l'humus à la qualité du sol – voir page 10 dans ce document – ne sont guère décelables ➔ Voir les conseils donnés en page 6 du document «Astuces pour mon sol» (augmenter la teneur en humus)
2 – 10%	**Valeurs optimales pour l'horticulture ☺** ➔ Ton sol profite des avantages conférés par l'humus – voir page 10 dans ce document ➔ Poursuis ta gestion de l'humus. Si tes valeurs sont proches de 2 %, tu peux également essayer de constituer plus d'humus – réfère-toi aux conseils donnés en page 6 du document «Astuces pour mon sol»
> 10%	Pour ton potager ou tes grandes cultures, de telles valeurs sont souvent trop élevées (elles ne sont pas inhabituelles par contre dans les prairies, les forêts ou d'anciens sites marécageux) – tu ajoutes peut-être trop de matière organique à ton sol (p. ex. de compost – risque de surfertilisation), ou alors celle-ci ne parvient pas bien à se dégrader (p. ex. si l'activité des microorganismes y est insuffisante) – voir page suivante rapport C/N. ➔ Réfère-toi aux conseils donnés en page 6 du document «Astuces pour mon sol»

Pour évaluer précisément la teneur en humus de ton sol, il faut également tenir compte de sa teneur en argile et en azote. Pour évaluer la qualité de l'humus, tu peux par exemple utiliser le rapport C/N – voir page suivante.

«Le développement naturel de 1 cm de sol riche en humus peut prendre entre 100 et 300 ans»

Que révèle sur mon sol le RAPPORT C/N?

Ce rapport est un indicateur de **la qualité de l'humus**. Il permet de mesurer la quantité de matière organique qui est dégradée dans le sol. Plus le rapport C/N est bas, plus il y a d'azote par rapport au carbone organique.

Rapport C/N	Qualité de l'humus	Signification
> 20 %	Faible	Rapport trop bas, ton humus ne contribue que peu à l'approvisionnement des plantes
20 – 15%	Moyenne	➔ Réfère-toi aux conseils donnés en page 6 du document «Astuces pour mon sol»
< 15	Haute	Valeurs optimales ☺ + **Une grande partie de la matière organique est transformée** (degré d'humification élevé) + **Une grande quantité d'azote – et probablement d'autres éléments nutritifs – sont disponibles pour tes plantes** (pour plus d'information sur l'azote, voir page 11 et 12 dans ce document)

INFOBOX **L'humus un sauveur universel?**

La matière organique ne représente en général qu'une infime partie des sols, mais elle joue tout de même un rôle fondamental dans leur qualité. Ainsi, elle n'a pas seulement des effets bénéfiques sur ta récolte ou tes légumes. En apportant de la matière organique, surtout si elle provient de ta propre exploitation ou de ton potager, tu peux même contribuer à la résolution de quelques-uns des grands défis mondiaux:

«L'humus retient le carbone et prévient l'érosion des sols et l'eutrophisation des eaux!»

«Les sols riches en humus résistent mieux aux facteurs externes de stress, tels que sécheresse, températures extrêmes, compactage ou application de pesticides qui vont en augmentant»

«Un apport optimal en humus – ni trop, ni trop peu – est essentiel pour une fertilité durable des sols, pour la garantie des rendements et pour la protection de l'environnement»

Il en va ainsi parce que la matière organique influence presque toutes les propriétés et fonctions importantes du sol:

- **Habitat et nourriture pour les organismes du sol**
  Elle favorise l'activité et la diversité biologiques
- **Elle peut stocker l'eau et les éléments nutritifs et les rendre disponibles pour les plantes**
- **Elle a un effet tampon sur les polluants**
- **Elle favorise une bonne structure du sol**
  La formation de grumeaux de sol (autour de l'argile) stabilise le sol. Celui-ci supporte notamment mieux la charge, ce qui permet de prévenir l'érosion
- **Elle améliore la porosité**
  Elle favorise ainsi l'aération, améliore l'équilibre hydrique et assure un espace suffisant aux racines
- **Le sol se réchauffe rapidement**
  Grâce à la couleur foncée de l'humus
- **Elle retient le carbone (puits de carbone)**
  En Suisse, le sol stocke 7 fois plus de carbone que l'air. Ce carbone peut toutefois être rejeté si le travail du sol n'est pas adéquat

Illustration: Le ver de terre – un des organismes du sol les plus importants pour la constitution de l'humus. © Agroscope

AZOTE

L'azote (N) est avec le phosphore (P) et le potassium (K) l'un des principaux éléments nutritifs des plantes. C'est surtout au printemps que ton potager et tes grandes cultures ont un besoin important d'éléments nutritifs pour constituer une biomasse suffisante (feuilles, fruits, etc.) et se développer.

Que révèle sur mon sol la VALEUR D'AZOTE (N_{tot})?

La valeur d'azote total indique quel **pourcentage de ton sol est composé d'azote**.
Mais seule une petite partie de l'azote total de ton sol est directement disponible pour les plantes (<5 %). Le reste est principalement lié dans l'humus. Cet azote doit d'abord être libéré par les organismes du sol avant que les plantes ne puissent l'absorber (sous forme d'ammonium et de nitrate).

➔ Si la teneur en humus est optimale – voir page 8 dans ce document – il est probable que ton sol contienne également de bonnes réserves d'azote.

➔ En horticulture, il est toutefois important de savoir dans quelle mesure l'azote contenu dans l''humus' peut être rendu disponible pour les plantes. Le rapport C/N t'en apprendra plus à ce sujet – voir page 9 dans ce document.

INFOBOX Ce qu'il faut savoir sur l'azote

Danger de perte d'azote

Si l'on constitue (trop) d'humus (p. ex. par des apports importants de compost ou de fumier), une grande quantité d'azote peut être dissoute dans l'humus lorsque les conditions sont optimales pour les microorganismes (chaleur, humidité et oxygène en suffisance). Si l'on y ajoute des engrais minéraux, une grande quantité d'azote, dissoute dans l'eau du sol, est disponible pour les plantes:

➔ Les plantes peuvent être surfertilisées

➔ L'azote peut être rapidement lessivé du sol, surtout sous forme de nitrate (NO_3^-). L'ammonium (NH_4^+) est un peu mieux retenu dans le sol.

➔ Pendant la saison froide (avec des précipitation abondantes), le risque de déperditions d'azote est important. Celles-ci peuvent polluer les nappes phréatiques, les cours d'eau et notre eau potable.

➔ En agriculture, la fertilisation des champs (surtout avec des engrais liquides tels que le lisier) s'accompagne également du risque que l'azote soit libéré dans l'atmosphère sous forme d'émissions gazeuses dommageables pour le climat.

Les légumineuses, des réservoirs d'azote

De nombreuses légumineuses (p. ex. trèfles, pois, lupins, vesces) enrichissent le sol en azote. Elles le font grâce à des bactéries (appelées rhizobiums), présentes dans les nodosités des racines, qui extraient l'azote de l'air. Les bactéries reçoivent du sucre (hydrates de carbone) des plantes et en échange leur fournissent de l'azote.

Certaines légumineuses, telles que la luzerne, les trèfles et l'esparcette, produisent plus d'azote que les plantes n'en ont besoin pour leur usage propre.

Illustration: Nodosités des racines abritant des bactéries fixatrices d'azote. Shuterstock/Tomasz Klejdysz

«Tout l'art consiste à fournir un apport optimal en azote – p. ex. provenant de l'humus – à ton potager et à tes grandes cultures, tout en réduisant au maximum les déperditions d'azote»

Comment reconnaître une carence ou un excédent d'azote dans mes plantes?

Illustration: Des feuilles de courge jaunissantes indiquent une carence en azote. Shutterstock/ Korostylev Dmitrii

Carence en azote:

- Décoloration ou jaunissement fréquent des parties plus anciennes de la plante
- Les plantes connaissent des retards de croissance (p. ex. fruits plus petits, tiges plus faibles)
  - ➔ Certaines plantes montrent également une tendance à la verse (notamment céréales, lin, pommes de terre et maïs)

Excédent d'azote:

- Croissance très rapide des plantes. Dans certaines conditions, elles ne constituent pas assez de tissu de soutien
  - ➔ Risque de verse

➔ Si tu observes de tels symptômes, réfère-toi aux conseils donnés en page 7 du document «Astuces pour mon sol»

PHOSPHORE

Le phosphore est l'un des éléments nutritifs les plus importants pour tous les organismes. Les plantes en ont surtout besoin pour y puiser de l'énergie et favoriser la croissance des racines. Le phosphore, présent en grande quantité dans le sol, est en grande partie lié. Seule une très petite partie est donc disponible pour ton potager ou tes grandes cultures.

Que révèle sur mon sol la VALEUR DE PHOSPHORE TOTAL (P_{tot})?

Cette valeur t'indique **combien de mg de phosphore contient un kg de ton sol** – sous forme liée et sous forme disponible pour tes plantes.

➔ Cette valeur est un indicateur de la quantité de phosphore stockée dans ton sol

➔ Les sols suisses contiennent en général suffisamment de phosphore

➔ Cette valeur ne t'indique toutefois pas quelle quantité de ce phosphore est disponible pour ton potager ou tes grandes cultures

➔ En horticulture, c'est la valeur du phosphore disponible qui est importante (voir page suivante)

Que révèle sur mon sol la VALEUR DE PHOSPHORE DISPONIBLE?

La valeur de phosphore disponible t'indique quelle **quantité de phosphore, sous forme assimilable par les plantes**, se trouve dans l'eau de ton sol. Le tableau suivant te permet d'estimer si ton sol dispose de suffisamment de phosphore.

Valeur de phosphore disponible (mg P/kg de sol)	Signification
< 0.6	Ton sol ne contient pas assez de phosphore disponible pour de nombreuses cultures ➔ Les plantes peu exigeantes et celles dont le système racinaire est dense, comme les céréales d'automne, les radis rouges ou la doucette, peuvent éventuellement s'en sortir ➔ Réfère-toi aux conseils donnés en page 8 du document «Astuces pour mon sol» pour augmenter la disponibilité du phosphore
0.6 – 3	**Ton sol contient suffisamment de phosphore disponible pour de nombreuses grandes cultures et variétés de légumes ☺** ➔ Si ta valeur est proche de 0.6, il se peut que certaines cultures manquent de phosphore ➔ Ce sont surtout les cultures dont le système racinaire est peu dense (voir illustration ci-dessous) et les plantes exigeantes qui ont besoin d'une teneur un peu plus élevée (> 1.5): P. ex. pommes de terre, tomates, concombres, aubergines, etc.
> 3	Ton sol contient trop de phosphore disponible pour les plantes ➔ Cela peut avoir un effet négatif sur tes plantes et sur certains organismes du sol (p. ex. les champignons mycorhiziens) ➔ Des déperditions de phosphore sont possibles (risque de lessivage dans les eaux souterraines, les cours d'eau et les lacs) et peuvent donc entraîner des problèmes environnementaux ➔ Voir conseils donnés en page 8 du document «Astuces pour mon sol»

Il s'agit de valeurs indicatives très approximatives. Elles varient p. ex. en fonction de la teneur en argile de ton sol.

INFOBOX **Ce qu'il faut savoir sur le phosphore**

Les champignons, des auxiliaires

Le phosphate est généralement solidement lié dans le sol et les plantes ne peuvent l'absorber que si leurs racines poussent à proximité immédiate de celui-ci. Les plantes qui ont un système racinaire dense et étendu sont donc avantagées et absorbent plus facilement le phosphate.
C'est pourquoi de nombreuses plantes s'associent à des champignons mycorhiziens. Ces champignons s'infiltrent dans les racines et forment de longs filaments mycéliens (hyphes) qui pénètrent dans le sol comme de fines racines. Ils élargissent ainsi le réseau racinaire des plantes, leur fournissent des éléments nutritifs (en particulier du phosphore) et reçoivent du sucre en échange.
Pour davantage d'informations sur la manière de les favoriser: Agriculteur cherche champignon - AGRIDEA (abacuscity.ch)

Le phosphore disponible, une denrée rare

Malgré les énormes réserves de phosphore contenues dans le sol, le phosphate assimilable par les plantes n'est souvent disponible qu'en faible quantité. Ces réserves doivent d'abord être transformées et dissoutes par les intempéries, avec l'aide des microorganismes et des racines des plantes (qui libèrent notamment des acides).

Pollution des eaux par les engrais phosphatés

À l'état soluble, le phosphate se lie assez rapidement à l'humus et aux particules d'argile. Il est donc moins facilement lessivé que l'azote. Lors de fortes précipitations (et notamment en cas de surfertilisation), le phosphate peut toutefois être entraîné par l'érosion (ruissellement de surface) et aboutir dans les eaux. De faibles quantités de phosphate peuvent déjà y engendrer de gros problèmes de pollution.

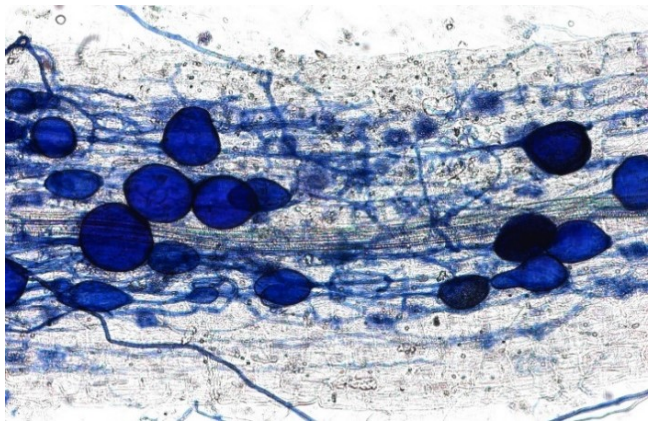


Illustration: Photo au microscope d'une racine de plante – c'est ici que se passe l'échange d'éléments nutritifs entre le champignon et la plante. Les filaments bleus sont des filaments mycéliens (hyphes) et les cercles bleus sont ce qu'on appelle des vésicules (organes de stockage). © UZH

Comment reconnaître une carence ou un excédent de phosphore dans mes plantes?

Illustration: Carence en phosphore sur une feuille de tomate (coloration violette). Shutterstock/ Aaron J Hill

Carence en phosphore:

Les effets et symptômes peuvent être très variables d'une espèce végétale à l'autre. Certaines constantes se dégagent néanmoins:

- Croissance réduite, mauvais rendements
- Coloration bleu-vert fréquente des feuilles, parfois rouge-violet
- Démarrage ralenti de la croissance au printemps
- Dans le cas du maïs: pourrissement des racines et des tiges

➔ Si tu observes de tels symptômes, réfère-toi aux conseils donnés en page 8 du document «Astuces pour mon sol»

Excédent de phosphore:

- Les effets négatifs, tels qu'une perturbation de la croissance, n'apparaissent que tardivement et sont difficiles à déceler

POTASSIUM

Les plantes ont notamment besoin de potassium pour résister à la sécheresse, au froid et aux maladies. Ce sont surtout celles qui constituent des réserves dans leurs organes de stockage – comme les betteraves sucrières ou les pommes de terre – qui sont exigeantes en potassium. Un grand part du potassium du sol est liée (dans les roches, les minéraux argileux, l'humus). Ce n'est que grâce au travail des organismes vivant dans le sol et aux intempéries que ce potassium lié est rendu disponible pour les plantes.

Que révèle sur mon sol la VALEUR EN POTASSIUM DISPONIBLE?

Celle-ci indique **quelle quantité de potassium** est présente sous forme dissoute et directement **assimilable par les plantes**. Le tableau ci-dessous te permet de l'évaluer sommairement.

Valeur de potassium disponible (mg K/kg de sol)	**Signification**
< 15	Ton sol contient très peu de potassium disponible pour les plantes ➔ Cela est insuffisant pour la plupart des potagers et grandes cultures ➔ Réfère-toi aux conseils donnés en page 9 du document «Astuces pour mon sol» afin d'augmenter la disponibilité du potassium
> 15	**Ton sol contient suffisamment de potassium disponible pour la plupart des cultures ☺** ➔ Cette valeur est la valeur minimale à viser en horticulture ➔ Les cultures exigeantes en potassium (p. ex. betteraves sucrières et pommes de terre) peuvent en nécessiter davantage

Il s'agit de valeurs indicatives très approximatives (elles varient p. ex. en fonction de la teneur en argile de ton sol). Les valeurs de potassium sont difficiles à interpréter et doivent être prises en compte avec d'autres éléments nutritifs: p. ex. un excédent de magnésium entrave la disponibilité du potassium (et inversement).

INFOBOX Ce qu'il faut savoir sur le potassium

- **Le potassium disponible pour les plantes est très mobile** et peut – comme l'azote – être facilement lessivé, notamment dans les sols sableux. Au contraire de l'azote et du phosphore, un apport excessif en potassium ne présente guère de risque pour l'environnement. Il peut cependant nuire aux plantes.
- **En Suisse, de nombreux sites présentent des teneurs en potassium suffisamment élevées.**

Illustration: La betterave sucrière est très exigeante en potassium. Shutterstock/Bits And Splits

Comment reconnaître une carence ou un excédent de potassium dans mes plantes?

Illustration: Carence en potassium sur une feuille de vigne (brunissement des bords de la feuille). © Agroscope

Carence en potassium:

- Feuilles flasques (comme en cas de manque d'eau), puis flétrissement
- ➔ Commence à l'extrémité et au bord des feuilles, apparaît aussi ponctuellement
- ➔ Les feuilles intérieures, plus anciennes, sont souvent les premières touchées
- Croissance ralentie, p. ex. fruits et tubercules plus petits
- Sensibilité accrue aux maladies et aux ravageurs (p. ex. maladies fongiques)
- Dans les prairies artificielles, la composition végétale se modifie, du trèfle vers les graminées

Excédent de potassium:

- Peut se manifester par des dommages aux racines («brûlure» des racines)
- Perturbations de la croissance
- Feuilles décolorées en raison d'une carence en magnésium (trop de potassium dans le sol entrave son absorption)

➔ Si tu observes de tels symptômes, réfère-toi aux conseils donnés en page 9 du document «Astuces pour mon sol»

CAPACITÉ POTENTIELLE D'ÉCHANGE CATIONIQUE

La capacité potentielle d'échange cationique (CEC_{pot}) est **la capacité d'un sol à stocker et à restituer** (autrement dit à «échanger») **des éléments nutritifs** importants pour les plantes (p. ex. potassium, calcium, magnésium, sodium) et de l'hydrogène. Plus un sol peut stocker d'éléments nutritifs, plus il est fertile. Ce sont surtout les sols riches en argile et en humus qui présentent une CEC_{pot} élevée; ils peuvent ainsi fixer et restituer de nombreux éléments nutritifs.

Que révèle la VALEUR DE CEC_{pot}?

CEC_{pot} ($cmol_c$/kg)	Bezeichnung
< 8	Faible
8 – 12	Moyenne
12 – 30	Élevée
> 30	Très élevée

➔ **Plus la CEC_{pot} est élevée, mieux c'est!**

➔ **L'idéal est que ton sol se situe dans le vert (CEC_{pot} > 12)**

En effet, plus la CEC_{pot} est élevée, plus la quantité potentielle d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes augmente

➔ Si ton sol a une CEC_{pot} < 12, réfère-toi aux conseils donnés en page 9 du document «Astuces pour mon sol»

INFOBOX **Ce qu'il faut savoir sur la CEC_{pot}**

Les cations – qui sont des particules chargées positivement – peuvent se lier à des minéraux argileux chargés négativement, à la matière organique (humus) ou à des complexes argilo-humiques. La **CEC potentielle** détermine la quantité de cations qui pourraient se lier à ces matériaux à un pH optimal. Elle indique le nombre de «sites de fixation» qui seraient disponibles en conditions optimales. La **saturation en bases** (voir page suivante) indique combien de cations sont réellement liés dans ton sol.

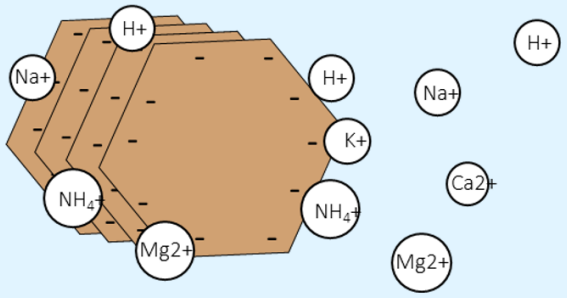
Qu'est-ce que cela signifie pour mes plantes?

Les cations liés sont des éléments nutritifs importants pour les plantes (à l'exception de l'hydrogène). Cependant, sous forme liée, ils ne sont pas encore assimilables par les plantes et ne sont à vrai dire disponibles que sous forme de réserve.
Mais comme les liaisons avec les particules de sol ne sont pas très fortes, les cations peuvent s'«arrimer» et se «désarrimer». Un cation «désarrimé» est ainsi disponible sous forme soluble dans l'eau du sol et peut ainsi être absorbé par les racines des plantes.

Pour quelle raison les sols humiques ou argileux peuvent-ils stocker plus de cations que les sols sableux?

Les particules d'argile sont beaucoup plus petites que celles de sable et se composent de plusieurs couches. Elles présentent ainsi une plus grande surface à laquelle les cations peuvent s'«arrimer». L'humus bien décomposé présente même une «surface spécifique» plus grande et peut donc fixer davantage de cations encore.

Eau du sol (en bleu) avec des éléments nutritifs chargés positivement (cercles) et des particules d'argile chargées négativement (en brun)



SATURATION EN BASES

La saturation en bases indique le pourcentage de «sites de fixation» disponibles sur les minéraux argileux et l'humus occupés par des cations dits basiques (notamment calcium, magnésium, potassium, ammonium).
Comme ce sont des éléments nutritifs importants, une indication de la saturation en bases informe également sur la **fertilité du sol**.

Plus le sol est acide, plus les «sites de fixation» sont occupés par le cation hydrogène acide, car celui-ci se lie particulièrement bien. À partir d'un pH de sol de 7,5 ou plus, le cation hydrogène ne bloque plus les «sites de fixation». Tous les cations se trouvent ainsi pratiquement «à égalité». Les éléments nutritifs importants ont alors davantage de possibilités d'être stockés dans les minéraux argileux et dans l'humus.

Que révèle ma VALEUR DE SATURATION EN BASES?

Saturation en bases	Désignation
< 20 %	Pauvre en bases
20 – 80 %	Moyennement basique
80 – 100 %	**Riche en bases**

- **Viser un pourcentage de saturation en base d'au moins 80 %!**
  Cela signifie que de nombreux éléments nutritifs importants sont stockés dans ton sol et que les sites d'échange ne sont pas bloqués par les cations H+ acides.

➔ Si ton sol a une saturation en bases < 80%, réfère-toi aux conseils donnés en page 9 du document «Astuces pour mon sol»

SOURCES

Pour déterminer les valeurs limites, nous nous sommes appuyés sur ces sources (tu y trouveras des gradations encore plus précises):

- Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse, PRIF (AGROSCOPE Fertilisation des cultures):
  Sinaj, S. and Richner, W., 2017. **Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF 2017)**. *Recherche Agronomique Suisse*, *8*(6).
- Bodenkundliche Kartieranleitung (livre seulement en DE):
  Eckelmann, W., Sponagel, H., Grottenthaler, W., Hartmann, K.J., Hartwich, R., Janetzko, P., Joisten, H., Kühn, D., Sabel, K.J. und Traidl, R., 2005. **Bodenkundliche Kartieranleitung.** *Ad-Hoc-AG-Boden, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.)*, *5*.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

- Le livre du projet «La Preuve par le Slip»: «La jungle dans le sol» d'Atlant Bieri

- Des unformations sur le travail réduit du sol:
  SWISS NO-TILL
  AGRIDEA Techniques culturales préservant le sol
  BIO ACTUALITES Travail du sol
  TERRANIMO Modèle de simulation

- Des suggestions de couvertures de sol en grandes cultures:
  BEST4SOIL Fiche téchnique
  SWISS NO-TILL Engrais verts
  AGRIGENÈVE Guide couverts végétaux
  FiBL Engrais verts

- Des publications pour une rotation adéquate en grandes cultures:
  BEST4SOIL Fiche téchnique
  AGROSCOPE Rotation

- Un manuel pour une rotation adéquate au portager:
  NABU Mischkultur und Fruchtfolge (DE, EN)

- Des informations riches et variées sur la promotion de la biodiversité dans l'exploitation:
  FiBL Guide biodiversité
  AGRIDEA Terres assolées

- Davantage d'informations sur les auxiliaires du sol:
  AGRIDEA Agriculteur cherche champignon
  AGRIDEA Bénévoles invisibles

- Davantage d'informations sur l''humus' et la substance organique du sol, notamment en grandes cultures:
  BEST4SOIL Fiche téchnique
  AGRIDEA Matière organique des sols cultivés
  FiBL Les principes de la fertilité des sols
  AGROSCOPE Bilan humique

- Des informations utiles sur la réduction des produits phytosanitaires chimiques:
  AGRIDEA Grandes cultures
  FiBL (introduire le terme de recherche 'Protection des plantes')
  BIOGARTEN Produits phytosanitaires bio

- Des informations sur le CEC et la saturation en bases: Brochure du Labor Ins (DE)