



La fertilisation organique en maraîchage biologique

Année 2014

Programmes
réalisés avec
le soutien de

Lan hau burutu
da ondoko
Parte hartzaileekin



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de Développement Rural



CONSEIL REGIONAL



AQUITAINE



PYRENEES
ATLANTIQUES
CONSEIL GENERAL



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Sommaire

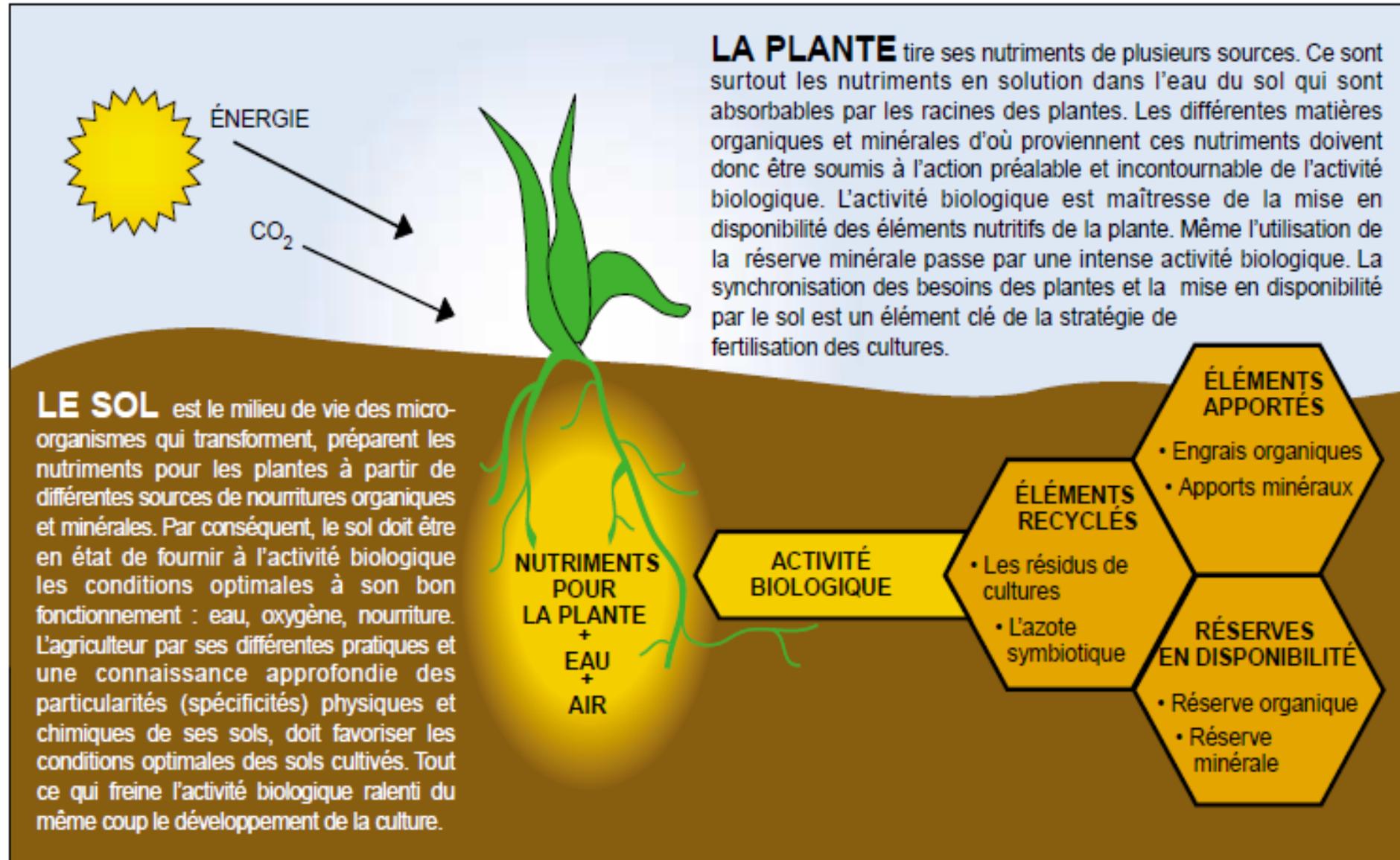
- **Principes de base en fertilisation organique**
- **Connaître les besoins des légumes**
- **Rôles des éléments fertilisants**
- **Méthode de calcul des apports**
- **Lien fertilisation santé des cultures**
- **Evaluation/optimisation de la fourniture des sols par un travail du sol adapté**
- **Apports complémentaires des engrais verts**
- **Compléments par la fertilisation organique:**
 - *Le choix des engrais organiques*
- **La fertilisation conjuguée aux autres pratiques agronomiques: chaulage et travail du sol**

La fertilisation organique

**Les principes de base
et la relation sol-plante**

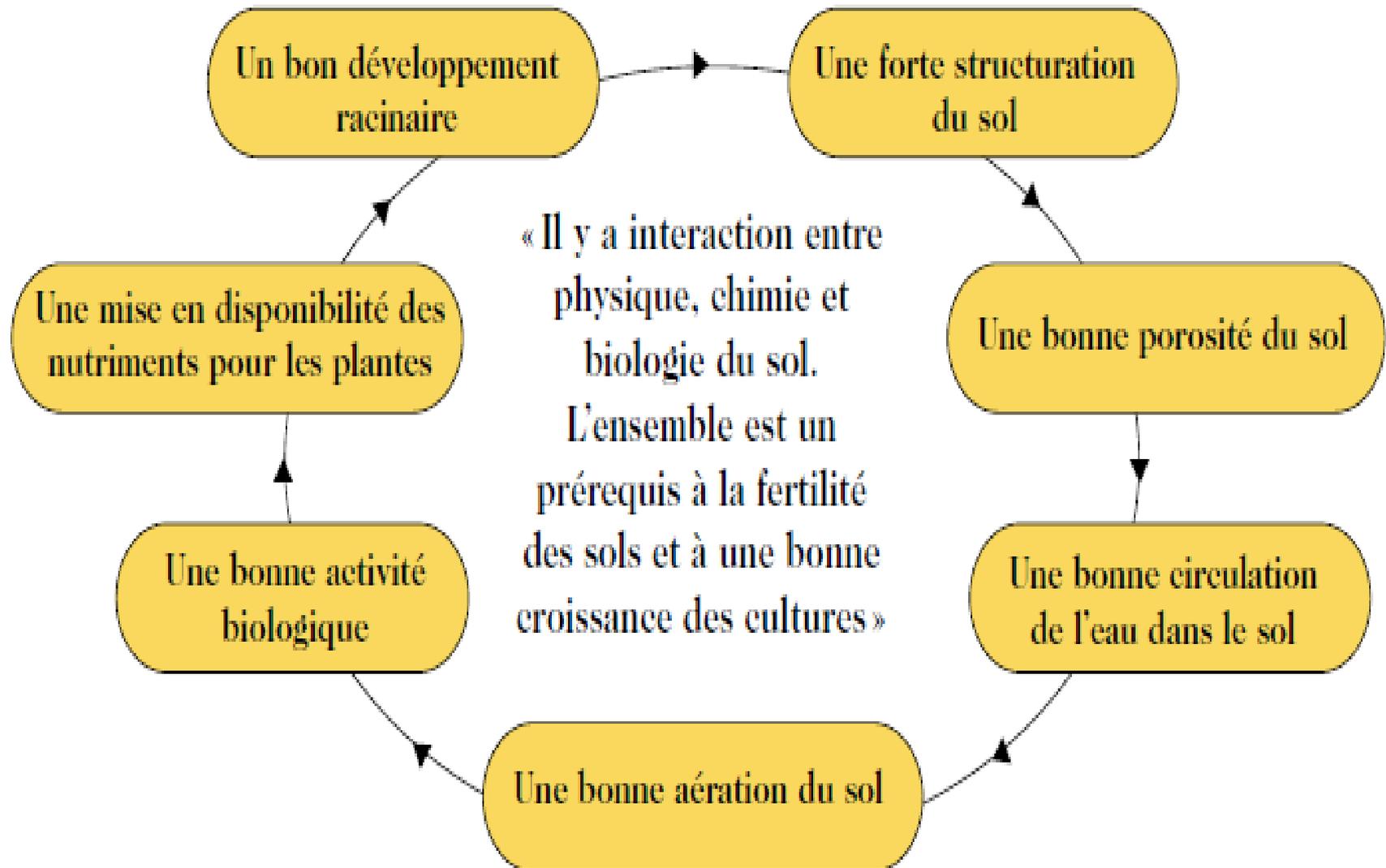
Le principe de base

Figure 2 - La fertilisation des cultures en agrobiologie



La relation sol-plante

FIGURE 4 - LA BOUCLE DU FONCTIONNEMENT DE LA «RELATION SOL-PLANTE»



Rappel important:

« La plante se nourrit dans la solution du sol.

Dissous dans l'eau, les nutriments sont transportés dans la plante. Outre les éléments(...) K^+ (Potasse), Na^+ (Sodium), Li^+ (Lithium), Cl^- (Chlore), qui peuvent être absorbés par la plante directement sous forme atomique, les autres éléments essentiels entrent dans la plante sous forme oxydée ou chélatée = transformée.

Ces transformations sont effectuées par les microbes (bactéries, champignons, macro-faune, etc...) du sol qui mettent sous une forme assimilables les éléments contenus dans les réserves minérales ou organiques du sol, ou apportés par les engrais.

Ainsi pratiquement tous les éléments nutritifs vont entrer dans la plante par "voie microbienne". »

« Sans simplifier à l'excès, on peut assez bien convenir que la **mise à disponibilité des nutriments essentiels à la plante est dirigée par l'activité microbienne du sol**, d'où son importance capitale dans l'approche de la fertilisation en agriculture » .

J.Petit BRDA Herody. La fertilisation organique des cultures

Conditions pour un bon fonctionnement du sol et rôle du maraîcher

Conditions «<u>hiérarchiques</u>» de l'activité biologique =résultat d'un mécanisme	Comment y arriver: rôles du maraîchers =agir sur le mécanisme
1:T (= énergie = carburant!!!) <i>Sol travaille bien de 5 à 35 C</i>	Climat :serres, haies en PC
2:Air/Eau (=créer du vide!!!) (=lutter contre le tassement)	Porosité = construire et entretenir =physique du sol par type de travail et d'outils + type d'Engrais Vert
3:Nutriments (=Nourrir le sol pour nourrir la plante)	Azote + Énergie (<u>y compris rapides</u>) = « <i>ration alimentaire</i> » <i>des micro organismes du sol</i> type de fertilisation; choix des formes d'azote; engrais vert
4:Bases : Ca + Mg (=Pas de pH idéal!!!)	Si sol acide: Chaulage Si sol calcaire: Mobilisation des bases

La fertilisation organique

Connaître les besoins des légumes

Connaître le besoin des légumes

- **Besoins physiologiques ET comment agir?**
 - **T° (de germination, de levée, de développement):** respect date de semis ou de plantation, **réchauffement du sol...**
 - **Luminosité: exposition parcelle et serre,** respect des distances de plantation...
 - **Chaleur: portes dans les serres...**
 - **Eau: infiltration par la structure du sol, apport par l'irrigation...**

**ATTENTION au DEFICIT LUMIERE
et à la STAGNATION de l'HUMIDITE**





**REALISER DES FOSSES PROFONDS
POUR EVITER EAU DANS LES SERRES**



Estimation des besoins nutritifs des légumes

**Plusieurs sources existent (CTIFL.....),
certaines adaptées à l'AB.**

**Dans tous les cas les chiffres peuvent varier.
Il s'agit plus globalement de
savoir si le légume est
« très gourmand », « gourmand » ou « peu gourmand »**

Connaître le besoin des légumes

- Besoins nutritifs des légumes très gourmands

LEGUME	Rendement en T/ha	Azote Kgs/ha	Phosphore Kgs/ha	Potasse Kgs/ha	Calcium Kgs/ha	Magnésium Kgs/ha
Concombre	SA 80	120	80	240	80	20
Aubergine	SA 40	300	170	280	150	40
Tomate	PC 30	70	30	120	170	20
	SA 80	240	80	480	200	65
Piment	SA 40	150 à 200	50 à 100	200 à 300		40 à 50
Choux Fleur	15	180	60	240	50	5
Brocolis	6 à 10	80 à 150	100 à 150	100 à 200		
Céleri Rave	15	120	90	145	180	14

SA: sous abri. PC: plein champ

Connaître le besoin des légumes

- Besoins nutritifs des légumes très gourmands

LEGUME	Rendement en T/ha	Azote Kgs/ha	Phosphore Kgs/ha	Potasse Kgs/ha	Calcium Kgs/ha	Magnésium Kgs/ha
Cucurbitacées	35	200	110	500		
Fenouil						
Courgette	35	200	110	500		
Artichaut	7	70	20	105	60	10

Connaître le besoin des légumes

- Besoins nutritifs des légumes gourmands

LEGUME	Rendement en T/ha	Azote Kgs/ha	Phosphore Kgs/ha	Potasse Kgs/ha	Calcium Kgs/ha	Magnésium Kgs/ha
Carotte	30	70	50	150		
Poireau	20	70	40	80		
Choux	25	75	30	140	80	15
P2Terre	20	60 à 90	60 à 90	120 à 150		
Fabacées	Fèves Pois	4 6	25 à 50 0 à 20	50 à 100 30 à 60	70 à 150 60 à 120	
Blette						
Epinard	1Coupe 10 4Coupes 30	25 140	20 40	80 350	20 40	5 30

Connaître le besoin des légumes

- Besoins nutritifs des légumes peu gourmands

LEGUME	Rendement en T/ha	Azote Kgs/ha	Phosphore Kgs/ha	Potasse Kgs/ha	Calcium Kgs/ha	Magnésium Kgs/ha
Salades	PC 30	60	30	125	30	10
	SA 15	40	30	100	30	10
Radis		70	50	100		
Navet	20	80	35	180	95	10
Mâche	8	30	15	50	6	10
Oignon blanc	20	75	40	60	45	10
Ail	8	100	50	85	80	15
Echalote	15	45 à 80	45 à 75	90 à 135		

Connaître le besoin des légumes

• Sources et rôles des éléments nutritifs:

ELEMENT	SOURCES et RÔLES
AZOTE (N)	<p>Déficit : déficit Activité Biologique dans le sol, faiblesse végétation</p> <p>Excès : déséquilibre, accumulation forme soluble, acidification, dérive microbienne, vulnérabilité au parasitisme</p> <p>Sources: N recyclé, N par fixation des légumineuses, N réserve du sol (liée à M.O), N nouveau (fertilisants azotés).</p>
PHOSPHORE (P)	<p>Déficit: manque vigueur, retard floraison, difficulté fructification, perturbation cycle Calcium, N, Soufre, Fer (idem si excès)</p> <p>Excès: défaut de mycorhization, développement parasitisme,</p> <p>Sources: P recyclé (peu mobile), P réserve du sol (assez insoluble), P concentré dans les crucifères, P nouveau (Phosphates Naturels, Guanos, Poudre d'Os, Fientes)</p>
POTASSE (K)	<p>Déficit: manque de vigueur, irrégularité de la maturité, diminution sucres et synthèse des protéines</p> <p>Excès: consommation de luxe, antagonisme K/Ca et K/Mg, teneur en eau élevée de la plante/du fruit, parasitisme</p> <p>Sources: K recyclé (facilement disponible et donc soluble), K nouveau (Sulfate de K, Patenkali, vinasse de betterave) K du sol</p>

Connaître le besoin des légumes

- Sources et rôles des éléments nutritifs:

ELEMENT	SOURCES et RÔLES
CALCIUM	<i>Excès:</i> blocage par immobilisation du calcaire actif <i>Déficit:</i> parois cellulaires fragile, manque de vigueur <i>Source:</i> réserve du sol et/ou chaulage
MAGNESIUM	<i>Excès:</i> bloque le Calcium, brûlure du feuillage <i>Déficit:</i> défaut de croissance, chlorose sur feuilles anciennes <i>Source:</i> réserve du sol et/ou chaulage magnésien (Dolomie)
SOUFRE	<i>Déficit:</i> défaut de photosynthèse et de synthèse des protéines <i>Source:</i> S réserve du sol, S recyclé (fientes, fumier volaille, lisier, fumier)
OLIGOS ELEMENTS	<i>Bore, chlore, cuivre, fer, manganèse, molybdène, zinc, silice, aluminium...</i> <i>Déficit:</i> signifie surtout « que le sol ne fonctionne pas bien » = carences induites. <i>Excès:</i> deviennent des métaux lourds <i>Source:</i> réserve minérale et organique du sol, apports extérieurs

La fertilisation organique

CALCUL DES APPORTS D'ENGRAIS ORGANIQUES

METHODE DE CALCUL

Méthode de calcul des apports par étape

- **Exemple:** Tomate Sous Serre (culture gourmande)

1. Connaître les besoins globaux N.P.K en UNITES/Ha:

Tomate sous serre: 240 (N) . 80 (P) . 280 (K)

2. Prendre en compte la richesse du sol et le reliquat azoté

Estimation :

- 1) Sol 30 à 50 unités de N/Ha/an
- 2) Reliquats: 30 à 50 unités de N/Ha/an
- 3) Estimation « sol+reliquat » 60 à 100 unités/Ha soit
en moyenne 80 unités/Ha/an en moyenne

4) Apport définitif d'engrais:

240 u de N/ha – 80

= reste environ 160 unités de N/ha à amener

Méthode de calcul des apports par étape

- **Exemple:** Tomate Sous Serre (culture gourmande)

3. Connaître la formulation de l'engrais organique

- La formule N.P.K de l'engrais organique est toujours donnée pour **100Kgs d'engrais**
- **Ex: L'engrais Germiflor 6.7.10 amène:**
 - 6 unités de N pour 100 kgs d'engrais
 - 7 unités de P pour 100 kgs d'engrais
 - 10 unités de K pour 100 kgs d'engrais

Méthode de calcul des apports par étape

- **Exemple:** Tomate Sous Serre (culture gourmande)

Besoins de la tomate sous serre: 240.80.280

4. Calculer l'apport/ha avec du Germiflor 6.7.10

100 Kgs	6u
X Kgs	160 u

100 Kgs de l'engrais 6.7.10 amènent 6 unités de **N**

Pour amener 160 unités de **N/ha**: il me faut :

- **$(160 \times 100):6 = 2\ 666\text{Kgs}$ soit **2.6 T d'engrais/Ha****
- **2.6 T/ha de Germiflor 6.7.10 amènent donc**
162 u de N/ha + 189 u de P/ha + 270 u de K/ha

Méthode de calcul des apports par étape

- **Exemple:** Tomate Sous Serre (culture gourmande)

Besoins de la tomate sous serre: 240.80.280

5. Calculer l'apport au M2

Si pour amener 160 unités d'azote / Ha (10 000 M2), il me faut 2,6 T d'engrais (2,600 Kgs), pour fertiliser:

$$\begin{array}{r} 2600 \text{ Kgs} \quad 10\ 000 \text{ M2} \\ \times \text{ Kgs} \quad \quad 400 \text{ M2} \end{array}$$

- **400 M2 (SERRE), il me faut:** $(400 \text{ M2} \times 2600 \text{ Kgs}) : 10\ 000 \text{ M2}$
= 104 Kgs d'engrais pour 400M2 soit environ 4 sacs de 25 Kgs
- **40 M2 (PLANCHE) il me faut:** $(40 \text{ M2} \times 2600 \text{ Kgs}) : 10\ 000 \text{ M2}$
= 10 Kgs d'engrais pour 40M2 environ 2 sauts de 5 kgs chacun

Et avec le fumier de ferme?

- La richesse du fumier est donnée en **Kilos de N.P.K pour 1000 Kgs de fumier (soit 1 Tonne)**

Nature du produit	Azote	Phosphore	Potasse
Fumier vache	6	3	6
Compost fumier vache	6	4	8
Fumier mouton	6,7	4	11
Fumier volaille	24	21	20
Fumier cheval	7	3	8
Fumier chèvre	6	5	6
Fientes	15	12	9
Plumes	90 à 150	2	2

Et avec le fumier?

- **Le fumier fertilise si pas de perte au stockage**
 - Mesure de la perte au lessivage

13 T/ha de fumier ovin COUVERT amènent	87 Kgs de N/ha	52 Kgs de P/Ha	156 Kgs de K/Ha	FERTI CORRECTE
13 T/ha de fumier ovin NON COUVERT amènent	PERTE 60% = 35 Kgs de N/ha	PERTE 36% = 33 Kgs de P/Ha	PERTE 70% = 47 Kgs de K/Ha	FAIBLE FERTI

- Pour protéger le tas de fumier:

Bâche feutrée, verte « Top Tex »: www.baches-gangloff.fr

Environ 3€/M2. Durée de vie 10 ans minimum

Bâche de protection du fumier

Environ 3€/ M2

Durée de vie 10 ans

Coût engrais 200 à 600€/T d'azote

www.baches-gangloff.fr/



BÂCHE TOP TEX

Le compostage et l'épandage des fumiers

Dans l'ordre:

1. Protéger le fumier au stockage
2. Réaliser 1 à 2 retournes simultanées, pour fractionner et pour assainir
3. Epandre 1 à 3 semaines maxi après le retournement: épandre un produit chaud.
Ne pas laisser refroidir le tas.
Le re-couvrir après compostage si nécessaire
4. Epandre ce **compost jeune** 3 semaines à 1 mois avant plantation



1^{ère} et 2^{ème} retourne simultanées



**PREFEREZ UN COMPOST
JEUNE POUR STIMULER
L'ACTIVITE BIOLOGIQUE**

**SI PAS DE RETOURNEUR, COMPOSTAGE POSSIBLE à L'EPANDEUR
à FUMIER de FERME 30 min de travail/andain de 8m soit 40M3/heure**



Fertilisation avec compost jeune?

- **Calcul de la fertilisation avec du fumier composté:**
à privilégier pour les cultures plein champ. Attention aux excès sous serre.

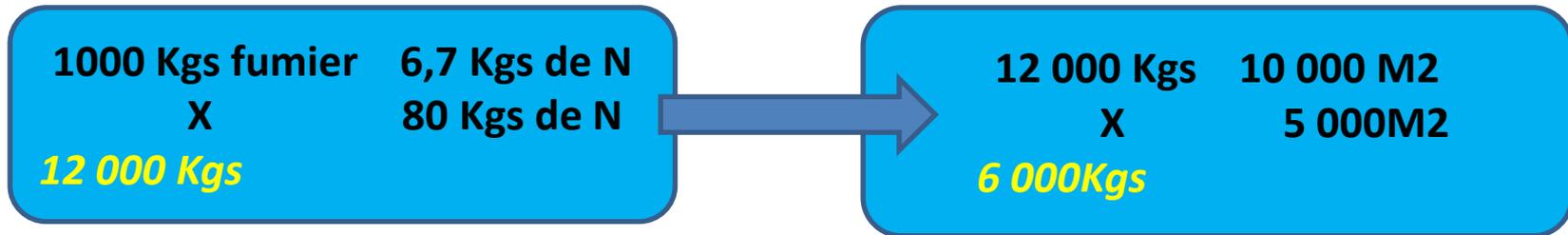
– Exemple de la fertilisation de la pomme de terre avec un fumier d'ovins:

- Besoin /ha (10 000M2) de N.P.K de la Pomme de Terre:

80 – 80 – 140

- Apport du fumier de bovin en Kgs /T de fumier:

6,7 - 4 – 11



Donc environ 12T/ha ou 6T/ pour 1/2 Ha de fumier couvert, composté et épandu chaud permettent de couvrir globalement les besoins de la culture de Pomme de Terre.

Et les autres engrais organiques?

M.O qui font de l'humus stable	M.O qui font de l'Activité Biologique Intense
Tourteaux, Paille, Ecorces, copeaux, sciure, bois Résidus de culture	Engrais vert <i>avec destruction précoce</i> , Farines, Plumes hydrolysées. Fientes, Guanos,

**BESOIN DES DEUX SOURCES DE M.O
RAPIDES ET LENTES =
ASSOCIER DIFFERENTS
ENGRAIS ORGANIQUE**

Et les déchets verts et autres B.R.F?

-Les composts de déchets verts:

- composés surtout de sources de cellulose et de lignine.
- Bien que broyés, ils sont surtout **sources de MO stables**.
- Leur minéralisation **nécessite une source d'azote rapide**.
- En grande quantité et surtout amenés régulièrement, ils **engendrent une augmentation de MO stable** dans le sol **qui favorise la présence de taupins, vers gris...et de champignons pathogènes, dont l'incidence peut être négative pour l'état sanitaire des cultures.**

-Le BRF:

- Ok si bois vert de l'année
- **En réalité, souvent composé de bois aouîté et surtout de déchets de taille avec des terpènes (qui sont anti biotiques).**
- **Effet la 1^{ère} année mais reste de fractions stables demeurent = accumulation de MO stables**
- Nécessite des champignons pour le dégrader
- Ces champignons consomment du sucres et de l'azote rapides, ingrédients nécessaire à l'Activité Biologique Intense du sol
- Favorise/sélectionne champignons pathogènes sur le long terme
- **Peut provoquer des défauts d'azote disponible pour la plante**

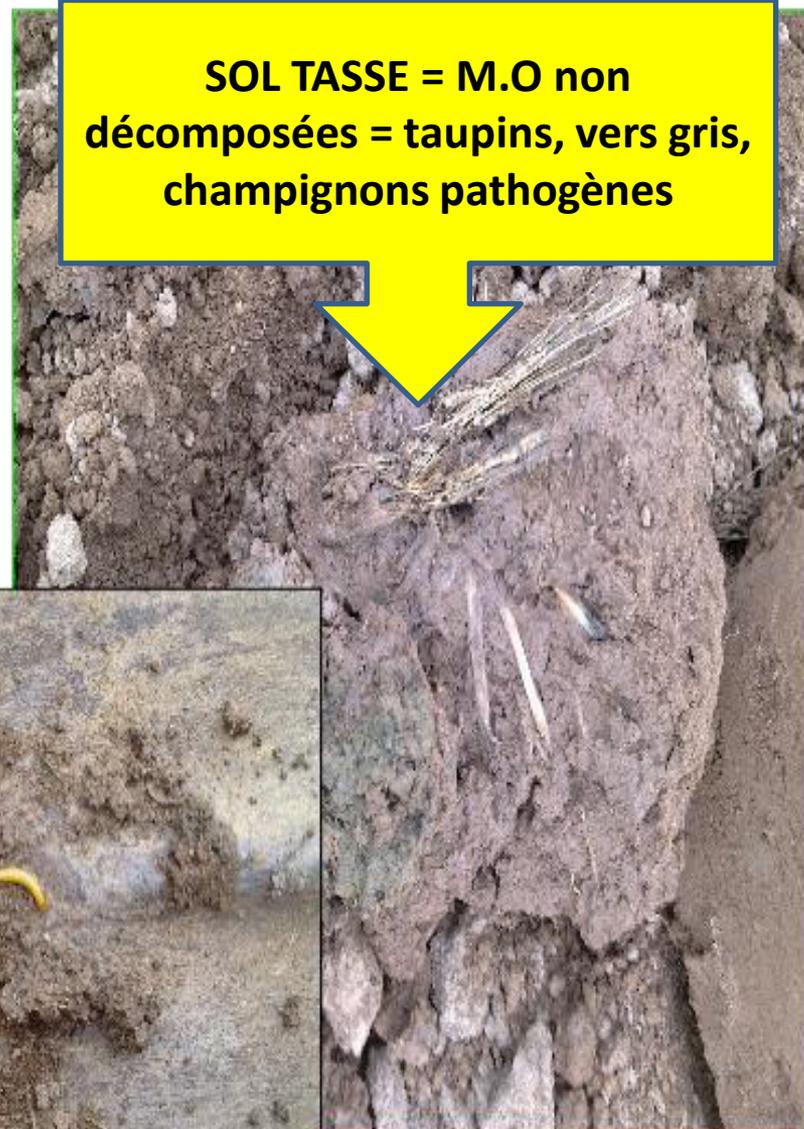
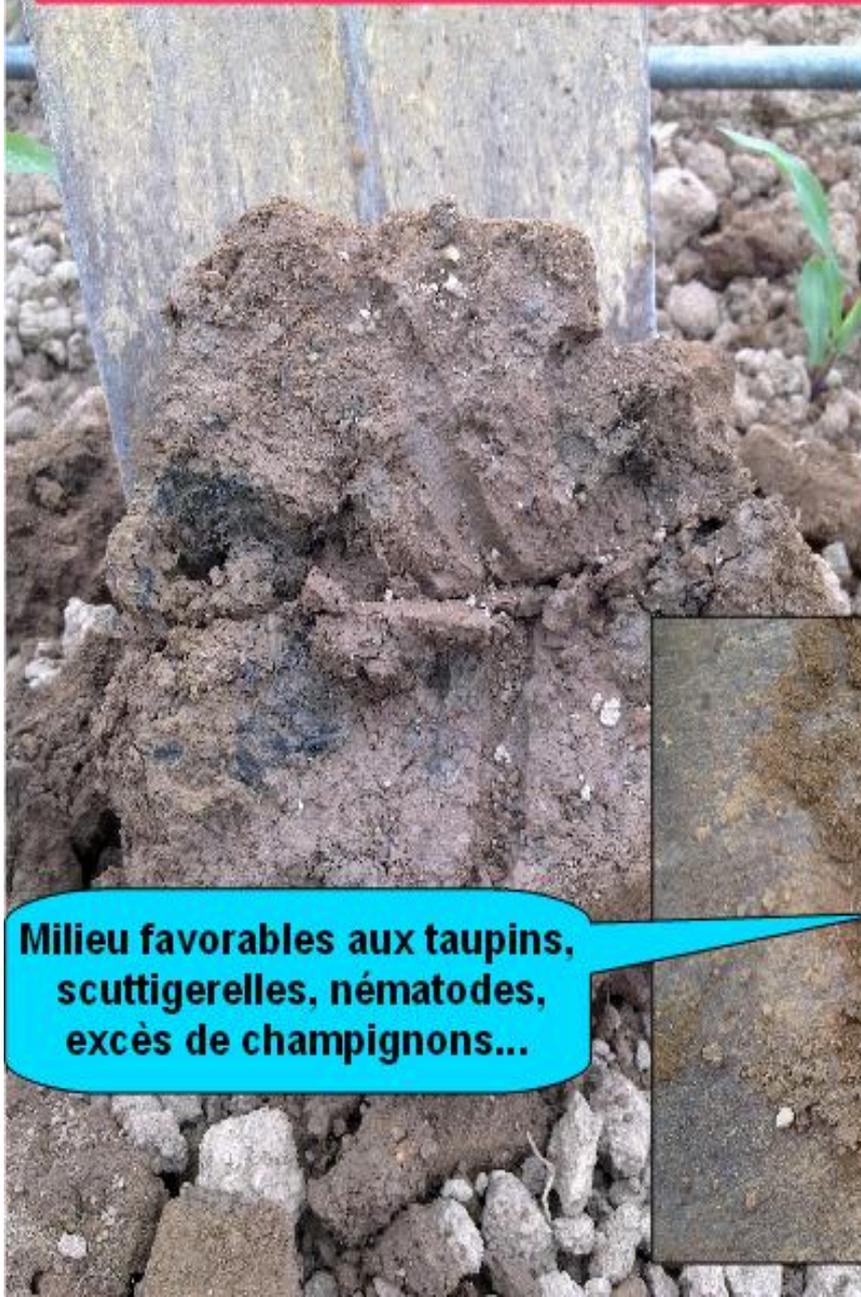
ATTENTION....

- **Tout ce qui freine l'Activité Biologique du sol, c'est-à-dire tout ce qui augmente l'accumulation de M.O stable:**
 - Ralentie la pousse de la plante par diminution de la minéralisation = **problème de « timing » notamment de l'azote par rapport aux moments des besoins de la plante**
 - **Engendre des problèmes sanitaires** = favorise les organismes adaptées à la décomposition de MO stable: taupins, vers gris, champignons coriaces...

PROBLEME SANITAIRE : LE TAUPIN

**SOL TASSE = M.O non
décomposées = taupins, vers gris,
champignons pathogènes**

**Milieu favorables aux taupins,
scuttigerelles, nématodes,
excès de champignons...**



Dégats Vers gris



L'eau stagnante favorise le scuttigerelle...

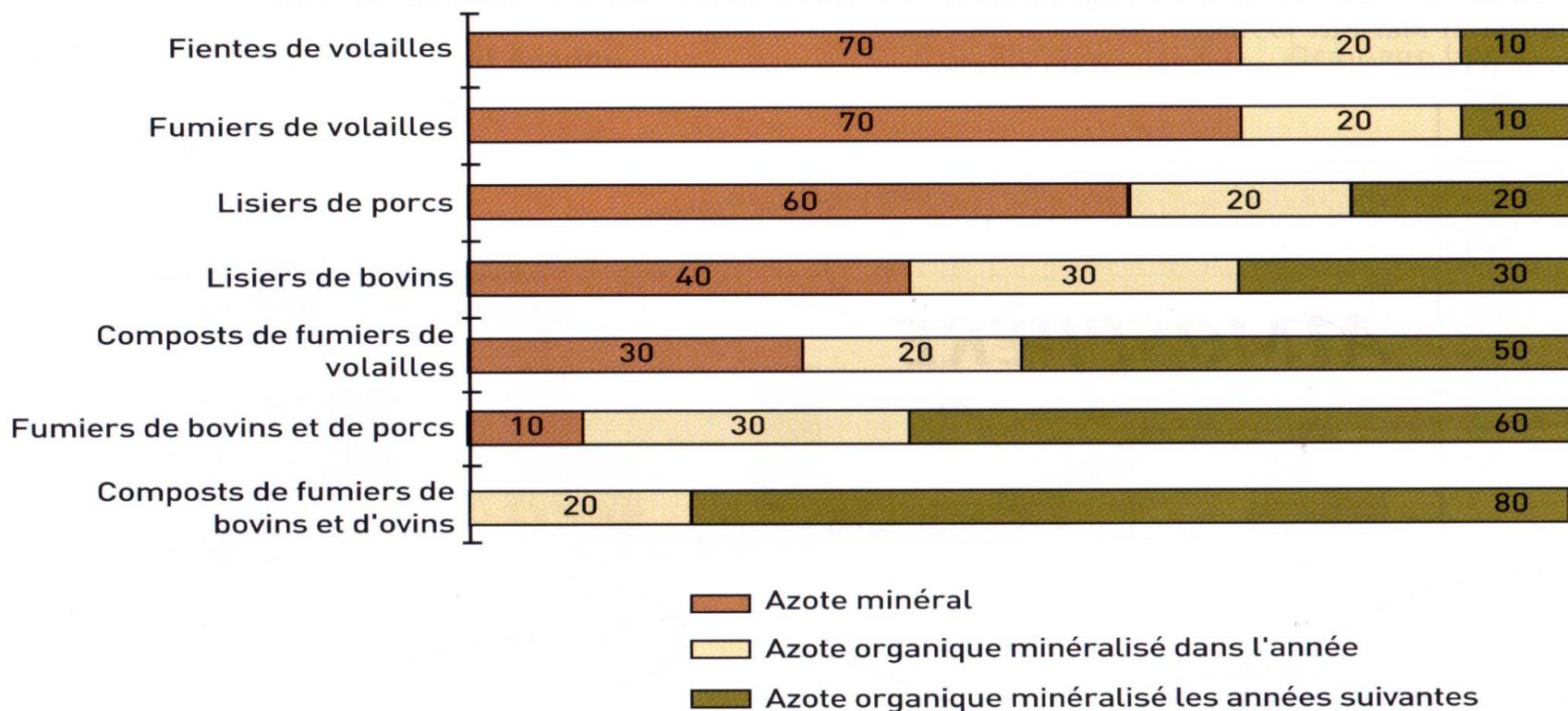


**Gérer
l'hydraulique
de la parcelle
(entretien des
fossés, drainage...)**



Efficacité directe des engrais de ferme

Figure 7 – Pourcentage des fractions azotées dans différents engrais de ferme issus d'élevages bovins, porcins ou avicoles



La fertilisation organique

**Evaluation de la fourniture du sol
en éléments nutritifs**

Optimiser la fourniture par le sol



**LE 1^{er} FERTILISANT
DANS VOTRE FERME
C'EST VOS SOLS**

=

**CHERCHER LA
COMPOSITION et
L'ALTERATION
DES ROCHES**

=

**CONTIENNENT
DES MINERAUX**

=

**FERTILISANTS
POUR LA PLANTE**

La richesse des sols

Éléments nutritifs	Réserve minérale sur 25 cm de sol (3000T de sol/ha)	Réserve organique
Phosphore	0,6 à 15T/ha	150 Kgs à 1,5T/ha
Potassium	20 à 80T/ha	
Calcium	15 à 100T/ha	300Kgs à 3T/ha
Magnésium	15 à 60T/ha	
Soufre	0,3 à 4,5T/ha	120 Kgs à 1,2T/ha
Manganèse	0,3 à 15T/ha	3 à 15Kgs/ha
Bore	12 à 300 Kgs /ha	3 à 15T/ha
Molybdène	3 à 30 Kg/ha	1kgs/ha

Mobilisable si bonne activité biologique du sol

Exemple d'une roche calcaire et de sa richesse



Composition Chimique

Éléments majeurs en % exprimés en oxydes

	x CO ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₃ O ₄	TiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
Calc.oolithique	90	47	2,8 P	4,5 R	1,0 P	2,1 P	0,3 M	0,1 P	0,7 M	0,8 R	0 P
Calc. rubané	86	42,5	4,8 M	3,9 M	1,3 P	5,2 M	0,8 R	0,1 P	1,2 R	1,2 R	0,2 P
O. Ferugineuse	78	39,1	3,8 M	6,1 M	2,2 M	9,4 R	0,6 R	0,5 M	0,9 M	1,3 R	0,5 M

P : pauvre, **M** : moyen, **R** : riche,

Éléments traces : riche en Bore, Zinc et Molybdène . Moyen à pauvre en Cuivre.

Tous les éléments nécessitent une mobilisation par activité biologique intense.

Lien physique du sol – mobilisation des éléments

Indice de L'Activité Biologique du Sol	Mobilisation P si sol actif	Mobilisation P si sol peu actif	Mobilisation K si sol actif	Mobilisation K si sol peu actif	Mobilisation Mg si sol actif	Mobilisation Mg si sol peu actif
0 <i>Sol tassé</i>	10u/Ha/an	5u/Ha/an	30u/Ha/an	25u/Ha/an	15u/Ha/an	10u/Ha/an
1	20u/Ha/an	10u/Ha/an	40u/Ha/an	30u/Ha/an	20u/Ha/an	15u/Ha/an
2	40u/Ha/an	15u/Ha/an	60u/Ha/an	50u/Ha/an	35u/Ha/an	20u/Ha/an
3	60u/Ha/an	25u/Ha/an	90u/Ha/an	75u/Ha/an	70u/Ha/an	30u/Ha/an
4	80u/Ha/an	40u/Ha/an	110u/Ha/an	100u/Ha/an	85u/Ha/an	50u/Ha/an
5 <i>Bonne structure</i>	100u/Ha/an	50u/Ha/an	150u/Ha/an	130u/Ha/an	100u/Ha/an	60u/Ha/an

Mobilisable si bonne structure du sol

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne porosité
Choisir ses outils pour construire la porosité du sol avant plantation



De temps en temps
nécessité de
décompacter à 40cm



Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne structure

Choisir ses outils pour réaliser des planches surélevées

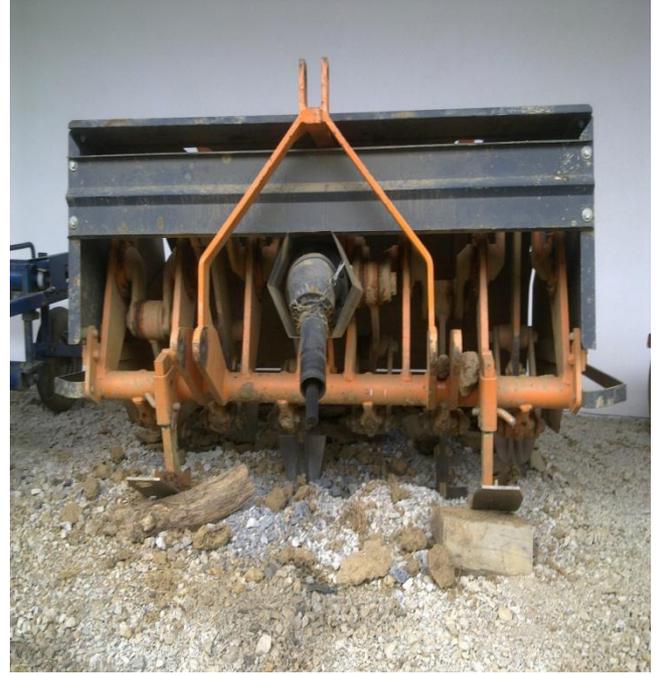


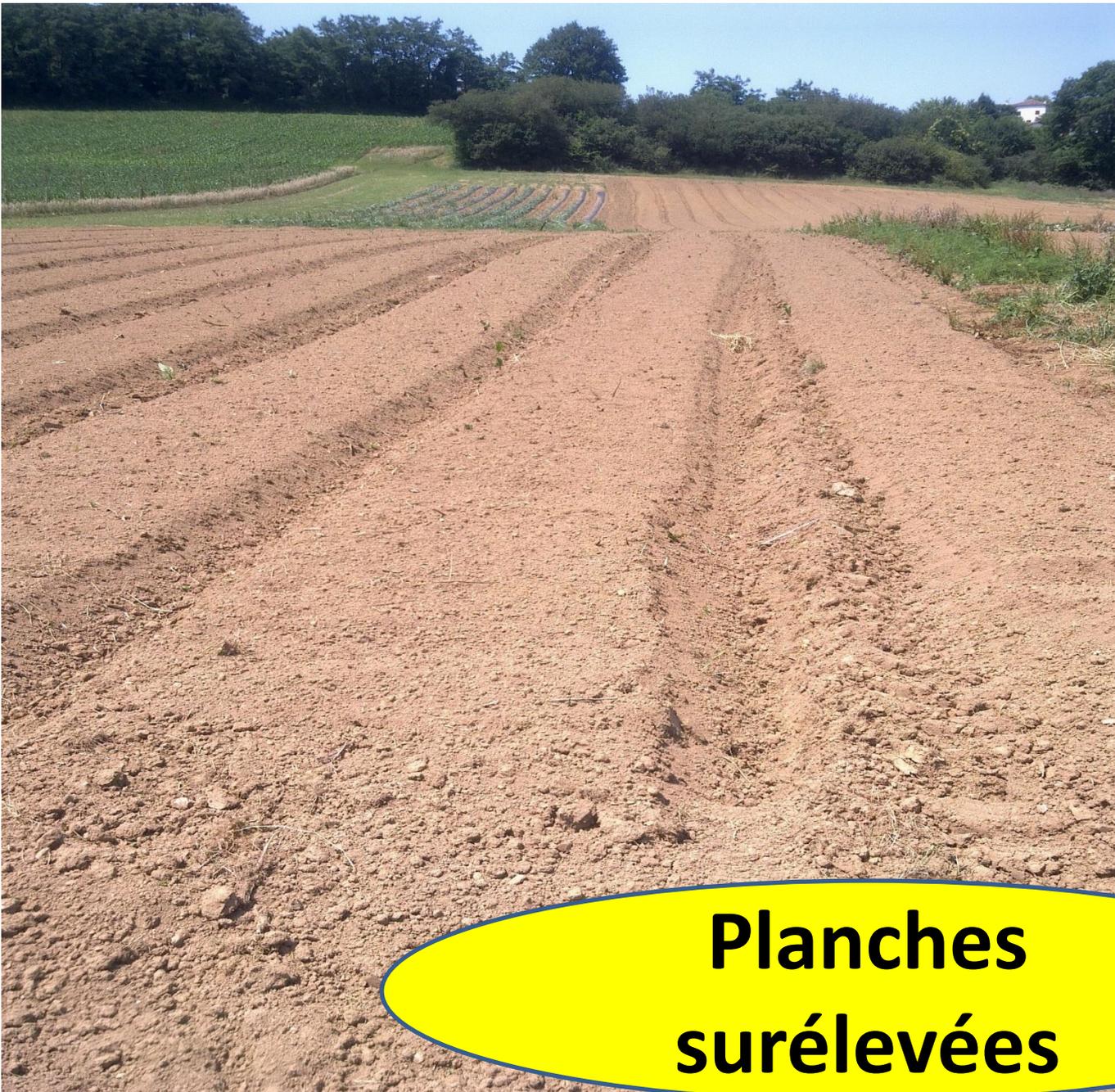
Cultivateur
Truchet

Si sol sensible au tassement rapide, réaliser des planches surélevées (ou billon) pour permettre un ressuyage rapide du sol et un enracinement plus rapide



**Cultirateur
Simon**





**Planches
surélevées**

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne structure



Filmeuse reconvertie en outil à réaliser des planches surélevées

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

Choisir ses outils à dents pour **entretenir la structure du sol**



Vibroculteur

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne porosité
Choisir ses outils pour construire la porosité du sol avant plantation



Rotobêche



Herse rotative



Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne porosité

Choisir ses outils pour construire la porosité du sol avant plantation



Herse rotative+disque



Disques

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne structure
Choisir ses outils à dents pour entretenir la porosité du sol

Sol qui se referme



Réaliser des binages en cours de cultures à 5-7 cm
= permet de remettre de l'air, de réchauffer le sol, de relancer le cycle de l'azote, d'améliorer le système racinaire

Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

- Gérer la physique du sol pour une bonne structure
Choisir ses outils à dents pour entretenir la porosité du sol



Équipez les motoculteurs de dents de binage pour passer au minimum entre les rangs y compris sous serre



Conditions d'activité biologique et de passage à la plante

Choisir ses outils à dents pour **entretenir la structure du sol**



Vibroculteur



Conditions d'activité biologique et de passage à la plante



Une racine qui fonctionne est blanche.

Dès qu'elle rencontre un sol tassé, elle devient marron puis noire, puis meurt

= asphyxie racinaire

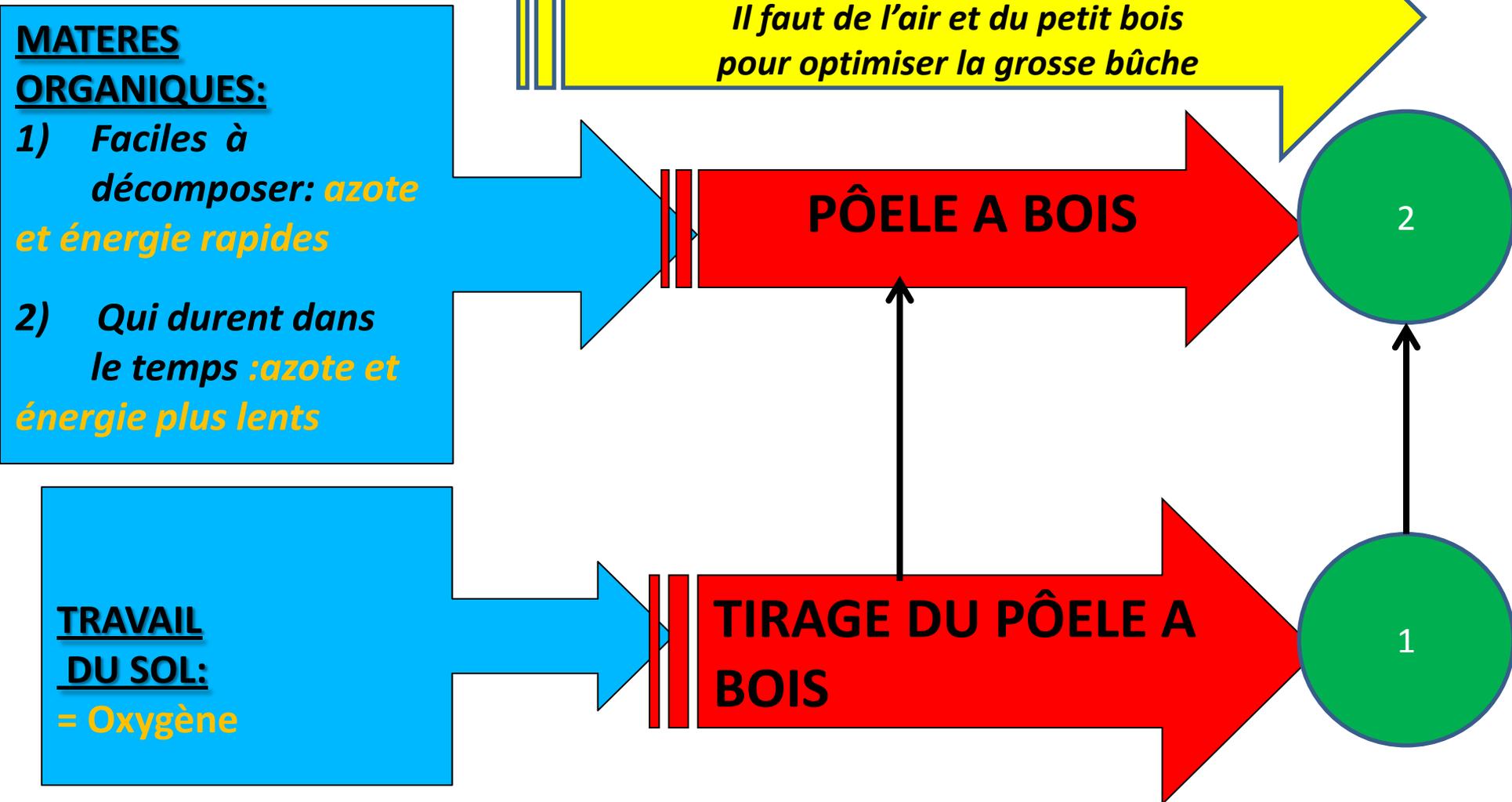
Toiles tissées



Améliorer la porosité



Lien travail du sol et apport de Matières Organiques



La fertilisation organique

Les engrais vert
Choix et conduite

Apports des engrais verts

- **Objectifs:**

- Outil supplémentaire de **structuration du sol**.
- **Ramène azote et énergies**, sous une forme plus ou moins rapidement **utilisables par les micro-organismes du sol**.
- **Permet de casser le cycle des parasites/maladies** notamment sous serre (utilisées beaucoup avec des solanacées successives).
- **Permet d'éviter des sols nus** en PC ou SA qui entraîne toujours le lessivage des particules fines, qui sont les plus fertiles.

Apports des engrais verts

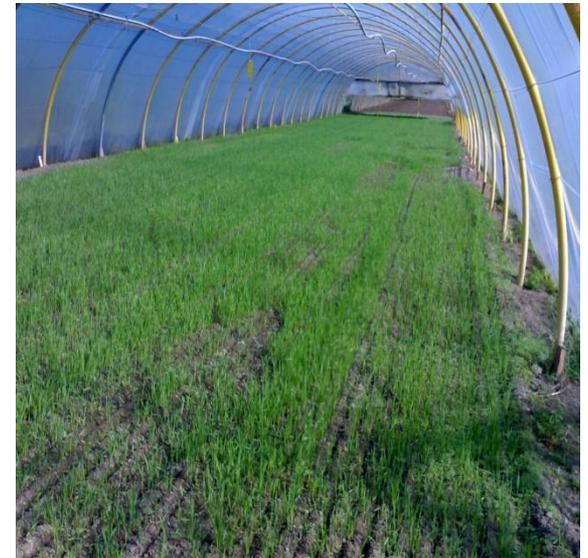
- **Itinéraire technique:**

En Plein champ



1. Girobroyer. Ne pas laisser monter en graines.
2. Disquer , plusieurs fois si nécessaire
3. Laisser se décomposer en surface 2 à 3 semaines
4. Re-disquer si nécessaire
5. Incorporation en surface 2 semaines avant la plantation

Sous Serre



1. Girobroyer. Ne pas laisser le monter
2. Disquer, plusieurs fois si nécessaire
3. Laisser se décomposer 1 semaine
4. Incorporer en surface et planter

Apports des engrais verts

- **Choix des engrais verts:**

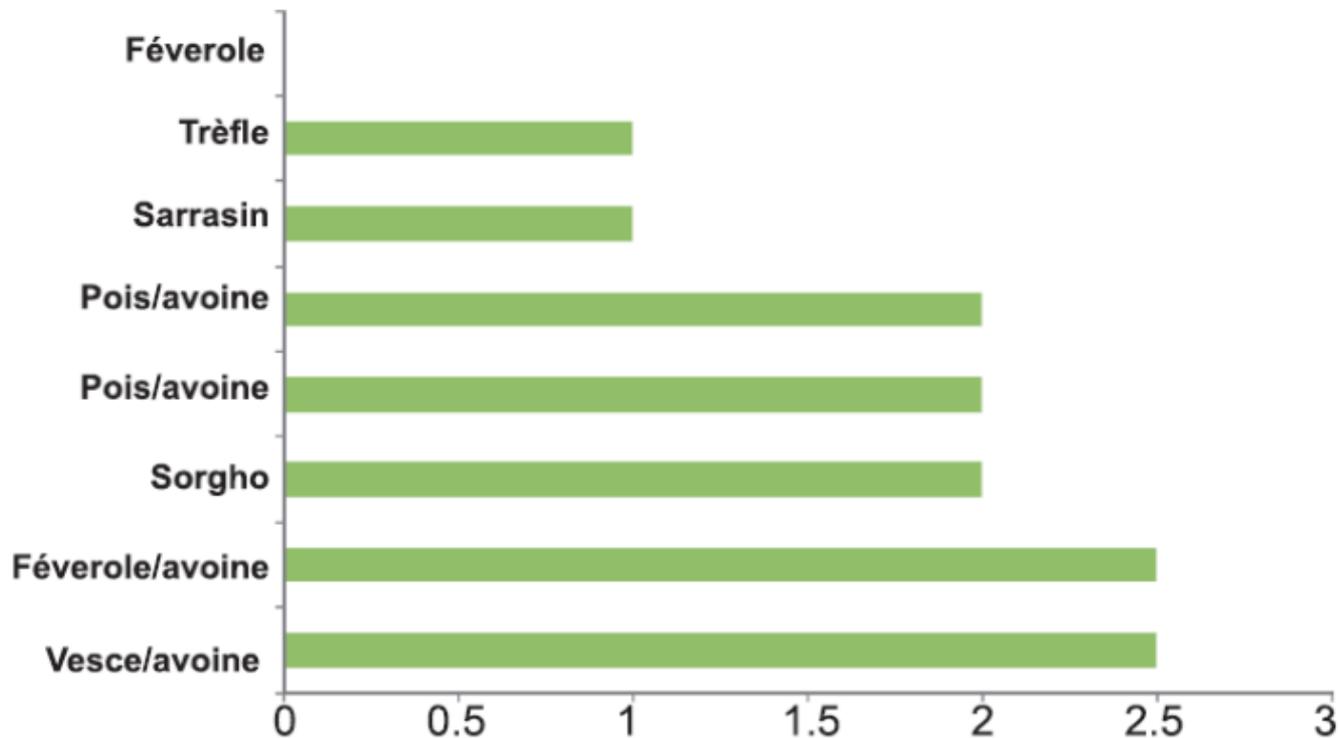
- Mélanger une céréale (structure le sol) et une légumineuse (ramène de l'azote gratuitement dans le système)

<i>Espèces de légumineuses</i>	<i>Quantités d'azote captée /Ha</i>
Vesce	100
Trèfle rouge	125
Lupin	140
Pois	60
Soja	70
Luzerne	175

Apports des engrais verts

- Engrais vert et gestion des adventices:

- ▶ Concurrence vis-à-vis des adventices et cycle de développement



*Evaluation de la concurrence des engrais verts aux adventices
(de 0 = nulle à 3 = bonne concurrence aux adventices)*

La fertilisation organique

Compléments par la fertilisation organique:

le choix des engrais organiques

Les objectifs de la fertilisation organique

Rappel important

- Améliorer l'activité microbienne pour **favoriser la minéralisation et pas forcément que augmenter le taux d'humus.**
- **Satisfaire les besoins nutritifs des cultures.**
- **Eviter les déséquilibres nutritionnels et améliorer la résistance des légumes au parasitisme.**
- **Améliorer la productivité des cultures, et donc les rendements.**
- **Améliorer le calibre des légumes.**

Pourquoi préférer la fertilisation organique?

*Un engrais organique contient
des éléments fertilisants (excrément animal)
sources d'azote, potasse...
et des éléments structurants*

source d'énergie, de « sucres » (paille, tourteaux...).

Cette composition favorise l'activité microbienne du sol.

Un engrais minéral n'amènera jamais d'énergie.

Le cycle des éléments

1) **A la récolte**, de grandes quantités d'éléments sont exportées.

2) **D'autres pertes résultent de :**

- *L'érosion du sol.*
- Du *lessivage* des éléments solubles par l'excès d'eau de pluie ou d'arrosage.
- De *l'asphyxie du sol* qui entraîne des pertes gazeuses d'azote par *dénitrification*.

**Pour maintenir le potentiel de production,
ces éléments doivent être remplacés par des apports.**

Comportement des éléments nutritifs

- La présence d'un élément dans la solution n'est pas une garantie de son utilisation par la plante.
- De nombreuses causes de blocages existent:
 - **Le climat** : faibles T° et fortes T° entraînant le blocage de la minéralisation et de la croissance de la plupart des légumes cultivés.
 - Le lessivage et blocage des éléments nutritifs par **l'excès d'eau**.

Comportement des éléments nutritifs

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

- L'effet d'un même produit varie selon les sols
En Pays-Basque les sols sont à dominantes limons faiblement argileux, avec un faible pouvoir de fixation, une sensibilité au lessivage et une tendance forte à la battance.
- Des **risques d'antagonismes**: un élément en excès bloque un autre élément
- Des **rythmes de mobilisation différents**

Raisonner les apports

La dose et la nature de l'engrais organique sont à raisonner:

- **En fonction de la nature du sol**
- **En fonction de la saison:**
 - **Au printemps**, apporter de l'azote organique facilement disponible pour aider au démarrage de l'activité microbienne du sol et de la pousse de la plante.
 - **En cours de saison (été)** , pour satisfaire les besoins des cultures longues.

Raisonner les apports

La dose et la nature de l'engrais organique sont à raisonner:

- **En fonction des exigences des légumes:**
 - **Selon la durée de la culture et besoins des légumes.**
 - **Selon les dysfonctionnements en saison** dans l'alimentation de la plante par exemple en Calcium entraînant la pourriture apicale sur tomate, poivron.
 - **Selon la sensibilité accrue au parasitisme** par manque ou par excès d'éléments nutritifs.

Des besoins nutritifs variables

Différencier les besoins



Les besoins globaux pour une saison de culture: exportations ou mobilisations

Les besoins synchronisés:

- Germination et implantation
- Développement foliaire
- Maturation et mûrissement

Plus que la quantité , la disponibilité au moment approprié est l'enjeu principal!

Besoin globaux et spécifiques pour les principaux légumes

En Unités /Ha/an

A ramener à votre surface de culture

Tomate

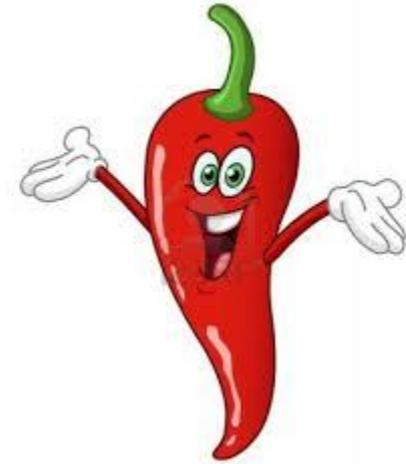
240-80-480

Exportations totales considérables et régulières :
1/3 pour les feuilles et les tiges

	N	P205	K20
A la plantation	10	50	30
A la floraison du 1 ^{er} bouquet	10		20
A la floraison du 3 ^{ème} bouquet	15	25	10
Lors de la 1 ^{ère} récolte	10	25	10
Au cours des 3 semaines suivantes	10X3		10 X 3
4 ^{ème} à 8 ^{ème} semaines suivantes	5X5		

Piment, poivron

200- 100-300



- **Azote** : Augmentation des besoins au stade premiers fruits verts récoltés.

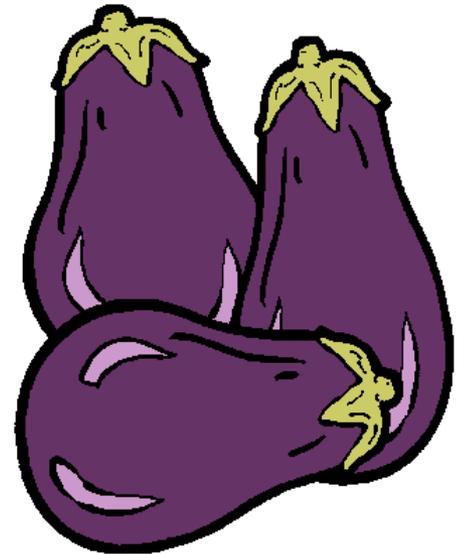
La plante devra donc disposer avant floraison et durant le grossissement des fruits , de réserves suffisantes en azote, dans les limites compatibles avec la nouaison (un excès entraîne la coulure des fruits).

- **Phosphore** : Augmentation de la demande à l'apparition des 1ères fleurs. Stabilisation puis intensification au cours de la maturation des graines. Besoins élevés en production de fruits mûrs.
- **Potassium** : Accélération d'absorption en cours de végétation puis stabilisation.

Aubergine

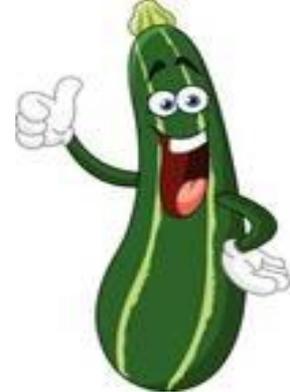
300- 170-280

- Peu de données sur la cinétique d'absorption, maximale un peu avant la récolte.
- L'excès d'azote est à redouter surtout la floraison.



Courgette et courge

200-110-500



L'azote revêt une grande importance dans la production de matière sèche et dans l'équilibre N/K en formation de fleurs femelles.

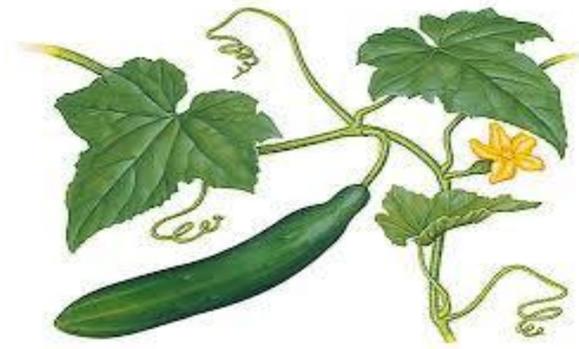
Les cultures de courgette « hiverno-printanières » correspondent à des périodes de faible minéralisation de l'azote, il faut donc apporter des formes d'azote facilement disponibles.

La plus forte demande en azote et en potasse se situe 15 jours avant la 1^{ère} récolte, soit au début du grossissement du fruit.

Calcium: forts prélèvements par les feuilles et tiges.

Concombre

120-80-240



- De par son mode de développement et la nature de son fruit, **le comportement nutritionnel est très différent d'autres espèces cultivées pour leurs fruits.**
- Durant la plus grande partie de son existence, **la plante est en état permanent de régénération par renouvellement régulier des parties végétatives actives.**
- **Le rythme d'absorption des éléments minéraux est assez constant pour un régime climatique stable (T° du sol joue un rôle déterminant sur la surface d'absorption racinaire et dans le prélèvement d'eau de la plante).**

Salade

60- 30-125



Cycle végétatif court et faible volume racinaire

- **Azote:** ses besoins sont partiellement ou totalement satisfaits en fin de printemps et en automne par la minéralisation de la matière organique et les reliquats des cultures d'été (sous serre).
 - Éviter tout excès azoté qui favorise le botrytis et retarde la pomaison.
 - A basses T°, des signes de carences peuvent se manifester par des reflets rougeâtres sur les marges foliaires.
- **Potassium** : Besoins sensiblement supérieurs en régime de faible éclaircissement. Apport de Patenkali possible.

Carotte

70-50-150



- **Les qualités physiques du sol déterminent tout la réussite de la culture, :**
 - *Sol souple, profond, gardant la fraîcheur et permettant d’obtenir une structure suffisamment stable évitant le tassement et la battance.*
 - *Eviter tout binage avant que les plantes aient atteints le stade 2 feuilles vraies.*
 - *Casser la croûte de battance en conditions de sol légèrement humide pour éviter d’arracher les jeunes plants.*
- **Azote:** besoins extrêmement faibles durant les 6 à 7 semaines après semis. Si apports trop importants : croissance aérienne favorisée au dépens de la racine et augmentation des maladies.
- **Potassium:** besoins élevés , mais veiller aux excès pouvant entraîner une carence induite en magnésium, à laquelle la carotte est sensible et se manifestant par une chlorose sur les feuilles les plus âgées: un port ramassé, feuilles enroulées et brûlures marginales des feuilles.

Poireau

70- 40-80



- **Azote:** facilement disponible après plantation, les 15 jours après la reprise.

Attention des apports excédentaires en début de culture peuvent aggraver les manifestations de la Graisse Bactérienne et en cours de culture exagérer le développement foliaire.

- Eviter tout excès d'azote en fin de saison, fin août-septembre, époque où le sol libère le plus d'azote par minéralisation.

Oignon

75- 40- 60

120- 70- 100



- **Phase végétative:** besoins élevés en azote , modérés en P et K.
- **Bulbification :** diminution des besoins azotés , augmentation des besoins en K (métabolisme de l'eau) et P (transfert des énergies).L'azote provient des réserves des feuilles.



Chou

	N	P	K
Chou de printemps	200-250	60-80	150-200
Chou d'été et d'automne	150	80	200- 250

- Les besoins en azote sont faibles dans le mois qui suit la plantation et maximaux durant les 2^{ème} et 3^{ème} mois.
- Des fumures azotés trop tardives sur chou d'automne et d'hiver, peuvent compromettre la pomaison en relançant la végétation.

Chou fleur

180-60-240



- **Conditions de sol:** éviter tout engorgement , *grande sensibilité à l'asphyxie racinaire.*
- **Azote et potassium :**
 - Absorption régulière proportionnelle à la croissance.
 - Phase de ralentissement par baisse des T° à l'automne.
- **Phosphore, magnésium , soufre:** absorption constante sur la durée de la culture.
- **Sensible à la carence en Bore.**

Chou brocoli

150-150-200

- **Azote:**
 - **Début de la culture:** ne pas trop enrichir le sol (entre 50 et 100 u) .
 - **Initiation florale:** augmentation sensible. Attention toutefois, éviter tout excès à ce stade qui retarde la maturité et favorise le creusement des tiges
- **Potassium:** même rythme d'absorption que l'azote .



Epinard

140-40-350 : 4 coupes

25- 20-80: 1 coupe

- Cultures d'automne exportent plus d'azote que celles de printemps.
- Les besoins en potasse sont plus importants en jours courts qu'en jours longs.

Des carences induites :

- En Bore par excès de Potassium ou de calcium: port réduit et ramassé
- En magnésium: chlorose internervaire débutant sur feuilles âgées.

Comprendre une étiquette d'engrais organique du commerce

*Exemple à partir de la
Gamme Germiflor
et Phallipou Frayssinet*

*D'autres engrais et fournisseurs existent.
Le principal est de connaître parfaitement la composition
de l'engrais pour valider de son intérêt par type de légume
SA ou PC, dans vos conditions de sol et de climat.*

Comprendre une étiquette d'engrais organique du commerce: son conditionnement, sa formulation

Les engrais sont conditionnés en bouchons ou en poudre .
Les bouchons s'altèrent difficilement d'autant plus que les
sols ont tendance à la battance ou sous les paillages
plastiques.

Pour les cultures courtes préférer des formes en poudre
plus facilement disponibles pour la plante .

Gamme Germiflor

Tous les engrais organiques dans cette marque ont pour base un amendement organique le **MAZOR** composé de :

- pulpes de raisins et d'olives : 40 %
- fumiers bovins, ovins , gallinacés : 30 %
- tourteaux de plantes médicinales : 28 %
- farines de plumes hydrolysés : 2 %

Ce produit **est assez stable , à minéralisation lente** , selon la dose présente dans les différentes formulations de la gamme on obtiendra des engrais organiques ayant des comportements différents.

Des formulations à libération lente

BIOMAZOR: 2 -1,6 - 3

- Mazor: 91%
- Farines de porcs hydrolysées: 9%

3 – 2 – 2 + 1 Mg

- Mazor 82%
- Farines de plumes 5%
- Farines de porc 13%

Ces 2 formules à minéralisation lente peuvent être utilisées:

- **Comme amendement ou engrais de fond** (à la place d'un fumier par exemple);
- **En combinaison avec des formules à minéralisation plus rapide pour satisfaire les besoins des cultures longues** ,
- **Pour éviter ainsi des pics de minéralisation trop important au printemps surtout sous abri** et maintenir ainsi une minéralisation plus régulière dans le temps;
- Par contre, **ces formules ne satisferont pas les besoins des cultures courtes** , des cultures de printemps nécessitant une minéralisation rapide pour démarrer surtout en situation fraîche et humide.
- **La quantité apportée est calculée selon la nature des sols, le taux de matière organique stable présent dans le sol , l'ancienneté des sols maraîchers(souvent 1 à 2T/ha).**

Des engrais organiques à combinaison d'azote

6 -7-10 + 2 Mg	6- 4 - 10 S + 2 MgO	4-8 - 10 S + 3 MgO
<ul style="list-style-type: none">• Amendements : 11%• Farines de plumes : 19%• Farines de porcs: 16%• Guano :13%• Phosphate naturel : 13% • Sulfate de potassium: 19%• Dolomagnésie : 9%	<ul style="list-style-type: none">• Mazor 18%• Farines de plumes 20%• Farines de porcs: 34 % • Sulfate de potassium: 19%• Dolomagnésie: 9%	<ul style="list-style-type: none">• Mazor 16%• Farines de porcs: 44 %• Phosphate naturel 10% • Sulfate de potassium: 19%• Kieserite: 9%

Les plus utilisés

Peu utilisé

Ces 3 formulations à minéralisation assez rapide sont utilisées:

- **Seules pour les cultures de printemps** nécessitant une minéralisation rapide (salade, plein champ...).
- **En combinaison avec un amendement ou un fumier en cultures longues pour satisfaire les besoins sur la durée**, éviter les « à coups de minéralisation » et une rupture d'azote avant la fin de la culture notamment sous abri.

-**Le Guano** est un produit coûteux, à minéralisation rapide apportant également du Phosphore ; cet engrais est intéressant à apporter en cours de culture.

-**La Kiésérite** engrais potassique et magnésien à base de sulfate et de chlorure de magnésium .

Un complément azoté : BIODIX

- **10% de N**
- Mazon: 32%
- Farines de plumes et porcs: 68%

**Engrais organique azoté combinaison d'azote nitrique et ammoniacal.
Cet engrais peut être apporté:**

- En complément des autres formulations pour des cultures longues;
- En complément d'un fumier ;

Gamme Phallipou Frayssinet

On retrouve le même type de formulations , nous n'avons pas les dosages précis

Orga 3: 3-2-3 + 4 Mg

- Tourteaux végétaux (café et pulpes d'olives) : 50%
- Fumiers de bergerie , tourteaux de café et bourres de laine : 25%
- Guano marin : azote, phosphore et oligoéléments
- Vinasses de betteraves : potassium
- Magnésium

ORGA 6: 6- 3 - 3 + 1 Mg

- Tourteaux et pulpes de fruits, fumier de moutons et bourres de laine compostées.
- Guanos d'oiseaux marins - Poudres de plumes, d'os et viande hydrolysées
- Vinasses de betteraves:
- Magnésium

GUANOR: 7-6-8 + 0,5 Mg+S

Libération plus rapide

- Tourteaux et pulpes de fruits (café, olives, tournesol, cacao), fumier de moutons et bourres de laine compostés.
- **Origine animale**
Guanos d'oiseaux marins et Protéines
Animales Transformées
- **Formulation exacte non connue!**

Tourteau de ricin : 5- 2 -1

- **A minéralisation lente**, convenable à partir de 30°C.
- Produit assez riche en azote.
- Effet nématocide avec des apports importants (*source GRAB*) : 5 à 6 T /Ha
- **Produit allergène !**

Autres engrais organiques

Plumes brutes : 8-0,2-0,2

Produit stable, effet lent

Farine de plumes : 10 – 0,2 – 0,2 + 1,5 S

Sous forme de farine, la dégradation est activée, effet rapide.

La fertilisation organique

Chaulage et apports organiques

Apport organique et chaulage

- L'activité biologique du sol produit de l'acidité
- La pousse des plantes introduit aussi de l'acidité dans le sol
- Il faut re-équilibrer le milieu par des Bases (Calcium et Magnésium)
- Si sol calcaire, fourniture naturelle de Calcium
- **Si sol acidifié, chauler 500 kgs à 1T/ha/an au Carbonate de Calcium (ou Dolomie si Mg déficitaire).**
- **Chauler quelques jours AVANT les apports organiques**

Votre sol est-il calcaire ou acidifié ?

Vérifier l'état calcique du sol avec le test de la carbonatation :

- Mélanger 50% d'acide sulfurique (de batterie) + 50% d'eau
- Si effervescence visuelle ou auditive = ne pas chauler
- Si pas d'effervescence = chauler chaque année ou 2 ans



•SI BESOIN DE CHAULAGE

- *300 à 1T/Ha /an de Carbonate de Calcium en poudre*
- *5T/Ha tous les 5 ans de Carbonate de Calcium en sable 0-4mm*

Chaulage au sable grossier de carrière 0-4mm

Plus adapté, moins lessivable, moins onéreux.



Carbonate de Calcium 0-4mm
Disponibilité Carrière Acha à Almandoz (Navarre)
qui dose 88% de Carbonate

Les sols calcaires

« L'information classique sur le calcaire actif a été longtemps pénalisée par le fait que les recherches agronomiques durant très longtemps a ignoré l'activité biologique des sols.

Or, l'activité chimique est profondément modifiée par l'activité biologique : c'est d'autant plus vrai que l'activité du calcaire est une activité liée à l'excès de bases.

L'activité biologique est un grand producteur d'acide : on voit ainsi qu'une bonne activité biologique intense est un des remèdes les plus efficaces pour minimiser l'activité du calcaire.

Cela signifie que dans un sol à très haut niveau de calcaire actif, on peut y cultiver à condition de favoriser l'activité biologique intense et à ne pas utiliser des techniques agricoles qui diminuent cette activité biologique intense (AIB) ».

Y.Hérody

Comment faire de l'ABI en sol calcaire ?

Par des pratiques favorisant l'acidification :

-Aération et lutte contre le tassement

-Double apport organique :

-Du « **nerveux** » en début de saison végétative pour stimuler l'activité des micro-organismes du sol et du « **moins nerveux** » plutôt à l'automne pour assurer l'effet structuration (bloquée par l'enrobage de la M.O par l'excès de calcaire).

La fertilisation organique

La gestion des Oligos éléments

Les Oligo-éléments

- Tous les oligos éléments sont présents dans les roches et minéraux des massifs pyrénéens.
- Les besoins en oligo-éléments sont couverts dans tous les systèmes où le sol fonctionne.
- **Toute carence en oligo est un indice que le système de production et donc le sol fonctionne mal.**
- **L'agriculteur peut sans problème mobiliser les oligos en favorisant :**
 - l'activité biologique intense, le niveau organique actif,
 - l'aération,
 - mais aussi en luttant contre l'acidification.

Bibliographie

- BRDA Yves Hérody Géologue
- Dominique MASSENOT Ingénieur www.amisol.fr
- Jean-françois BOUCHY maraîcher bio du Lot
- Groupe des maraîchers du réseau Bio Aquitaine:
www.bio-aquitaine.com
- CTIFL: www.ctifl.fr
- ITAB: www.itab.asso.fr
- GRAB Avignon : www.grab.fr
- *Bibliographie*