

QUE SE PASSE-T-IL DANS LE SOL ?

Par : **ANDRÉ CARTIER**, agronome

LE SOL IDÉAL ?!

Les livres de pédologie parlent souvent en ces termes :

- 45% de matières minérales;
- ± 5% de matière organique;
- 25% d'air;
- 25% d'eau.

La serriculture maraîchère est très intensive et «dure» sur le sol. Il faut viser à maintenir et/ou améliorer le potentiel de notre sol.

Les sols légers, quoique moins fertiles sont souvent préférables à cause de leurs caractéristiques physiques désirables (drainage, aération, etc.). On peut améliorer leur potentiel de fertilité en augmentant la matière organique et par des apports judicieux d'argile.

LE pH

Le terme «pH» signifie «potentiel hydrogène» et définit l'ACIDITÉ ou l'ALCALINITÉ du sol.

Un pH de 7,0 est neutre. Plus élevé, c'est basique/alcalin; plus bas, c'est acide.

Plus les ions H^+ sont retenus aux particules de sol, plus le sol est acide.

Chaque unité de pH représente un multiple de 10 de la quantité d'acidité ou d'alcalinité. Par exemple :

- Un sol de pH 6,0 possède 10 fois plus d'ions H^+ qu'un sol à pH 7,0;
- Un sol a pH 5,0 a 100 fois plus d'ions H^+ qu'un sol à pH 7,0.

Les besoins en chaux pour réduire l'acidité augmentent donc rapidement en fonction du pH qui diminue. La capacité d'absorption chimique du sol influence aussi sur les besoins en chaux.

Un sol argileux prendra beaucoup plus de chaux pour changer son pH par rapport à un sol sableux.

Un point majeur pour le maintien d'un bon pH est que la disponibilité optimale des éléments nutritifs en dépend; il en est de même pour l'activité chimique et biologique du sol. Les pH situés entre 6,0 et 7,0 sont les meilleurs compromis. La quantité de chaux à apporter est déterminée selon le pH «eau» qui est la cible à atteindre pour une culture donnée et le pH «tampon» qui est une mesure de l'ACIDITÉ DE RÉSERVE du sol; un sol qui a plus de particules fines aura davantage besoin de chaux pour se neutraliser qu'un sol de texture grossière (exemple : sable).

LA MATIÈRE ORGANIQUE

La matière organique du sol joue des rôles majeurs; particulièrement en agriculture biologique car le succès global réside dans le RENOUELEMENT CONSTANT de la matière organique... et non son accumulation excessive.

La matière organique provient de tout ce qui est décomposable (exemples : fumiers, composts, résidus de culture, amendements...). Elle fournit nourriture et énergie aux microorganismes du sol qui, en retour, rendent disponibles divers éléments nutritifs aux plantes.

Dans la décomposition de la matière organique, 2 grands processus interviennent :

- L'humification : transformation en humus;
- La minéralisation : transformation des composés organiques complexes en composés minéraux, gazeux et plus simples; davantage utiles pour la nutrition des plantes.

La matière organique contient environ 5% d'azote total; elle sert donc «d'entrepôt d'azote».

Quel pourcentage de matière organique faut-il viser ?

- Plus grand que 5,0;
- Maximum 12-15 car plus que cela, l'activité biologique du sol diminue.

En champ, chaque 1% de matière organique en haut de 4% fournit 15 kg/ha/an d'azote, jusqu'à un maximum de 45 kg/ha/an.

En serre, on peut penser que ce sera plus... de combien ?

Dans une situation idéale, 50% de la capacité d'échange cationique (CEC) devrait provenir de la matière organique et 50% de l'argile (référence : Claude Bourguignon)...

car l'activité biologique augmenterait proportionnellement avec l'augmentation de la surface interne des argiles.

LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE (CEC)

Tout d'abord, un cation est une particule (ou ion) chargée positivement (exemple : K^+); un anion est chargé négativement (exemple : NO_3^-).

À peu près toute la nourriture que les plantes absorbent est sous forme ionique (chargée + ou -).

Dans un sol, seulement les plus petites particules (argile et matière organique) ou colloïdes sont capables de retenir des éléments nutritifs sous forme ionique. Elles sont en général chargées négativement et ont donc tendance à retenir davantage de particules chargées positivement (exemples : Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} , H^+ , ...). Les particules ioniques négatives (exemple : NO_3^-) ont moins retenues car 2 signes semblables se repoussent. Les colloïdes organiques peuvent être chargés positivement (+) et sont capables de retenir des anions (-).

La capacité d'échange cationique fait donc référence à la capacité du sol de retenir et d'échanger des éléments nutritifs facilement disponibles pour les plantes.

Les cations retenus sur les colloïdes du sol peuvent être remplacés par d'autres cations; cela veut dire qu'ils sont ÉCHANGEABLES. La CEC dépend des QUANTITÉS et SORTES D'ARGILES et de la MATIÈRE ORGANIQUE présente; plus il y en a, plus la CEC est haute.

La CEC s'exprime en milligrammes d'équivalents par 100 grammes de sol (meq/100 g) :

- Argiles : 10 à 150;
- Matière organique : 200 à 400;
- Sols agricoles : en moyenne 10 à 20.

Les producteurs biologiques ont particulièrement intérêt à viser une CEC assez élevée afin d'avoir un sol pouvant emmagasiner de plus grandes réserves d'éléments nutritifs et d'eau. À la limite, les interventions en fertilisation pourront être moins nombreuses et la plante aura toujours suffisamment de nourriture sous la main ! Exemples de CEC (meq/100 g) :

- Sol léger : 4 – 10;
- Sol moyen : 10 – 25;
- Sol lourd : 25 – 50;
- Sol organique : 50 – 200.

LE POURCENTAGE DE SATURATION EN BASES

Les «bases» sont des particules ionisées positivement ou cations (exemple : Ca^{++} , K^+ , Mg^{++}).

Le pourcentage de saturation en bases signifie donc l'espace occupé sur les colloïdes du sol par ces «bases».

Selon la CEC, les pourcentages de saturation en bases «idéaux» diffèrent quelque peu. Même si cette théorie ne fait pas l'unanimité, elle a tout de même le mérite de fixer des objectifs utiles et sécuritaires.

Voici un exemple :

	CAPACITÉ ÉCHANGE CATIONIQUE (CEC)	
	7 – 15	25 et +
% SATURATION K	3 – 5	2 - 3
% SATURATION MG	8 – 20	5 – 20
% SATURATION CA	60 – 80	60 – 80

Des pourcentages bas indiquent que le sol est pauvre et «non chargé».

L'ion hydrogène H^+ va aussi sur les colloïdes du sol. Plus il occupe de place, plus le sol est acide. On le déplace en chaulant; les ions Ca^{++} déplaceront les H^+ .

LA SALINITÉ DU SOL

La salinité est une mesure de la concentration des minéraux dissous dans le sol. Si la valeur est trop basse, les plantes seront sous alimentées; trop haute, les plantes dépériront.

Cette mesure se prend en mesurant la conductivité électrique du sol entre 2 électrodes. Plus le courant passe, plus la mesure est élevée et le sol riche; l'inverse est vrai aussi. Toutefois, cette mesure ne donne aucune idée de ce qui est en excès ou en carence; une analyse détaillée s'impose dans ce cas.

Les plantes peuvent absorber facilement l'eau et les engrais jusqu'à une salinité maximale de 3 à 4 mS/cm ou une concentration en sels de 3 à 4 grammes par litre de solution du sol (la partie liquide du sol).

NIVEAU DE SALINITÉ	MÉTHODE SSE (mS/cm)	MÉTHODE 1:2 (mS/cm)
TRÈS PAUVRE	0 – 0,75	0 – 0,25
PAUVRE	0,75 – 1,50	0,25 – 0,50
MOYENNE	1,50 – 2,25	0,50 – 1,50
RICHE	2,25 – 3,50	1,50 – 2,25
TRÈS RICHE	3,50 – 5,00	2,25 – 3,50
EXCESSIVE	> 5,00	> 3,50

Il faut bien comprendre qu'il s'agit là de résultats d'analyses et que dans les conditions réelles, cela peut être très différent SI ON LAISSE TROP SÉCHER LE SOL. À ces moments-là, les valeurs moyennes au labo PEUVENT DEVENIR carrément excessives et causer des DOMMAGES AUX RACINES.

En serriculture biologique, les valeurs de salinité sont souvent très élevés, ce qui veut dire qu'il faut veiller à ce que le sol ne sèche pas trop car des dommages aux racines sont à prévoir, avec tout ce que cela comporte de risques phytosanitaires aussi.

Également, une plante qui évolue dans un sol «trop concentré» est constamment stressée et l'entrée de l'eau et des éléments nutritifs dans les racines est restreinte : perte de potentiel.

Pour diminuer la salinité :

- Fertiliser moins;
- Lessiver;
- Incorporer des matières organiques pauvres mais absorbantes (exemple : mousse de tourbe).

La salinité peut varier beaucoup selon un point donné dans le profil de sol. Souvent le dessus du sol est très riche ; plus on descend, plus c'est pauvre. Un producteur qui a tendance à peu irriguer contribuera à enrichir les premiers centimètres de sol.

LES ANALYSES DE SOL, DE COMPOST ET DE FEUILLAGE

Même si les analyses ne sont pas des outils parfaits, elles sont néanmoins des guides qui permettent de savoir où le sol et la plante sont rendus et quels genres d'intervention il faut privilégier.

On connaît, jusqu'à un certain point, les besoins des plantes en fertilité et pH du sol. Il faut s'aligner là-dessus.

SUGGESTION : une analyse de sol (standard et SSE) et de feuillage par saison (printemps, été, automne et hiver).

Pour le sol, il faut pratiquement toujours avoir les valeurs d'ANALYSES STANDARDS (réserves à moyen terme) pour pouvoir bien juger la situation. Il arrive que les valeurs SSE ne soient pas très élevées; mais, si le «standard» est élevé, cela indique qu'il y a de bonnes réserves. La CEC et le pourcentage de saturation en bases sont aussi indicatifs de cela.

Maintenant, avec les années, les lacunes dans la gestion du sol et des fertilisants s'accumulent. Y a-t-il des éléments en excès ? En déséquilibres / antagonismes ? Y a-t-il des éléments indésirables (exemples : sulfates, sodium) ?

Les travaux pour le développement de la culture hydroponique nous ont appris que les plantes n'exigent pas des quantités très grandes d'engrais.

Il faut plutôt la RÉGULARITÉ et l'ÉQUILIBRE dans la nourriture qu'elles reçoivent.

Les conditions propices à l'alimentation sont également majeures :

- Qualité / abondance des racines;
- Aération / drainage;
- Irrigation optimale;
- Bonnes réserves dans le sol.

Le COMPOST QUE VOUS APPLIQUEZ SUR LA CULTURE DOIT AUSSI ÊTRE ANALYSÉ. La situation en «MODE BIOLOGIQUE» est ici très différente du «MODE HYDROPONIQUE» où la composition des engrais est précisément connue. Avec les importantes quantités de compost (le principal fertilisant) appliquées en cours de culture, une mauvaise interprétation de sa richesse peut causer des erreurs significatives. Vous ne pouvez vous permettre cela !

COMMENT FERTILISER LES CULTURES BIOLOGIQUES EN SERRE ?

Bien malins ceux qui prétendent avoir une réponse complète à cette question.

Peu de travaux précis ont été réalisés sur la fertilisation des cultures biologiques en serre. Il faut souligner ici le travail de monsieur Robert Robitaille, agronome, qui a été un des principaux à réfléchir et à agir sur le sujet.

Le principal est d'avoir une DÉMARCHE LOGIQUE basée sur des faits (exemple : analyses).

À cet égard, la fertilisation devrait s'ajuster sur les besoins / prélèvements de la culture.

Voici des données sur les PRÉLÈVEMENTS faits pour la tomate et le concombre, en KILOGRAMME PAR TONNE DE FRUITS :

ÉLÉMENTS	TOMATE	CONCOMBRE
N	1,50	1,20
P₂O₅	0,55	0,46
K₂O	2,67	1,73
Ca	0,05 (? !)	0,14
Mg	0,11	0,11

Exemple : Si une tomate donne 40 kg/m² de tomates, c'est 400 tonnes/hectare; il faut donc multiplier les valeurs du tableau par 400 pour obtenir les prélèvements sur un hectare.

Par 100 m², ce calcul donne :

N	=	6,0 kg	P ₂ O ₅	=	2,2 kg
K ₂ O	=	10,68 kg	Ca	=	0,20 kg
Mg	=	0,44 kg			

Évidemment, ces quantités sont celles effectivement utilisées par la plante et ne tiennent pas compte des facteurs de pertes suivants :

- Non disponibilité / fixation;
- Mauvais pH;
- Lessivage;
- Blocages;
- Mauvais état des racines;
- Gestion inadéquate de l'eau et de l'environnement;
- Etc..

De plus, lorsqu'on fertilise, il faut tenir compte de ce qui est déjà là :

- Matière organique / humus / azote résiduel;
- Débris végétaux / engrais verts;
- Réserves du sol.

Les POUDRES DE ROCHES servent à augmenter, à plus long terme, les réserves du sol parce qu'elles sont LENTEMENT ASSIMILABLES.

On complète avec différentes sources de MATIÈRES ORGANIQUES.

Les matières organiques «fraîches» (exemples : fumier, engrais verts) complètent le COMPOST.

Le PHOSPHORE est très dépendant de l'activité biologique du sol et du pH; à des pH plus élevés que 6,8, il a tendance à se combiner au calcium et à des pH inférieurs à 6,5, il peut s'associer à l'aluminium : dans les 2 cas, ce sont des composés insolubles.

Pour le POTASSIUM, comme il s'agit d'un élément majeur dans les légumes de serre, il faut tout faire pour le conserver :

- Bâches sur le tas de compost;
- La matière organique du sol (charge négative) retient mieux le potassium que le sol lui-même.

L'AZOTE est un élément compliqué; le plus difficile étant de l'obtenir régulièrement dans la bonne quantité et dans le bon temps !

- Minéralisation = Matière organique \Rightarrow NH_4^+
- Nitrification = NH_4^+ \Rightarrow NO_3^-
- Volatilisation = NH_4^+ \Rightarrow NH_3^-
- Dénitrification = NO_3^- \Rightarrow N_2 (conditions anaérobiques)

Les composts de FUMIER DE PORC peuvent donner des résultats surprenants au niveau du potassium :

- N = 11 – 18 kg/tonne
- P2O5 = 20 – 27 kg /tonne (élevé)
- K2O = 20 –24 kg /tonne

L'OBJECTIF GÉNÉRAL DOIT ÊTRE DE MAINTENIR LA FERTILITÉ DU SOL ET LA DISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS DES NIVEAUX CORRECTS POUR LA PLANTE.

Ces niveaux «corrects» sont assez bien connus et ce, tant dans les ANALYSES STANDARDS que SSE.

Mais pour savoir où on s'en va avec cela, il faut FAIRE DES ANALYSES et avoir des ÉCHANTILLONS DE SOL ET DE COMPOSTS REPRÉSENTATIFS.

Certaines analyses (pH, EC) peuvent être prises facilement à la ferme.

Les analyses détaillées doivent passer par un laboratoire.

ANDRÉ CARRIER, agronome
Conseiller régional en horticulture
MAPAQ – Direction régionale de la Chaudière-Appalaches
675, route Cameron bureau 100 Sainte-Marie G6E 3V7
☎ (418) 386.8121 poste 223 📠 (418) 386.8345
Courriel : andre.carrier@agr.gouv.qc.ca

AC/sb