

Des solutions pour des sols agricoles de qualité

Les caractéristiques
des sols

à

Les propriétés
agronomiques

à

Comment agir ?

1. Les caractéristiques physiques (page 2)
2. Les caractéristiques hydriques (page 3)
3. Les caractéristiques chimiques (page 4)
4. Les caractéristiques biologiques (page 5)
- ? Tableau 1 : favoriser l'activité biologique des sols (page 6)
- ? Tableau 2 : augmenter la matière organique (page 7)
- ? Tableau 3 : développer l'agroécologie (page 8)
- ? Tableau 4 : réduire les phytosanitaires (page 9)

1 - Les caractéristiques physiques des sols

Les caractéristiques physiques des sols	Les propriétés agronomiques qui en découlent		Comment améliorer ces propriétés ?
Profondeur	Alimentation en eau des plantes Alimentation minérale des plantes Pouvoir épurateur du sol		Lutter contre l'érosion (dépliants) Favoriser l'activité biologique (tableau 1)
Texture	Alimentation en eau des plantes Complexe absorbant (P, K, Mg, ...) Facilité du travail du sol, compacité		Apports d'amendements organiques Favoriser l'activité biologique (tableau 1)
Éléments grossiers	Porosité, portance Résistance à la compaction	Faible réserve en eau Faible pouvoir épurateur Faible complexe absorbant Usure des outils	Lutter contre l'érosion (dépliants) Épierrage Broyage
Porosité, galeries	Drainage naturel Aération Enracinement Activité biologique	Frein à l'enracinement et à l'activité biologique Frein à l'infiltration de l'eau et à l'aération du sol	1 - Favoriser l'activité biologique (tableau 1) 2 – Décompactage
compacité	idem que porosité + Portance favorable si compacité moyenne et porosité	idem que porosité + Sol soufflé (si trop peu compact)	idem que porosité + Ne pas décompacter les tournières (?) mais favoriser leur activité biologique (fumier, couvert, ...) Rouler toujours dans les mêmes passages.
Structure, stabilité structurale, battance	Résistance à l'érosion Réussite des levées Souplesse du travail du sol Résistance à la compaction	Battance Reprise en masse Érosion	Favoriser l'activité biologique (tableau 1)
Etat de la surface : nivellement éléments grossiers	Régularité de la surface du sol pour avoir des semis réguliers		Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Pneumatiques, poids des engins pour réduire les ornières Travail du sol pour niveler Non labour, épierrage, lutte contre l'érosion
Résidus de récolte en surface			Semoir adapté aux sols irréguliers, broyage, roulage Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Travail du sol pour enfouir les résidus

2 - Les caractéristiques hydriques des sols

Les caractéristiques hydriques	Les propriétés agronomiques qui en découlent	Comment améliorer ces propriétés ?
Réserve en eau	Alimentation en eau des plantes	Irrigation Agir sur l'enracinement (profondeur, densité) Lutter contre l'érosion (dépliants) Favoriser l'activité biologique (tableau 1)
Circulation de l'eau	Bon drainage naturel Hydromorphie (excès d'eau) Aération insuffisante Enracinement réduit Activité biologique réduite	Drainage Décompactage Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Résidus de récolte en surface ou couverts végétaux pour limiter le ruissellement
Circulation de l'eau en surface ou subsurface	Accumulation d'eau dans les points bas Ruissellement et érosion	Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Lutter contre l'érosion (dépliants) Drainage Amélioration de la porosité du sol en surface et en profondeur

3 - Les caractéristiques chimiques

Les caractéristiques chimiques des sols	Les propriétés agronomiques qui en découlent		Comment améliorer ces propriétés ?
Roche-mère et degrés d'altération	Alimentation minérale des plantes		Favoriser l'activité biologique pour altérer la roche-mère (tableau 1)
	Réserve en carbonate de Ca et Mg Réserve en potassium Réserve en oligoéléments	Libération d'éléments traces métalliques	
pH eau des sols acides	Développement des vers de terre Nitrification plus rapide Disponibilité des éléments minéraux : N, P, K, Mg, B, Cu, Zn, Mn	Toxicité de l'aluminium	Chaulage Apports de calcium et de magnésium Favoriser les vers de terre anéciques pour limiter les lessivages superficiels
P K Mg Oligoéléments	Alimentation minérale des plantes Carence Antagonisme Toxicité Eutrophisation (P)		Engrais minéraux Engrais de ferme Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Amendement calcique et magnésien Amendements organiques, déchets verts, boues
N S	Alimentation minérale des plantes		Fertilisation azotée Favoriser l'activité biologique (tableau 1) Systèmes de culture (légumineuses et crucifères)
	Lessivage des nitrates et sulfates		
Eléments traces métalliques Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	Parfois favorables (Cu, Zn)	Toxicité pour les sols, l'eau, les produits animaux et végétaux	Déchets, boues, retombées atmosphériques, engrais minéraux, engrais de ferme à contrôler
Composés-traces organiques PCB, fluoranthène...		Toxicité pour les sols, l'eau, les produits animaux et végétaux	Déchets, boues à contrôler
Phytosanitaire	Protection des cultures	Toxicité pour les organismes vivants du sol (et pour les produits animaux et végétaux) Pollution des eaux	Utilisation raisonnée des phytosanitaires (choix des doses et des matières actives) Privilégier des méthodes alternatives : biodiversité, auxiliaires, agroécologie, faux semis, couverts végétaux (tableau 3)

4 - Les caractéristiques biologiques des sols

Les caractéristiques biologiques des sols	Les propriétés agronomiques qui en découlent		Comment améliorer ces propriétés ?
Vers de terre	Porosité - Stabilité structurale Décomposition de la matière organique Développement de l'activité microbienne	minéralisation du sol	Favoriser l'activité biologique des sols (tableau 1)
Micro-organismes	Alimentation minérale Stabilité structurale Sol souple, facile à travailler Décomposition et humification de la matière organique	Carence P suite à une rétrogradation Lessivage de N, S suite à la minéralisation du sol	
Enracinement	Alimentation minérale Alimentation en eau Stabilité structurale Maintien de la plante Nourriture pour le sol		Travail du sol pour le structurer Favoriser l'activité biologique des sols (tableau 1) Drainage Irrigation Fertilisation
Matière organique	Activité biologique Stabilité structurale Alimentation en eau Alimentation minérale	Matière organique fraîche enfouie en profondeur : formation d'un milieu anaérobie, d'un gley, de composés pouvant être toxiques (H ₂ S, ...) Matière organique carbonée qui bloque l'azote	Travail du sol Rotation, rendements Gestion des résidus de récolte Amendements organiques Engrais de ferme Amendements calciques
	Sol souple facile à travailler qui retient l'azote		

Tableau 1 - Comment favoriser l'activité biologique des sols ?

- Simplifier le travail du sol (moins profond, moins fréquent, moins d'outils animés).
- Non retournement du sol (non labour).
- Décompactage des sols compactés (sauf les zones de passage intensif comme les tournières ?).
- Choix de phytosanitaires peu toxiques pour la vie du sol (métaldéhydes, insecticides foliaires, ...) (confer le tableau 4).
- Apports de matières organiques : couverts végétaux, restitution des pailles, apports de fumier, rotations avec beaucoup de résidus (maïs grain, colza), compost de déchets verts, ...
- Chaulage des terres acides pour obtenir un pH optimum (6 à 6,5)
- Drainage des terres hydromorphes
- Des sols équilibrés chimiquement, sans carence ni excès en N, P, K, Ca, Mg, S, oligoéléments.
- Eviter l'apport d'éléments traces toxiques (cuivre, cadmium, analyse des boues de station d'épuration, (cadmium dans les engrais !) ...)
- Bloquer la toxicité du cuivre (anciennes vignes) par le chaulage et le fumier

Tableau 2 – Comment enrichir ses sols en matières organiques

L'enfouissement des pailles

Les rendements élevés avec beaucoup de résidus de récolte (ex. : maïs grain, colza)

Les apports de fumiers et lisiers

Les rotations fourragères avec prairies

Les petits labours (20 cm, 10 cm)

Le non-labour fixe (définitif)

Le semis direct

Les couverts végétaux associés au non-labour

Les apports de composts : déchets verts (attention aux plastiques, aux excès de résineux, ...), boues des stations d'épuration (attention aux ETM, au risque juridique ou économique, ...)

Tableau 3 - Comment développer l'agroécologie ?

- Favoriser la biodiversité : activité biologique du sol (confer le tableau 1), rotations diversifiées, enherbement, haies, couverts végétaux, largeur des parcelles inférieur à 100/200 mètres, des buches dans les haies tous les 10 à 20 mètres, ...
- Réduire les phytosanitaires (confer le tableau 3).
- Réduire les désherbages grâce aux rotations, aux couverts végétaux, aux faux semis, ...
- Réduire les maladies (et les traitements phytosanitaires) grâce aux rotations, aux variétés résistantes, à la gestion des résidus (fusariose sur céréales), à l'enherbement (vigne).
- Réduire les prédateurs (et les traitements phytosanitaires) grâce aux auxiliaires (carabes contre les limaces, perdrix rouge, renards, oiseaux, prédateurs,...).

Tableau 4 - Quelles solutions pour réduire les phytosanitaires ? (pour protéger la vie du sol et la biodiversité de l'exploitation)

- Développer l'agroécologie (confer le tableau 3).

- Favoriser les faux semis.
- Faire des désherbages mécaniques pour réduire les désherbages chimiques.
- Rechercher des intercultures très propres , surtout si le travail du sol est simplifié (semis direct, non-labour, ...).
- Implanter des couverts végétaux pour étouffer les adventices.
- Préférer des couverts végétaux qui demande peu de glyphosate pour leur destruction. Semis d'été ou gélif (tournesol, avoine, fénugrec, niger, ...), féverole qui peut être détruite avec un rouleau,
- Détruire les couverts végétaux en favorisant la destruction mécanique (rouleau à barre, outils animés, ...), et en la complétant éventuellement par une destruction chimique (traitement au glyphosate avec une dose plus faible).

- Éviter les insecticides au sol (préférer les foliaires) pour protéger la vie du sol ?
- Préférer les traitements foliaires (désherbants, ...) pour protéger la vie du sol ?
- Utiliser les phytosanitaires de façon raisonnée :
 - attendre le bon stade de traitement en fonction des seuils de traitement (8 plants sur 10 attaqués par les altises pour le colza, ...), (pucerons sur céréales à paille ...)
 - des doses optimum,
 - des modes d'apport plus efficaces (insecticides ou anti-limaces sur la ligne de semis ou en traitement de la semence, pulvérisation ciblée ? , ...).
 - des matières actives moins toxiques (métaldéhyde au lieu du méthiocarbe (mesuroil, ...) ou du thiodicarbe (Skipper, ...).