

**ASSOCIATION
BIHARKO LURRAREN ELKARTE
CIVAM BIO PAYS BASQUE**

32 rue de la Bidouze 64 120 Donapaleu/St Palais

Tél : 05 59 65 66 99 Fax : 05 59 65 61 08

Ble-arrapitz@wanadoo.fr

www.bio-aquitaine.com

**LES CLES
DE LA FERTILISATION
EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE**



Fiche réalisée avec le soutien de



CONSEIL REGIONAL



FICHE PRATIQUE SUR LA FERTILISATION EN MARAICHAGE BIO

Importance de la fertilisation en maraîchage

Comment fertiliser ? quel engrais du commerce acheter ? quel compost utiliser ? à quelle dose ? à quel moment, etc... Voilà à peu près résumé, les questions qui se posent à la majorité des maraîchers. Le peu de références techniques locales, a conduit l'association BLE Civam Bio Pays Basque à organiser des journées de formation, à réaliser des analyses de sol méthode Hérody, à tester des combinaisons d'engrais et surtout à recueillir l'expérience des maraîchers. La fertilisation se résume pour beaucoup simplement avec une notion d'apport d'engrais. En bio on aurait aussi tendance à remplacer un raisonnement NPK classique par le même raisonnement mais avec des engrais bio. L'agriculture biologique en général et l'expérience des maraîchers bio en particulier, nous montre qu'on ne peut pas simplement réfléchir en « substitution », mais que toute technique doit participer à optimiser le système. C'est donc un ensemble de techniques conjuguées qui permet d'obtenir un sol fertile sur le long terme, capable de nourrir correctement les légumes. L'expérience des bios en terme de maintien de la fertilité des sols est un enseignement agricole en soi car elle souligne que les problèmes phytosanitaires arrivent plus vite que des hauts rendements si l'on applique uniquement une agriculture de substitution, de perfusion. De plus, la maîtrise optimale des paramètres qui participent à la fertilité des sols, permet entre autres un respect de la qualité de l'environnement (pollution évitée, gestion rigoureuse des quantités d'eau utilisées, etc...).

Cette fiche souhaite valoriser l'expérience acquise afin de conforter des fermes en bio et permettre à ceux et celles qui s'installent en maraîchage bio, de bénéficier d'un outil pratique, adapté localement, respectueux de l'environnement.

Objectifs généraux de cette fiche sur la fertilisation en maraîchage bio

- Répondre à un déficit d'outils techniques et pédagogiques à destination des maraîchers bio locaux,
- Valoriser les expériences locales en maraîchage
- Optimiser l'acquis des journées de formation
- Associer l'expérience paysanne et les apports de la *recherche*
- Construire des itinéraires techniques adaptés aux conditions locales de sol et de climat
- Dessiner les clés à maîtriser par le maraîcher pour conforter son installation en bio
- Participer à la réussite des conversions bio
- Placer la fertilisation au centre d'une réflexion globale sur les techniques de productions maraîchères
- Favoriser l'échange avec d'autres groupes de maraîchers d'ici et de là bas.

Méthode pour cerner les points clés de la fertilité en maraîchage bio

Dans cette fiche, **la fertilité est abordée par un ensemble de pratiques visant à faire fonctionner correctement le binôme sol/plante par la maîtrise de paramètres fondamentaux** (température, circulation air/eau, activité microbienne, présence de bases, etc...). Un fonctionnement correct du sol doit **permettre un développement correct de la plante** (capacité de croissance) et un renforcement de ses défenses naturelles. Seule l'approche globale peut permettre une nutrition correcte des cultures (interactions des éléments).



Les outils pour tendre vers une approche globale de la fertilité de sols maraîchers

-**La connaissance des sols locaux par la méthode BRDA Hérody**, constitue l'outil de diagnostic pour réfléchir à la construction d'itinéraires techniques de fertilisation. L'approche Hérody, d'optimisation des potentiels du sol (optimiser la fourniture naturelle du sol, sa capacité à se structurer, ses composantes organiques, son état général de la surface à la profondeur, etc...) permet d'avoir une vision globale des paramètres à maîtriser parfaitement par le maraîcher, dans le but d'obtenir des plantes vigoureuses, saines et dont la qualité finale permet l'expression des arômes et des goûts. Cette approche propose au maraîcher de mettre en place des pratiques d'adaptations à son sol (terroir) plutôt que de se substituer à lui par une approche «apport de N,P,K dans une solution du sol».

-**Les nombreuses observations de terrain effectuées ces dernières années sur les sols maraîchers du Pays basque** nous permettent de dégager les freins à la fertilité générale des sols maraîchers et soulignent par là les relations «problèmes dans le sol / problèmes sur la plante». A partir de ce diagnostic de terrain (observations), les principales causes de dysfonctionnement des sols maraîchers apparaissent : tassement du sol, dysfonctionnement du cycle de la matière organique (minéralisation-humification), difficulté d'enracinement, etc...qui favorisent ainsi la présence de pathogènes et parasites tels les champignons du sol, ou les problèmes physiologiques sur la plante (flétrissement...). Face à ces situations, il s'agit de dégager les pistes *pratiques* qui permettent un processus d'amélioration des conditions du sol pour renforcer la plante et permettre son développement. Ce processus repose entre autres sur la gestion de l'eau (drainage-irrigation), sur le type de travail du sol (outils, périodes), sur la gestion du chaulage (produit, période, dose), sur la gestion organique (engrais organique de ferme et/ou engrais organiques du commerce) et sur le choix des engrais verts adaptés localement. Toutefois, ces actions ne peuvent être réellement valables sur le long terme qu'à la seule condition que la rotation des cultures soit respectée.

-La prise en compte indispensable de la « spécificité » des sols en système maraîcher

En règle générale, les sols maraîchers notamment sous serre doivent permettre de produire des légumes quasi en continu. Des paramètres multiples et complexes sont à prendre en compte :

-**l'intensité des cultures dans la rotation** : entraîne une consommation importante de nutriments.

-**des durées de culture variable** (courte et longue) : assurer une disponibilité régulière en éléments nutritifs sur une durée adaptée à la culture.

-**les spécificités climatiques locales** : adapter une fertilisation aux conditions climatiques locales pour éviter des accidents de culture parfois favorisés par des pics de minéralisation incontrôlables, phénomène encore plus accentué sous abri.

L'observation régulière des cultures est quasiment le seul le moyen d'anticiper sur des phénomènes incontrôlables tel le climat. Sous abris, le maraîcher peut piloter les paramètres climatiques tels l'hygrométrie, l'humidité et de la T° grâce à une gestion correcte des systèmes d'irrigation et d'aération.



Caractéristique des sols maraîchers en Pays Basque et enseignements pratiques pour le maraîcher

Sources des caractéristiques des sols

Depuis 7 ans, l'association BLE réalise des analyses de sol méthode Hérody en Pays Basque sur prairies et vignes. En maraîchage, ces trois dernières années (2005-2007) ont permis de réaliser une trentaine de prélèvements avec mesures de laboratoire. Ainsi, se dégagent aujourd'hui certaines caractéristiques fortes sur le fonctionnement des sols en Pays Basque qui permettent notamment de souligner « quelles sont les grandes erreurs agronomiques à ne pas commettre ». Ensuite, le producteur peut, tout au long de son parcours, finaliser des itinéraires techniques toujours plus précis. Le maraîcher déclinera ces principales connaissances des sols locaux à son « système maraîcher ». Mais cette hiérarchie dans la méthode (éviter les grandes erreurs puis finaliser) est importante à souligner, car elle constitue un socle indispensable pour assurer une viabilité économique de la ferme. D'ailleurs nous pouvons souligner le fait qu'en agriculture biologique cette durabilité économique sur le long terme, dépend en grande partie de la maîtrise technique (capacité à anticiper les problématiques et savoir réagir).

La méthode d'analyse de sol Hérody

Pourquoi l'utilisation de la méthode Hérody ?

Cette méthode permet de caractériser les sols en donnant des mesures précises tant sur la nature des particules minérales que sur le comportement des matières organiques ou minérales du sol.

Cette approche globale du fonctionnement du sol est indispensable pour favoriser au mieux le potentiel du sol et ajuster la fertilisation.

La méthode Hérody développée par le BRDA Hérody permet une recherche fondamentale appliquée et participative. Elle est continuellement enrichie par les expériences des agriculteurs et maraîchers praticiens. Elle permet de trouver des réelles alternatives techniques et donc économiques. A l'heure où d'autres organismes de recherches participent à mettre en péril l'agriculture biologique par dissémination des OGM en pleine nature, il paraît important de souligner le sérieux de la recherche menée par le BRDA Hérody, véritable outil au service du maintien des paysans et de la qualité du produit final.

Les paramètres mesurés par l'analyse de sol Hérody

• La particule minérale dominante et la qualité des argiles

Il est nécessaire de définir correctement la notion d'argile et d'amener une note supplémentaire à la classification générale des argiles sur le plan géologique. Une argile est un silicate d'alumine hydraté à feuillets. La classification habituelle des sols argileux en agriculture, repose sur une classification uniquement granulométrique en occultant leur nature minéralogique : la **QUALITE DES ARGILES**. La méthode Hérody repose avant tout sur cette dernière méthode de classification L'identification de la roche mère ou de la roche porteuse du sol (rôle de la géologie), permet d'identifier le **TYPE DE SOL** qui prend naissance lors de l'altération de cette roche (rôle de la pédologie).

La méthode Hérody d'analyse de sol apporte ainsi cette information supplémentaire par rapport à une analyse de sol conventionnelle. Un type de roche donne en s'altérant un type de sol avec plusieurs types d'argiles et de limons différents au niveau **granulométrique et minéralogique**, ceci donnant au sol une capacité précise à retenir les éléments (Coefficient de fixation). C'est la notion de **GENETIQUE** du sol. Une génétique est héritée. Elle peut être optimisée par des pratiques maraîchères adaptées ou détériorée par des pratiques non adaptées. Mais le maraîcher ne peut changer fondamentalement son sol, il doit « faire avec ».

L'agriculteur, le maraîcher, doit ainsi impérativement connaître le type de sol sur lequel il effectue ses diverses opérations. En effet, l'ensemble des apports, type chaulage, apports organiques et minéraux, seront fonction du coefficient de fixation réel du sol. Soit le maraîcher possède des sols avec des « vraies argiles à feuillets » capables de faire des réserves, soit il possède des sols avec des micro limons. Ces argiles sont toutes des éléments de taille inférieure à 2 microns mais dont le comportement dans le sol peut être totalement différent. Ce détail est fondamental pour le maraîcher. Tout dépassement de la capacité du sol à retenir les éléments entraîne des lessivages (pollutions, pratiques peu économes).

-Dans le 1^{er} cas de sol argileux : des réserves d'engrais de fond seront possibles,

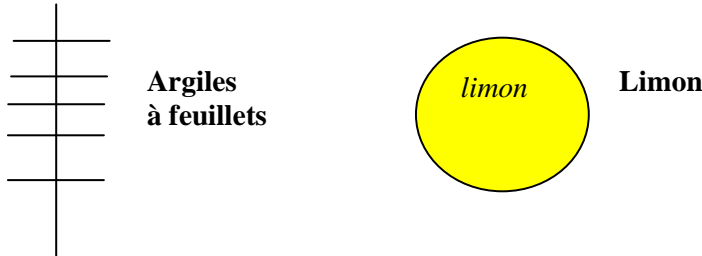
-Dans le 2^{ème} cas de sol limoneux : fractionner ses apports à l'échelle de la saison.

-Dans le 3^{ème} cas de sol sans complexe qui peuvent être argileux ou limoneux : le maintien de la porosité du sol va prévaloir à tout type d'apport.

L'identification précise de la nature de la particule minérale, argile ou limon, est fondamentale pour définir la **POROSITE héritée**.

Lorsque l'héritage est faible, le rôle du maraîcher sera alors de mettre en place des pratiques agronomiques qui permettent un gain de porosité, qui régulera le passage des éléments minéraux du sol vers la plante. Le type de travail du sol, le mode d'irrigation, et les pratiques culturales découlent de cette porosité héritée ou à construire. Le manque de repère dans la génétique du sol peut donc être préjudiciable pour le maraîcher.

Schéma de la particule minérale du sol : argile à feuillets et limon « bille » :



• **Les matières organiques**

En préambule, il est ici nécessaire de souligner la différence fondamentale sur la mesure de la matière organique entre une analyse classique et une analyse de sol méthode Hérody.

La plupart des analyses de sol classiques donne un taux global de matières organiques dans votre sol, sans en préciser leur fonctionnement global. On ne peut donc en déduire d'information sur le type de gestion organique à mettre en place par l'agriculteur. L'analyse de sol par la méthode Hérody permet elle d'identifier plusieurs compartiments dans ces matières organiques avec ainsi un diagnostic complet sur l'état de fonctionnement des matières organiques dans votre sol.

Au-delà des mesures laboratoire, il est aussi très important dans ce chapitre des matières organiques, de souligner que la méthode Hérody est avant tout basée sur des observations de terrain. La plupart des informations élémentaires se situent sur le terrain et non en labo.

Ex: une accumulation de matière organique à 15 cm, des déchets verts non digérés, une odeur forte de putréfaction, etc... Bref, tous ces éléments aucun labo (même le labo Hérody, sans terrain) ne vous les précisera et pourtant ils sont fondamentaux pour réaliser un diagnostic précis.

Une précision importante, les échantillons prélevés en surface et en profondeur ne sont pas mélangés. Ainsi, ces deux échantillons sont analysés de manière individuelle au labo, ce qui permet d'avoir des données précises de la surface puis de la profondeur, et de mesurer ainsi l'ensemble des phénomènes de lessivage. Tous les éléments lessivés, ne sont plus disponibles pour les besoins de la plante, et risquent de se retrouver dans les cours d'eau (risque de pollution).

• **Le fer et les bases calcium magnésium**

En préambule, il est ici aussi nécessaire de clarifier le rôle du fer et des bases (Calcium Magnésium).

Les propriétés chimiques du fer font qu'il est l'élément privilégié de construction du complexe organo-minéral. Deux formes sont utiles pour comprendre le fonctionnement du sol dont le fer de liaison (ionisé) qui permet l'accrochage de la matière organique sur les feuillets d'argiles, et le fer amorphe (ferrigineux) qui permet l'accrochage du fer de liaison sur les limons.

Les bases, calcium et magnésium notamment, ont un rôle de stabilisateur de ce lien fer, sans quoi la liaison serait instable et sensible au lessivage, au détriment d'une dynamique du sol et d'un passage correct des éléments fertilisants du sol vers la plante.

Le rôle de la géologie (connaissance des roches) et de la pédologie (connaissance des sols) appliqué à l'agriculture, permet de savoir si naturellement le sol contient ou non du fer, du calcium et du magnésium. Dans le cas où le sol contient du fer, il ne sera pas nécessaire pour le maraîcher d'en ramener, il faudra par contre qu'il veille par ses pratiques agricoles à rendre ce fer dynamique. Dans le cas contraire, il générera du non COM (complexe organo minéral). Concernant les bases, si le sol a suffisamment de calcium et de magnésium, un apport n'est pas nécessaire (en sol calcaire notamment). Dans le cas contraire, c'est la technique du chaulage qui permettra de ramener suffisamment de bases pour répondre aux besoins du sol et de la plante.

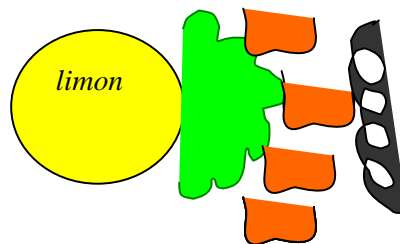
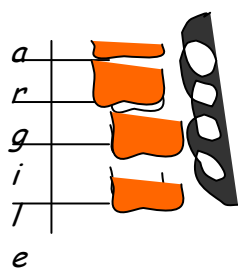
Les objectifs du chaulage doivent ici être soulignés : il ne s'agit pas d'atteindre un pH idéal. La notion de pH est génétique.

- Le chaulage est nécessaire dans tous les cas où le sol ne fournit plus suffisamment de bases : c'est le cas des sols décarbonatés et acidifiés. La dose de chaulage ne dépend pas d'un pH idéal à atteindre. Elle est fonction de la capacité du sol à retenir les éléments. Le choix du produit dépendra également de la nécessité d'apport en magnésium, dans ce cas on préférera un apport de dolomie. Si le sol a suffisamment de magnésium, un simple chaulage au Carbonate de Calcium suffira (ou au lithotamme). Dans tous les cas on évitera l'utilisation abusive de la chaux vive qui (sur le long terme) modifie les équilibres microbiens du sol.

-La dose de chaulage est, comme précisé plus haut, fonction de la capacité du sol à retenir les éléments. Elle peut être parfois augmentée de 20% lorsque le chaulage a aussi comme fonction de re-stabiliser le fer qui aurait sinon tendance à être lessivé vers les profondeurs du sol, entraînant avec lui les éléments nutritifs pourtant si nécessaire à la plante. Dans certains sols, la présence naturelle dans le sol d'un métal qu'est l'aluminium et qui a forte dose pourrait être toxique pour certaines racines, nécessite d'augmenter parfois la dose de chaulage de 10% à 20%. En effet, le calcium rendra moins mobile l'aluminium et donc moins toxique pour la culture en place.

Nous voyons donc ici que le chaulage a un tout autre objectif que d'arriver à un pH dit idéal. Il faut ainsi comprendre que le pH du sol est non seulement génétique mais en plus lié au climat et au fonctionnement du sol au fil des saisons. En effet, lorsqu'une plante pousse, elle introduit de l'acidité dans le sol. Cette acidité est compensée soit par des bases déjà présentes dans le sol soit par les bases amenées lors du chaulage. Par exemple, des périodes de sécheresse peuvent fait remonter un pH qu'il y ait eu ou pas chaulage au préalable. Le pH peut varier de 1 à 1.5 points dans l'année, même sans l'intervention du maraîcher.

Schéma du rôle des formes du fer (fer A = fer Amorphe ; fer L = fer de Liaison)



Argile **fer L** HUMUS.

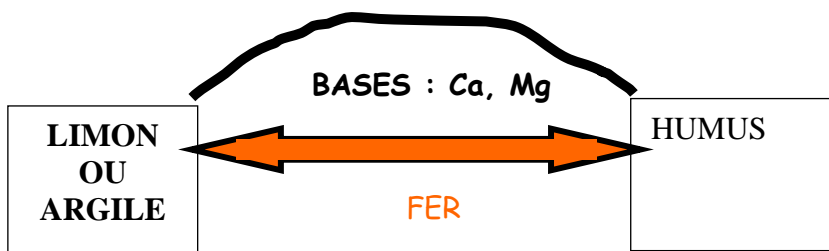
ou

Limon **Fer A** **Fer L** HUMUS

Schéma du rôle des bases calcium et magnésium

Le complexe nécessitant une stabilité, les bases assurent ce rôle :

Calcium et Magnésium sont identifiés comme les bases les plus actives et donc nécessaires.



Les matières organiques mesurées par l'analyse Hérody

Les Matières Organiques Totales qui comportent:

- **L'humus stable ou H.S:** est issu de l'humification de la matière organique et devient la réserve organique du sol.

Les apports de vieux fumiers et vieux compost pailleux, les déchets verts peuvent faire de l'humus.

- **Les Matières Organiques Facilement Minéralisables ou M.O.F :** c'est la nourriture des bactéries du sol qui pour travailler intensément (participer à la minéralisation) ont besoin d'une nourriture riche en azote et énergie.

L'engrais vert détruit avant floraison et les apports de le compost ou fumier jeune, les engrais organiques type fientes ou guanos feront des MOF

- **Le NiNi:** c'est une fraction de matière organique très stable, héritée localement des anciennes fougères ou forêt, et qui consomme de l'azote, parfois au détriment des besoins de la plante. Si le niveau de NiNi est élevé, in ne faut surtout pas amener de vieux compost et vieux fumier, et surtout pas de Déchets Verts de ville (terpènes).
- **La 3ème Fraction:** forme d'accumulation organique construite par l'activité microbienne et réutilisables par la plante grâce.

Il faut rechercher un équilibre entre ces fractions organiques !

**Situation organique du sol + Type d'apport en engrais organiques
= équilibre du sol**

- **D'autres éléments fertilisants (phosphore, potasse)**

L'altération de la roche peut libérer des éléments minéraux dans le sol comme le phosphore et la potasse, dont la plante peut se servir, à condition que la roche en contienne et que le passage du sol à la plante soit possible. Ce transfert d'éléments vers la plante ne sera possible qu'en condition de bonne porosité du sol. En clair, vous pourriez avoir dans votre sol tous les éléments dont à la plante a besoin, si ses racines ne fonctionnent pas bien à cause d'un problème physique du sol (tassement, asphyxie, humidité excessive, ...), la plante ne peut les assimiler. Soulignons aussi ici, que tout apport d'engrais, qu'il soit organique ou minéral, n'est optimisé par la plante, qu'à condition que la physique du sol soit correcte.

La clé de la fertilité d'un sol réside donc dans ses richesses minéralogiques mais surtout dans la qualité de sa porosité (équilibre air/eau) qui permet l'optimisation de ses richesses naturelles du sol au profit de la plante. Il vaut mieux avoir un sol pauvre et une plante bien enracinée, qu'un sol riche avec une plante ayant peu de racines.



Les principales caractéristiques des sols analysés en Pays basque

-Déclinaison des paramètres de la méthode Hérody en Pays Basque et principaux enseignements pratiques pour le maraîcher bio

Ces paramètres mesurés par la méthode Hérody sont donc confrontés depuis quelques années à la réalité pédo climatiques du Pays Basque. Ainsi se dégagent des caractéristiques des sols qui permettent au producteur d'éviter les grandes erreurs agronomiques et de dégager des itinéraires techniques adaptés localement.

- La particule minérale dominante : limons fins et argiles

LES SOLS LIMONEUX OU FAIBLEMENT ARGILEUX	Recommandations pratiques pour le maraîcher
<p>Sols avec peu de « vraies argiles » à feuillets, Sols plutôt à dominante limon Faible Coefficient de Fixation = Sol sensible au lessivage et Sol n'ayant que peu de capacité à faire des réserves.</p> <p><i>Les sols limoneux démarrent vite au printemps (notamment en climat tempéré) mais s'épuisent rapidement en été car ne pouvant faire de grandes réserves. Les automne et hiver plutôt doux du Pays Basque permettent toutefois d'optimiser la dynamique de ces sols quasiment toute l'année</i></p>	<p>Préférez des outils à dents en préparation du sol (évitez labour sur labour ; conjuguer les outils) + En cours de culture nécessité de biner régulièrement la surface pour éviter une croûte de battance + Fractionner les apports en période végétative et conjuguer des formes différentes d'apports organiques notamment (azote à libération rapide + azote à libération lente)</p> <p>Veillez à ce que chaque pratique agricole participe à améliorer LA POROSITE du sol : gage de fertilité sur le long terme</p>
LES SOLS ARGILEUX	Recommandations pratiques pour le maraîcher
<p>Coefficient de fixation plus élevé que dans des sols limoneux Les sols argileux démarrent plus lentement au printemps mais sont capables de faire des réserves dans leurs feuillets = Restent toutefois sensible au tassement</p>	<p>Travailler le sol en conditions ressuyées Conjuguer les outils : labour, herse, décompactage, vibro, rota + Utiliser la technique du double apport pour entretenir la fertilité de ces sols : une source d'humus à l'automne et une source de matières organiques nerveuses en sortie d'hiver.</p> <p>La notion de respect d'une bonne POROSITE du sol reste vraie en sol argileux afin d'optimiser leur potentiel</p>



- Le Fer (élément de liaison) et les bases calcium magnésium (éléments de stabilisation)

L'état du FER dans les sols analysés	Recommandations pratiques pour le maraîcher
<p>Forte présence de Fer dans beaucoup de sols analysés = Potentiel naturel de liaison entre les limons ou les argiles et l'humus.... mais souvent la dynamique entre les 2 formes de fer, n'est pas à l'optimum, pour 2 raisons:</p> <p>1. La décarbonatation et l'acidification : déséquilibre du cycle du fer par déficit de Calcium, la structure du sol est fragilisée</p> <p>2. Le déficit d'oxygène dans le sol: <i>milieu réduit</i> = diminution de la dynamique du Fer. Le déficit de O2 lié : à un excès d'humidité dû à une circulation médiocre de l'eau dans le sol.</p>	<p>Ne pas amener d'engrais riche en fer type Scories sauf ponctuellement en sol calcaire ou en sol totalement déstructuré + Travailler les sols, par le <u>binage</u> notamment (augmente O2). Travailler le sol en <u>conditions ressuyées</u> + <u>Chaulage annuel</u> en sol décarbonaté ou acidifié: pour maintenir la dynamique du lien fer et améliorer ainsi la structure du sol. Le chaulage permet d'éviter le lessivage du fer.</p>

L'état des BASES (Calcium et Magnésium) dans les sols analysés	Recommandations pratiques pour le maraîcher
<p>Comment savoir si un chaulage est nécessaire ? Test pratique de terrain à l'acide de batterie mélangé à moitié avec de l'eau : -si ça ne bouillonne pas = sol acidifié = chaulage annuelle obligatoire -si ça ne bouillonne pas mais traces auditives à l'oreille = sol en cours de décarbonatation = chaulage d'entretien tous les 2 – 3 ans -si on observe un effervescence = pas de chaulage (sol calcaire) = pas de chaulage nécessaire Réaliser le test en surface et en profondeur.</p>	<p>Dose, période et produit de chaulage</p> <p><u>Dose</u> -sol acidifié : 300 à 500 Kg/Ha/an -si en cours de décarbonatation = commencer un petit chaulage tous les 2 ans autour de 200Kgs/Ha - si sol calcaire = ne mais vérifier à long terme</p> <p><u>Produit</u> Si besoin de chauler, rester sur des formes simples type Carbonate de calcium, en alternance avec de la Dolomie (si besoin de magnésium). Le lithotame convient bien en maraîchage.</p> <p><u>Remarques diverses</u> Si chaulage nécessaire, préférer un sable grossier -Si on doit chauler et amener du compost, effectuer la 1re opération 15 jours avant. -Evitez les périodes non ressuyées pour chauler -Essayez de chauler en période végétative</p>

- **Les matières organiques : recherche constante d'un équilibre**

Les diagnostics de sol réalisés relèvent deux situations distinctes ainsi qu'une situation plus générale qui dépend davantage du climat de l'année (effet sécheresse).

1^{ère} situation rencontrée dans les sols maraîchers
<p>Des accumulations organiques sous formes stables : toute accumulation de M.O freine la fertilité générale du sol et consomme de l'azote au détriment des besoins de la plante.</p> <p style="text-align: center;">Préconisations</p> <p style="text-align: center;">Veiller à ce que le sol n'est pas de déficit d'azote, entraînant une faim d'azote =</p> <p style="text-align: center;">Conjuguer des formes différentes d'azote Organique (à libération rapide + à libération lente)</p> <p style="text-align: center;">- Ne pas amener de vieux compost ou fumier, ni de Déchets verts</p>
2^{ème} situation dans les sols maraîchers
<p style="text-align: center;">Des signes de déficit d'humus: sol qui tendent vers une fatigue</p> <p style="text-align: center;">Le sol ne peut tourner que pour lui même et non plus pour assurer une alimentation convenable de la plante.</p> <p style="text-align: center;">Préconisations : le double apport organique</p> <ul style="list-style-type: none"> - -Entretenir l'humus par des apports de compost de 3 à 6 mois très pailleux tous les 2 ou 3 ans entre 8 et 15T/ha - Entretenir la fraction azotée par des conjugaisons de différentes formes d'azote sous forme organique
Situation rencontrée lors des étés chauds
<p>Signes de perturbation du cycle minéralisation-humification : qui engendre des problèmes de disponibilité des éléments nutritifs par déficit de minéralisation au moment des besoins de la plante;</p> <p style="text-align: center;">Cela ressemble à une faim d'azote ORGANIQUE au niveau du sol.</p> <p style="text-align: center;">L'excès de chaleur de l'été est certainement la cause de ce blocage de la minéralisation.</p> <p style="text-align: center;">Préconisations:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ombler les serres, bassiner pour abaisser la température - Conjuguer différentes formes d'azote organique qui permettent de fractionner la libération sur la durée de la culture. - Biner le sol pour favoriser l'aération et les échanges gazeux
LA TYPICITE D'UN PRODUIT EN MARAÎCHAGE DEPEND BEAUCOUP D'UNE GESTION ORGANIQUE BIEN CONDUITE



Ex : Matières Organiques enfouies trop en profondeur lors d'un labour trop profond. Ceci favorise les champignons pathogènes et les problèmes de nutrition de la plante

Les rotations : clé de la bonne santé des cultures

La rotation est la règle de base en maraîchage biologique. Elle consiste à revenir le moins souvent possible avec la même culture, sur la même parcelle. L'alternance des familles botaniques différentes lors de la succession des cultures permet de répondre à différents objectifs :

- Limiter la concentration de parasites et pathogènes sur la parcelle.
- Prospector le sol à différentes profondeurs en alternant des plantes ayant des systèmes racinaires différents.
- Alternier les cultures avec des besoins minéraux différents (légumes feuilles, fleurs , fruits , racines).
- Maintenir les terres propres grâce à l'alternance de culture faisant appel à des techniques différentes.

Prévenir plutôt que guérir : introduire un engrais vert dans la rotation

L'engrais vert est un des moyens les plus efficaces d'améliorer la structure et d'activer la vie microbienne sur le long terme. Il permet un gain de qualité sur la durée

Il est indispensable d'intercaler un engrais vert dans la rotation; si cela paraît difficile tous les ans, au moins tous les 2 ou 3 ans (4 ans) , que ce soit sous abri ou en plein champ. L'engrais vert permet d'introduire dans une rotation intensive, une culture qui sera restituée au sol.

Familles	Légumes	Fréquence minimale de rotation
Chenopodiacées	Betterave, épinard, blette	4 ans
Astéracées (composées)	Laitue, chicorée, artichaut, cardon	4 ans
Brassicacées (crucifères)	Chou, navet, radis, cresson	2 à 4 ans
Cucurbitacées	Concombre, melon, courgette.	4 ans
Fabacées (Légumineuses)	Fève, pois, haricot, lentille	4 ans
Liliacées	Ail, oignon, échalote, poireau, asperge, ciboulette	5 ans
Apiacées (ombellifères)	Carotte, céleri, fenouil, persil, panais	5 ans
Solanacées	Aubergine, poivron, tomate pomme de terre	Au moins 2ans ou 4 ans 5 ans
Valérianacées	Mâche	2 ans
Rosacées	Fraise	4 ans

Les engrais verts : un outil pour améliorer la structure et lutter contre le tassement du sol

L'introduction d'un engrais vert dans la rotation est le moyen de prévention dans l'entretien et le maintien de la fertilité du sol. De plus, en activant la vie microbienne, ils permettent une meilleure disponibilité des éléments nutritifs pour la culture suivante

Intérêt des engrais verts :

- Ils favorisent l'activité microbienne des sols
- Ils améliorent la structure du sol
- Ils assurent une protection mécanique des sols et empêchent le lessivage
- Ils permettent un stockage des éléments durant 6 à 8 semaines
- Ils permettent d'effectuer une rotation minimale entre 2 cultures
- Ils sont du plus grand intérêt dans des sols légers, battant et peu structurés en favorisant la création d'une pseudo-structure, par le « collage des matières organiques aux particules de limons grâce au mucus microbien sécrété par une activité intense des micro-organismes ».

Quel engrais vert utiliser ?

Les meilleurs précédents culturaux en maraîchage sont **les céréales**, car elles permettent :

- d'une part, de casser le cycle de succession de famille des plantes maraîchères cultivées
- d'autre part, elles ont un effet structurant par leurs racines fasciculées.

Pour une culture d'hiver, on utilisera : le seigle, l'avoine, le blé.

Le seigle a fort pouvoir couvrant, est la plante la plus nettoyante et rustique, par ses sécrétions racinaires il agit contre les pathogènes et contre le chiendent.

Une céréale associée à une légumineuse, permettra une diversification des cultures sur la parcelle et une fourniture en azote non négligeable.

La vesce, le trèfle permettent des semis tardifs à l'automne. Le mélange trèfle blanc et fétuque utilisé en vigne résiste bien au tassement du sol.

Le choix des espèces

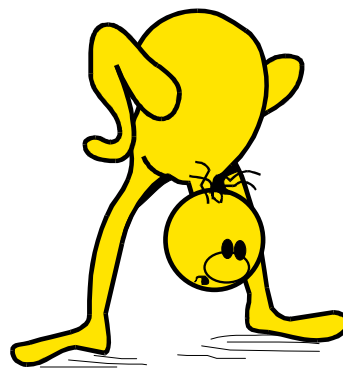
- **Effet structurant** : graminées fourragères et céréales. La plus courante et la plus rustique est le seigle, à fort pouvoir couvrant ; avec un bon travail du sol, sa culture pourrait diminuer la population de chiendent. L'avoine est un excellent engrais vert en période froide. Le sorgho est idéal par temps chaud et sous tunnel.
- **Apport d'azote** : les légumineuses, vesce, pois fourrager ; le trèfle aurait également une action contre le thrips du poireau, la mouche du chou. En association avec une plante qui absorbe les réserves d'azote du sol, une céréale par exemple, la légumineuse fixe plus d'azote. L'association des deux a un effet structurant plus prononcé que si on les cultive séparément.
- **Entretien du phosphore** : Crucifères et phacélie peuvent rendre disponible le phosphore insoluble du sol, à condition qu'il y en ait. Toute activité biologique intense peut le faire.
- **Apport de Potassium** : sarrasin (même chose que pour le phosphore ci-dessus).
- **Effet nématocide** : certains radis fourragers, cependant les crucifères étant fréquemment cultivées en maraîchage on évitera d'en introduire dans une rotation maraîchère

I

Impact négatif

Les crucifères sont des plantes hôtes du nématode de la betterave, de la hernie des crucifères et de ravageurs (piéride, noctuelles...)

La phacélie : peut héberger de nombreux ravageurs communs aux cultures (pucerons, thrips, aleurodes, elle est plante hôte du virus de la pomme de terre).



**Espèces conseillées selon les créneaux de culture en plein champ
(Réf : GRAB Avignon)**

SAISON	FAMILLE	ESPECE	DOSE en Kg/ha
ETE	Graminées	Sorgho fourrager	30 à 50
		Moha de hongrie	30
		Seigle jauffrey Drillaud	40
	Polygonacées	Sarrasin	60
	Crucifères	Moutarde ou radis fourrager ou navette	15 à 20
AUTOMNE	Graminées	Seigle	40
		Triticale	100
		Blé	150 à 200
	Légumineuses	Vesce d'hiver	80 à 150
	Graminées+légumineuses	Seigle (15) + RGI (1à)	15 à 10
		Seigle (15) + vesce (10)	
	Crucifères	Moutarde ou radis fourrager ou navette	15 à 10
Hydrophyllacées	Phacélie	15 à 20	

Itinéraire culturel de l'engrais vert

La plupart des inconvénients attribués aux engrais verts proviennent des erreurs de conduite de la culture ;

- enfouissement trop tardif : délai trop court avant la culture suivante
- enfouissement en profondeur d'engrais vert frais

Ces erreurs peuvent entraîner des fermentations qui perturbent la vie du sol et sont néfastes à la culture suivante:

Il faut absolument respecter les étapes de mise en place et d'instruction de l'engrais vert

-Itinéraire culturel d'un engrais vert d'hiver en plein champ :

- **Semis fin octobre**

La préparation du lit de semence doit être minimale. Le mélange vesce/avoine ne nécessite pas de roulage .

- **Broyage avant floraison** : *broyage très fin (avec un outil type broyeur à marteau)*

Dans le cycle d'une plante le stade de basculement d'une plante jeune , riche en sucre soluble vers une plante mûre, riche en cellulose et en lignine est la floraison. Il est donc indispensable de détruire l'engrais vert avant le stade floraison, de plus la dissémination des semences est alors évitée. S'il y a un problème de décomposition, c'est probablement que l'engrais vert est déjà « vieux ». Il ne pourra pas produire d'activité biologique intense et ne sera pas structurant. Il vaut mieux détruire un engrais vert trop tôt que trop tard. Il faut donc viser le créneau favorable en début de saison pour casser l'engrais vert, **même en février** .

- **Incorporation superficielle**, 10-15 cm (avec outil type cover-crop, chisel, outil à disques meilleurs outils d'incorporation..). Il est impératif d'éviter la formation de couches épaisses de plantes peu décomposées .

Si on constate des tâches de Gley (couleur gris-bleu) en surface, ou une mauvaise décomposition de l'engrais vert, il faut repasser un outil pour aérer et favoriser la décomposition.. C'est aussi un indicateur de la très mauvaise structuration du sol.

- **La mise en place de la culture** suivante se fera 3 ou 4 semaines après incorporation. Toutefois, ceci dépend de la maturité et de l'importance de la masse végétale à enfouir. Si l'engrais vert est assez jeune, que son incorporation reste superficielle et surtout que le sol est assez poreux, on pourra installer une culture tout de suite après incorporation.



Photo sur une culture en planche d'engrais vert : vesce avoine

Quel engrais vert sous abri ?

L'engrais vert pourra être introduit après une culture d'été et avant une culture d'hiver. Il peut également permettre d'occuper le sol en été dans une serre inoccupée par des cultures. Sous abri le cycle de culture est court : 1,5 à 2 mois.

- Sous abris, en période estivale

Selon les essais engrais vert effectués par le GRAB :

- le Sorgho fourrager est l'espèce la mieux adaptée pour un engrais vert sous abris en été (encore faut-il vérifier au cas par cas de son intérêt : importance de la masse végétale ? pouvoir de structuration ? système racinaire ?).
- Le sarrasin concurrence très bien les adventives (mais c'est surtout le travail de préparation du sol et son enfouissement qui est nettoyant dans la culture de sarrasin ; Il doit être enfouit jeune).
- Le radis fourrager représente un intérêt réel pour l'aération du sol (attention aux cultures suivantes : pas de crucifères !) ;
- En saison morte, un engrais vert contenant des légumineuses seraient utiles, puisqu'en serre l'azote est souvent l'élément faible. Les mélanges graminées et légumineuses sont les plus structurant.

- Sous abris en automne

Un engrais vert à base de ray-grass (ou autres graminées) permet d'occuper rapidement la surface sous serre et permettra alors d'introduire une culture d'hiver dans la rotation.

La fertilisation organique des cultures

La fertilisation doit avant tout permettre d'optimiser l'activité microbienne. La fertilité du sol sera maintenue par des apports à doses modérées de matière organique.

On accorde souvent trop d'importance uniquement à la nutrition de la plante, en basant le calcul des doses à apporter uniquement sur les besoins de la culture : méthode de substitution. Ce mode de calcul ne prend pas en compte les autres facteurs : sol et climat, qui ont une influence directe sur la disponibilité en nutriments. Le sol possède un pouvoir régulateur, sans lui les éléments nutritifs seraient entraînés ou précipités et de nouveau inaccessibles pour le vivant. Il faut donc entretenir ce pouvoir régulateur du sol et non pas seulement approvisionner les réserves nutritives mobiles (engrais 'solubles')

La fertilisation a une influence directe sur la santé des cultures. Par l'utilisation d'engrais solubles on se substitue progressivement au fonctionnement du sol, entraînant ainsi un dysfonctionnement non seulement du sol mais aussi de la culture en place.

Des essais ont mis en évidence que les plantes sont moins malades:

- en fertilisation organique par rapport à une fertilisation minérale: fumier tous les ans 10% de plantes malades, sans fumier 80%
- sans engrais, qu'en sur fertilisation

Une fertilisation des cultures non adaptée entraîne des problèmes phytosanitaires



Rappel des bases du raisonnement de la fertilisation

Le raisonnement est basé sur les besoins des cultures : substitution ou satisfaction aux besoins de la plante. Les doses apportées sont alors proches des besoins de la culture mais ne tiennent pas compte de leur disponibilité. Or, la plante se nourrit avec le sol .

Le calcul des doses à apporter doit prendre en compte : la fourniture du sol .

L'effet d'un même produit varie selon les sols (nature et coefficient de fixation).

Selon l'activité microbienne du sol, la disponibilité des éléments est variable, il peut y avoir :

- des risques d'antagonismes
- des rythmes de mobilisation différent :Ex : le phosphore du fumier de bovins n'est disponible qu'au bout de 6 mois.

Les matières organiques ne vont pas toutes évoluées de la même façon en fonction :

- de leur origine
- du cycle de minéralisation sur l'année, en fonction du climat

Le comportement des matières premières

Les M.O ne faisant pas d'humus – M.O minéralisante, plus riche en N:

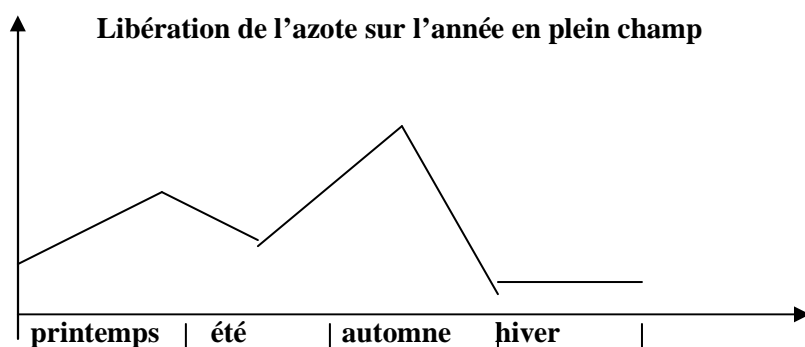
- Purin, lisier
- Fientes de volailles
- Guano
- Sang desséché ou poudre de sang
- Farines de plumes (riche en soufre)
- Poudre de corne torréfiée
- Soie de porc

Humus fugitif à effet retard :

- tourteaux
- engrais verts jeunes

Les matières organiques faisant de l'humus - M.O stabilisante

- Fumier de ferme
- Compost plus ou moins mûr
- Bois, écorce, feuilles mortes
- Résidus de culture mûres (après floraison)



Les fortes amplitudes thermiques provoqués par des à-coups climatiques surtout au printemps, vont entraîner une minéralisation rapide et une accumulation de sève riche en éléments solubles dans la plante favorables à certains parasites . (Exemple : la fève si souvent attaquée par les pucerons au printemps.)

Ces phénomènes sont accentués sous abri , une bonne gestion du climat est indispensable :

- aération par ouverture l des abris
- irrigation par aspersion

Les sécheresses (et non la chaleur) peuvent bloquer la libération de l'azote, qui augmentera subitement après les premiers orages de fin d'été. Certaines cultures courtes d'automne (salades) peuvent alors de contenter des reliquats et ne nécessiteront pas systématiquement d'apports.

Tout ce qui n'est pas géré par la plante, le sera par les parasites et les maladies

Un mode de calcul basé uniquement sur les restitutions ne prenant pas en compte la fourniture naturelle du sol, ni le fonctionnement des flux vers la plante se traduit souvent par une sur fertilisation. Des doses excessives entraîneront des dysfonctionnements dans la plante et une pollution de l'environnement.

Tout excès entraîne une consommation de luxe par les plantes avec des conséquences de déséquilibres dans l'ordre de passage des éléments dans la plante. Tout ce qui n'est pas géré par la plante, le sera par les parasites.

Il est reconnu que les déséquilibres nutritionnels ne sont pas sans répercussion sur le développement de certains pathogènes. Il ressort que :

- les excès d'azote sensibilisent la plante aux attaques bactériennes et cryptogamiques, ainsi qu'aux insectes piqueurs-suceurs (pucerons...)
- un bon équilibre K/N constitue un facteur de résistance aux pathogènes
- un excès de sulfate favorise le mildiou (*Phytophthora infestans*) sur pomme de terre
- un bas niveau de sulfate favorise la hernie des crucifères (*Plasmodiophora*) sur le chou

Des apports massifs et/ou déséquilibrés favorisent l'apparition de carences induites, telles que des troubles dus à un déséquilibre K/Mg. Il en est ainsi de la pourriture apicale des fruits (tomates, piments...), conséquence de dysfonctionnements dans l'alimentation de la plante en Calcium, ayant souvent pour origine un rapport K/Ca trop élevé.

Note de Jacques PETIT sur la méthodologie de fertilisation en bio

« La façon actuelle d'évaluer les besoins en fertilisant ne tient justement pas compte de la restitution des nutriments exportés. Elle n'est basée que sur une évaluation de labo qui est censée mesurer la richesse du sol. Mais tout ça est très théorique et à peu près faux. C'est pour cela que les "équilibres" K/N, K/Mg et autres sont à manier avec délicatesse. De même que ne se servir que de la compréhension actuelle que nous avons du fonctionnement des sols me paraît risqué. Il faut certes s'en servir, mais il faut y ajouter d'autres informations comme le bilan nutritif, en plus de tenir compte des observations au champ et de l'historique des cultures. Par exemple d'utiliser comme un dogme le fait de ne jamais dépasser 10 t/ha de ceci ou 8 t/ha de cela sans en connaître la composition, sans connaître les rendements visés par le producteur et sans tenir compte de l'ensemble de la rotation peut conduire à des chutes de rendements dramatiques, surtout en maraîchages. Un compost à 4 kg/t de N ou un autre à 7 kg/t (c'est la fourchette normale de variations pour le fumier), c'est toujours du compost, mais ça ne fertilise pas de la même façon, même si leur minéralisation se fait au même rythme. Un rendement de tomates de 5 kg/m carré ou 15kg/m carré ce n'est pas la même chose.

Enfin pour mettre au point une fertilisation pointue et efficace, il faut fortement encourager les petits essais à la ferme et ne parler de quantité que comme exemples à ne pas suivre, mais simplement comme exemples de cas permettant une réflexion plus globale. »

- La gestion organique et les pathogènes et parasites du sol

La dégradation des matières organiques ligneuses est effectuée par des champignons décomposeurs à 80% (milieu forestier). Or dans les sols cultivés, ce sont les bactéries (à 80%) qui vont effectuer cette décomposition. Si dans un sol cultivé, on modifie l'équilibre bactéries/champignons, par des apports importants de résidus ligneux, le risque d'apparition de pathogènes est alors plus important, le milieu devenant alors favorable au développement des champignons.

Lors des opérations de travail du sol, surtout en sol limoneux (fréquent en Pays-Basque) on peut obtenir une terre trop fine. Si la terre est trop finement travaillée, on assiste rapidement à des problèmes de tassement du sol et à un manque d'aération. Le manque d'aération entraîne une mauvaise décomposition des matières organiques, et favorise l'accumulation de débris organiques favorables aux nématodes et autre macro faune du sol (taupins, scutigérelles).

Il est tout aussi indispensable de raisonner le travail du sol avant l'apport de fertilisant si l'on souhaite favoriser l'activité microbienne

L'ancienneté des terres cultivées en maraîchage

Plus les sols cultivés en maraîchage ont de l'ancienneté plus les doses doivent ou peuvent être réduites, il faut alors prendre en compte les reliquats azotés. Les tests reliquats d'azote permettent de donner un état des lieux avant plantation et d'ajuster ainsi la fertilisation.

Origines des matières organiques

Les sources de matière organique seront différentes selon les maraîchers. En effet beaucoup ne disposent pas de fumier et/ou de compost, la fertilisation sera alors menée par des apports d'engrais organique du commerce. Pour connaître les doses à apporter, une analyse révélant le fonctionnement des matières organiques dans le sol est indispensable conjuguée à une observation attentive des besoins des cultures.

- Les composts

Un apport de compost sera source d'humus et permet quand il est jeune :

- le développement d'une vie microbienne intense
- une valeur fertilisante élevée

De plus, le compost offre d'autres avantages :

- un assainissement par une montée en température
- réduction du pouvoir germinatif des adventices
- perte minimale des éléments nutritifs lors de l'application

Un compost ne devra jamais être enfoui mais incorporé en surface. Tout apport excessif pourra avoir un effet inhibiteur à court terme surtout dans les sols ayant une activité biologique médiocre. La dose dépend de la nature du sol mais les apports ne doivent pas dépasser un équivalent 5T à 8T maxi sous serre et 3T à 5T/ha maxi en plein champ. Il faut 15 jours avant toute plantation.

Remarque :

Aux extrêmes des doses de compost qui sont ici recommandées, l'azote peut varier de 12 kg/ha à 56 kg/ha, ce qui est très peu pour certaines productions. A moins d'en faire plusieurs applications, on devra compléter la fertilisation par d'autres types d'apports. Même sur les sols qui ne forment pas de complexe, il serait probablement possible, sans créer de dysfonctionnement du sol, d'épandre 20 t/ha de compost ou fumier si les cultures en ont besoin. A ces doses, sur des sols actifs, peu ou pas de toxicité tant pour le compost que pour le fumier.

Après un apport de compost, placer en tête de culture, une culture gourmande.

Si les apports s'avèrent insuffisants ils peuvent être complétés par des engrais organiques du commerce

Zoom sur la conception d'un compost adapté au sol et aux besoins des cultures

Le compostage des fumiers a été longtemps présenté comme une technique de base de l'agriculture biologique. Il même présentait comme la solution à tous les problèmes de gestion des matières organiques. Or dans nos conditions de production, cela n'est pas toujours le cas.

En effet, les sols du Pays Basque disposent d'un héritage d'humus assez important (même en maraîchage). Pour les activer au profit de la plante, on préférera un compost jeune, nerveux, qui stimule l'activité biologique.

Comment obtient-on un compost nerveux ?

-homogénéiser au retourneur dès la mise en tas (1 à 3 passages)

-retourner aux jours 5 et 10

-épandre environ 3 semaines après la mise en tas

S'il n'y a pas de retournement en phase chaude après la mise en tas, il restera beaucoup de mauvaises herbes dans le compost. Un seul retournement peut parfois être suffisant, mais deux retournements est plus « sécuritaire » si on veut bien assainir le mélange.

Les fumiers de ferme

Les fumiers ne sont pas assainis et la maîtrise de l'enherbement sera alors plus difficile et peut favoriser les pathogènes. Dans tous les cas, il ne faut jamais les enfouir et respecter les doses d'épandage pour éviter une sur fertilisation néfaste aux cultures.

La dose dépendra de la nature du sol, une dose maximale de 10T/ha ne devra pas être dépassée. Un délai de 20 jours avant plantation devra être respecté.

Toutefois la qualité de l'équilibre du fumier dépend aussi de la qualité de l'alimentation des animaux.

Les engrais organique du commerce

Ils permettent :

- d'améliorer l'activité microbienne, et pas forcément d'augmenter le taux d'humus
- d'améliorer la productivité des cultures
- Un engrais organique va toujours avoir une action sur les microbes du sol tandis que les engrais minéraux les court-circuitent.

Le conditionnement des engrais organiques du commerce

Il a une influence sur la vitesse de dégradation de l'engrais, et donc sur la disponibilité pour les cultures :

- Le bouchon est pressé et chauffé. Ainsi les guanos et fientes sous cette forme perdent un peu d'azote (3 à 4 unités au pressage)
- Les formes en poudre sont souvent plus rapidement disponibles mais moins faciles à épandre, elles se décomposent plus facilement notamment sous des paillages plastiques

Dans tous les cas, l'assimilation du produit et son utilisation optimisée par le sol et la plante, ne peut se faire qu'à condition qu'il y est une bonne activité biologique du sol. Cette dernière est liée à porosité correcte du sol (équilibre entre air/eau/racines).

Comment améliorer la nutrition de la plante ?

Une nutrition optimale de la plante sera favorisée par une bonne activité biologique mettant les éléments à disposition de la plante. La nutrition des plantes ne peut être abordée de façon fragmentaire, mais de manière globale en faisant intervenir l'ensemble des facteurs influant sur la croissance et le développement des végétaux :

- les facteurs climatiques
- la nature et le fonctionnement du sol
- la physiologie de la plante cultivée

Il est indispensable d'assurer une croissance harmonieuse de la plante afin de préserver et renforcer ses défenses naturelles.

L'intensité dans la succession des cultures dans une rotation maraîchère nécessite une approche globale. Il faut de préférence :

- Privilégier des matières organiques facilement minéralisables
- Favoriser une bonne structure et une bonne aération du sol

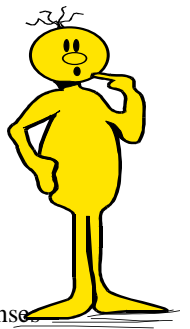
On doit privilégier l'activité microbienne pour une disponibilité des éléments répondant à des besoins importants des cultures.

Les principaux problèmes rencontrés sur les cultures sont souvent liés à une mauvaise gestion des facteurs de l'environnement de la plante, qui peuvent être aggravés :

- par un travail du sol inapproprié,
- par une mauvaise gestion de la fertilisation
- par une mauvaise gestion climatique (sous abri)

Il ne faut pas oublier que toute implantation d'une culture doit se faire à une température du sol d'environ 10°C, en-dessous les éléments seront difficilement disponibles pour la plante rendant la reprise difficile.

Les paramètres climatiques, surtout sous serre n'ont pas seulement une influence sur les rythmes de croissance mais conditionnent aussi l'assimilation de certains éléments minéraux



La gestion du climat sous abri

L'irrigation	Eviter le goutte à goutte seul Alternier de préférence aspersion + goutte à goutte : de préférence le matin
L'aération et hygrométrie	Ouverture des ouvrants : Privilégier l'aération latérale par ouvrant ou en écartant les laies tous les 10m
Les paillages plastiques	Eviter un paillage intégral source de problèmes thermique et d'excès d'humidité Préférer des paillages micro-perforés

Pratiques culturales et disponibilité en éléments nutritifs

L'activité et la vie des bactéries sont affectées par les conditions de milieu . Pour se développer et être actives elles nécessitent :

- un milieu aéré
- une humidité suffisante
- des températures (de 10°C à un optimum de 21 à 38°C)
- de l'azote facilement disponible et un sol suffisamment riche en Calcium pour neutraliser les acides organiques.

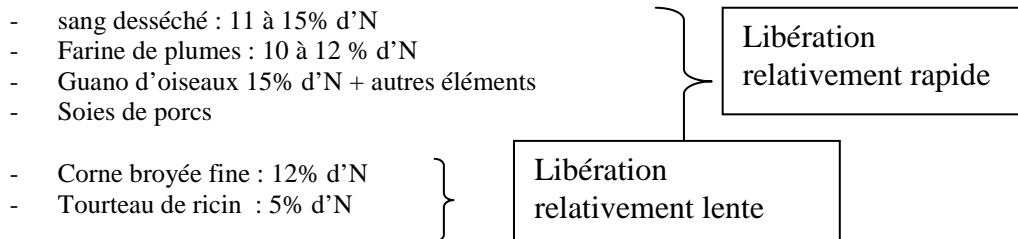
Disponibilité de l'azote

Plusieurs pratiques culturales conjuguées permettront d'améliorer la disponibilité de l'azote pour la plante :

- par l'assainissement du sol
- par l'aération : cultures en planches surélevées ou en billons
- par l'amélioration de la structure : favoriser le « mucus » microbien
- par les légumineuses : Ex : vesce dans la rotation
- en sol non calcaire : le chaulage améliore le cycle de l'azote
- en sol calcaire : l'azote agit en synergie avec le soufre

En début de saison, il est préférable d'apporter de l'azote organique facilement disponible : en restant à faible dose pour éviter des coulures de fleurs au printemps. Ces apports peuvent être conjugués avec des produits à minéralisation plus lente pour les cultures longues.

Comportement des engrais organiques azotés



En saison, la plante n'a pas de besoins importants mais il faut s'assurer de son bon fonctionnement . Si le sol a été entretenu il fournira suffisamment d'éléments nutritifs sur la saison.

Il faut surtout veiller à éviter le flétrissement , car tant que la plante évapore, elle peut fonctionner. La maîtrise du climat sous abri est alors indispensable : aération, aspersion , binage régulier .

Certains problèmes sur des cultures d' été comme le chou, le poireau, la salade ne proviennent pas de la nutrition mais souvent des conditions climatiques.

D' autres éléments fertilisants : phosphore, potasse

La plupart des sols analysés présentent des sources minéralogiques dont l'altération permet de libérer du phosphore et potasse. Il s'agit ensuite de les rendre disponible pour la plante, grâce à une bonne porosité du sol et un bon enracinement de la plante, au plus près des besoins de la plante (notions de flux). Ensuite le producteur pourra toujours compléter sa fertilisation avec un engrais phosphaté ou potassique.

Exemple d'engrais adaptés aux conditions pédo-climatiques locales

- Pour entretenir le phosphore : un engrais organique type Guanos. En sol acidifié , on peut également utiliser des phosphates naturels (sauf en sol humide). En milieu calcaire on l'apportera plutôt sous forme d'arêtes de poissons
- Pour entretenir la potasse : en engrais minéral type Sulfate de Potassium ou Patenkali Le soufre contenu dans ces produits stimule l'activité microbienne au printemps.

Remarque sur le potassium :

Le potassium régule la croissance . Il intervient dans la phase d'enrichissement en sucre du fruit mais pas sur le goût. La plante ne se régule pas sur sa consommation , entraînant souvent une consommation de luxe de cet élément source de problèmes de conservation des fruits. Plus il y a de potassium , moins la plante va absorber de calcium.

L'importance de maintenir une bonne POROSITE du sol

Au-delà des résultats mesurés en laboratoire sur le coefficient de fixation du sol, sur les bases (calcium et magnésium, sur les matières organiques, sur le phosphore et la potasse, etc...), les **observations réalisées sur le terrain** grâce à des profils profonds soulignent parfaitement les causes et conséquences des disfonctionnements de certains sols maraîchers.

Globalement le **déficit d'une bonne porosité** dans les sols engendre et accentue la plupart des problèmes au sol et sur la plante. **Une bonne porosité est une clé de la fertilité du sol** et une sécurité pour assurer un développement correct de la plante (Ex : équilibre partie racinaire/partie aérienne). Le maraîcher doit donc veiller à surveiller en permanence cette porosité du sol et à anticiper l'ensemble des opérations qui participeront à maintenir une bonne dynamique du sol.



Photo : Tracteur équipé d'une butteuse pour confectionner les planches et de système ventrale de binage

Zoom sur le type de travail du sol pour le maintien et l'amélioration de la porosité

L'efficacité d'un travail du sol dépend avant tout de l'objectif fixé, de la pertinence dans le choix de l'outil (ou des combinaisons d'outils), et surtout de la période de travail. Tout travail du sol même, adapté aux objectifs et réalisé avec un matériel performant, peut s'avérer désastreux pour le sol et la culture, s'il est réalisé en mauvaises conditions climatiques.

OBJECTIFS POSSIBLES	TYPE DE TRAVAIL DU SOL
Eviter croûte de battance en surface	Binage de 5 à 7 cm
Décompactage un peu plus en profondeur (et parfois casser une semelle de labour)	Décompacteur à dent type Acti sol à 10-15 cm
Décompacter très en profondeur Aider à résoudre certains problèmes d'évacuations de l'eau	Sous solage à 40 cm (éviter de sous soler en profondeur chaque année sur des sols limoneux, vous risquez de créer une autoroute aux limons.

Eviter le labour (notamment avec rasette) profond, en continue année après année : risque de semelle de labour avec conséquences agronomiques graves à moyen long terme. Toutefois dans certains cas, la technique du labour peut en combinaison avec d'autres outils permettre d'atteindre un objectif.

Les outils de finition tels les vibros seront utilisés à vitesse lente. En sol limoneux, éviter de « faire de la farine » en surface qui petit à petit colmatra l'horizon de surface (c'est le début de la croûte de battance).

Dans tous les cas, commencer à améliorer la porosité de votre sol de la surface vers la profondeur. L'amélioration d'une porosité de sol nécessite du temps : n'attendez pas « de miracle » la 1^{ère} année.

Nutrition des plantes et conditions climatiques

Le fonctionnement des légumes cultivés est directement lié aux conditions d'environnement.

Parfois des symptômes sur la plante peuvent paraître pour des carences. Elles ne sont pas forcément signe d'un manque d'éléments, mais signe d'un dysfonctionnement induit par l'environnement de la plante (sol, climat) ou la plante elle-même (arrêt de croissance, mauvais fonctionnement des racines).

La présence d'un élément dans la solution n'est pas une garantie de son utilisation par la plante: un milieu réducteur (tassement, asphyxie du sol) ou une période de repos végétatif feront que la plante n'absorbera rien.

Les températures ont une influence directe sur la croissance et le développement de la plante.

Le repos végétatif peut être induit par des températures extrêmes (élevées ou basses) qui perturberont le fonctionnement de la plante et le flux des nutriments. Chaque plante a une fourchette de températures optimales de croissance, variable parfois selon le stade de végétation.

Sous serre la gestion du climat peut pallier aux températures élevées par une bonne gestion de l'aération. (et parfois par l'aspersion).

Pour rappel, le zéro de végétation est la température seuil en-dessous de laquelle la croissance de la plante s'arrête.

Ail	Zéro de végétation proche de 0°C
Aubergine	T° optimales de croissance entre 16-18°C nuit et 20-25°C de jour- Au-delà de 35°C la croissance végétative est ralentie, la floraison retardée
Betterave	En -dessous de 5°C cycle perturbé - Au-dessus de 28°C croissance ralentie
Blette	Plante jeune sous un léger buttage supporte jusqu'à -3°C
Carotte	Végète à faible t°, mini : 9° T° optimale de croissance 16 à 18°C- supporte jusqu'à -5°C. Au-dessus de 28°C le processus de vieillissement est accéléré
Chou de Bruxelles	Zéro de végétation 3°C- T° optimales de croissance 15 à 21°C
Chou brocoli	Zéro de végétation +5°C- T° optimale avant la pomme 20-24°C Au-delà entre 15-18°C
Céleri	Zéro de végétation : 5°C
Concombre	T° optimale du sol: 21°C, plutôt 23-24°C Au-dessus de 30°C entraîne dysfonctionnement des racines, nécroses, ...
Courge et courgette	Croissance nulle à 5°C - T° optimale entre 16°et 25°C Au-delà de 35°C la plante fane et sa floraison est perturbée En culture les seuils sont fixés à 10°C pour la jeune plante, 12-15°C à partir de la floraison- Ne pas dépasser 30°C (aération sous abri)
Epinard	Croissance végétative nulle au-dessous de 5°, active entre 10 et 25°C
Fenouil	Zéro de végétation : 4 -5°C- Croissance entre 15-20°- Craint le gel
Haricot	Le feuillage gèle à -1°C- Zéro de végétation à 10°C Floraison : t° optimale 15-25°C
Laitue	Au-dessous de 7°C croissance racinaire ralentie- risque d'accidents de culture
Mâche	Croissance végétative 15 - 20°C- Redoute les fortes chaleurs
Melon	Zéro de végétation 12°C - Croissance végétative: nuit 15°C , Jour 18-30°C
Piment	Au-dessous de 15°C et au-dessus de 35°C, croissance perturbée
Poivron	Elle est stoppée aux environs de 10°C
Radis	Croissance active entre 14 °et 18°C - Nulle au-dessous de 6 - 8°
Tomate	Croissance perturbée en-dessous de 12°C et au-dessus de 30°C:

Les besoins des cultures

Les besoins des cultures varient selon le type de légumes cultivés (fruits, feuilles...) et la durée de la culture .

Toutes les cultures fruits sont très gourmandes

Les cultures exigeantes seront à placer de préférence en tête de rotation :

On peut les classer :

- les cultures hautes : concombre, aubergine, tomate, piment, maïs doux
- les cultures basses : chou-fleur, brocolis, céleri rave, cucurbitacées, fenouil
- les cultures à haut débit : courgette
- l'artichaut en première année

Ce sont pour la plupart des cultures de longue durée pour lesquelles une conjugaison d'apports organiques azotés sera nécessaire

Les cultures moyennement exigeantes :

Asperge, carotte, poireau, chou, pomme de terre , les légumineuses , blette

Les cultures peu exigeantes sont les cultures courtes :

Salade, radis, épinard, navet, mâche, ail , échalote

Ces cultures peuvent se contenter des reliquats des cultures précédentes, avec parfois un petit complément azoté.



Une bonne porosité du sol favorise un bon enracinement qui améliore la résistance de la plante au sec