

Chapitre I Les bases théoriques et pratiques de l'agriculture conventionnelle.

1. Itinéraires techniques des principales cultures de plein champ.

On ne donnera pas ici les méthodes de raisonnement des techniques culturales (qui requièrent une connaissance approfondie de leurs effets sur le milieu et le peuplement végétal), ni les caractéristiques des outils employés. On se contentera de mentionner les définitions et les fonctions des principales techniques utilisées pour la conduite des cultures de plein champ.

1.1. Travail du sol

L'objectif du travail du sol est avant tout de préparer la parcelle pour l'implantation d'une culture, même si certaines interventions ont lieu après le semis (roulage) ou en cours de végétation pour lutter mécaniquement contre les mauvaises herbes (binage). Les objectifs sont multiples : modification de l'état structural, nivellement, destruction des adventices ou des repousses de la culture précédente, enfouissement d'engrais, de résidus de récolte ou de pesticides, évacuation de l'eau en excès. L'agriculteur agit donc, en combinant différents outils de travail du sol, sur **l'ensemble des composantes physiques chimiques et biologiques de l'état de la parcelle** pour atteindre un **état objectif** qui dépend des caractéristiques du sol et du climat autant que des exigences de la culture à mettre en place.

Fondamentalement, un itinéraire de travail du sol comprend deux types d'opérations, que l'on distingue par le volume de terre affecté par les outils : **le travail profond** concerne l'ensemble des horizons travaillés sur une profondeur pouvant atteindre 60 cm (sous-solage), et les opérations de **travail superficiel**, qui ne touchent que les premiers centimètres du sol. Dans certaines conditions toutefois, la préparation du sol est simplifiée (on parle alors de TCS, techniques culturales simplifiées), l'agriculteur ne procédant qu'à un travail superficiel sans retournement du sol, voire même implantant la culture sans travail du sol préalable (semis direct) en utilisant un équipement de semis adapté.

1.1.1. Travail profond

- a. Le **labour** : il est réalisé généralement à une profondeur comprise entre 25 et 40 cm. Il est réalisé avec une charrue (outil à socs ou à disques) qui découpe et éventuellement (charrues à socs seulement) retourne des bandes de terre. Ses principales fonctions sont d'augmenter la porosité globale du sol, d'enfouir des amendements organiques éventuels et des résidus de culture, d'enfouir les

adventices, d'enfourir des engrais minéraux et éventuellement des résidus de pesticides.

- b. Le **sous-solage** : beaucoup moins fréquent que le labour, il est réalisé avec un outil à dents droites (sous-soleuse). L'objectif est de fissurer par éclatement les zones compactes situées au-dessous du niveau du labour, qui peuvent apparaître suite à des passages répétés d'engins agricoles lourds en conditions humides (récoltes de betteraves, de maïs), ou du fait de tassements occasionnés en fond de raie lors du labour. La profondeur de travail peut atteindre 60 à 70 cm.
- c. Le **décompactage** a essentiellement pour fonction d'ameublir l'horizon travaillé, sans retournement ni enfouissement. Il est réalisé par des outils à dent (de type chisel, "paraplow" ou cultivateur lourd) ou à disque, à des profondeurs de l'ordre de 20 cm. Ce type de travail est parfois réalisé à la place d'un labour, soit que les conditions soient trop sèches pour permettre la réalisation de ce dernier, soit que l'agriculteur ait décidé d'adopter des méthodes de travail du sol sans retournement. Le décompactage peut également être réalisé par **un outil animé par la prise de force du tracteur (rotavator ou machine à bêcher)** qui exerce sur le sol une intense action de fragmentation et de mélange sur une profondeur qui peut atteindre 30 cm ; ce type d'outil, très utilisé en culture maraîchère, se développe actuellement en grande culture.

1.1.2. Travail superficiel

- a. **Déchaumage** : il est réalisé après la récolte du précédent cultural, avec des outils à dent ou à disque, à une profondeur de 10 à 15 cm. Sa fonction principale est d'homogénéiser la répartition des résidus de culture et des adventices présentes en surface du sol et sur la profondeur travaillée.
- b. **Préparation du lit de semences** : il s'agit généralement d'un ensemble d'opérations réalisées entre le labour et le semis, dont l'objectif est surtout de préparer le lit de semences, principalement en lui conférant une structure favorable à la germination des cultures ultérieurement semées, mais aussi en éliminant les adventices présentes, et parfois en enfouissant certains produits agro-pharmaceutiques. L'émiettement et le nivellement du sol qui résultent de ces opérations sont en général également propices au déroulement d'une récolte en fin de cycle dans de meilleures conditions. L'émiettement (sur une profondeur de 5 à 10 cm) est réalisé par des outils tractés à dents (du type cultivateur léger), à pointes (herses) ou à disques (pulvérisateurs) ou par des outils animés, dont l'énergie ne provient plus de la seule traction mais est transmise par la prise de force du tracteur (herses alternatives

et rotatives). Différents types de rouleaux aident également à l'émiettement et surtout au nivellement ; enfin l'opération de semis elle-même joue souvent un rôle non négligeable dans la préparation du lit de semences.

1.2. Semis et plantation

On parle de **semis** pour la mise en place de graines, de **plantation** lorsqu'il s'agit d'autres organes. L'opération est caractérisée par une date, une profondeur, une densité. On distingue les semis réalisés avec des **semoirs « classiques »** ou « de grande culture », pour lesquels l'écartement entre rangs est constant mais l'écartement entre graines sur un rang est variable, des semis réalisés avec des **semoirs « de précision »** ou « semoirs monograines », où l'écartement entre graines sur le rang est contrôlé. Les plantations sont réalisées avec des outils adaptés à chaque culture à planter (planteuse à pommes de terre, à tabac...).

1.3. Fertilisation et amendement

Ces opérations concernent l'apport au sol d'éléments, minéraux ou organiques, en quantité de l'ordre du quintal par ha (fertilisation) ou de la tonne par ha (amendement). La fonction de l'apport d'éléments minéraux est de permettre une **alimentation correcte de la culture en place** ou à venir. La nature et la quantité des éléments apportés dépendent des besoins des cultures et des caractéristiques du sol. L'apport est réalisé pendant les intercultures ou lors des cultures. Les outils utilisés sont souvent des **épandeurs** ou distributeurs d'engrais, soit centrifuges (peu précis), soit pneumatiques, pour épandre des engrais solides, ou encore des pulvérisateurs pour épandre des engrais sous forme liquide. Les largeurs de travail sont de 9 à 36 m. La fonction de l'apport de matières organiques est de fournir une partie des éléments minéraux en complément ou en substitution de la fumure minérale, et également de modifier les propriétés hydriques et physiques des sols.

Les éléments majeurs dont la fourniture par le sol est souvent insuffisante pour satisfaire les besoins des cultures sont l'**azote**, le **phosphore** et le **potassium**. L'azote est le plus mobile des trois dans le sol, et la fertilisation azotée est raisonnée culture par culture. La fertilisation phospho-potassique en revanche a longtemps été raisonnée sur l'échelle d'une succession de culture, avec l'objectif de maintenir des teneurs en éléments suffisantes dans le sol. Récemment les prescriptions ont changé, et la fertilisation en P et K se rapproche de la fertilisation azotée, avec un objectif de satisfaction des besoins de la culture. Le raisonnement tient compte du

type de sol, du passé de fertilisation, de l'exigence et des besoins de la culture, et de la teneur du sol (Figure 1).

Les engrais tant azotés que phospho-potasiques sont disponibles sous plusieurs formes physiques (liquide ou solide) ou chimiques (formule), et dans des formulations (teneur en éléments minéraux dans le produit commercial) très variées (cf. dans les tableaux 1,2 et 3 les principaux types d'engrais simples; il existe également des engrais binaires ou ternaires). Les critères retenus par les agriculteurs pour choisir tel ou tel produit sont l'adéquation entre la formulation et les besoins du peuplement, la vitesse avec laquelle les éléments épandus sont disponibles, et la commodité d'emploi.

Tableau 1 : Principaux types d'engrais azotés.

Dénomination	Teneur en N	Caractéristiques
Urée	46%	Solide - Vitesse de libération de l'azote moyenne
Sulfate d'ammoniaque	21%	Solide - Teneur en S importante -Vitesse de libération de l'azote moyenne
Nitrates (de soude, de chaux...)	Environ 15%	Solide - Solubilité immédiate
Ammonitrates	Souvent 33%	Solide - Période de libération de l'azote étalée
Ammoniac anhydre	82%	Gaz liquéfié
Solutions azotées (mélange d'urée et de nitrate d'ammoniaque)	36 à 39% en volume 28 à 30% en poids	Liquide - Vitesse de libération de l'azote moyenne

Tableau 2 : Principaux types d’engrais potassiques.

Dénomination	Teneur minimale en K ₂ O	Autres exigences
Chlorure de potassium	37 % K ₂ O	Soluble dans l’eau
Chlorure de potassium contenant du sel de magnésium	29 % K ₂ O, 5 % MgO	Soluble dans l’eau
Sulfate de potassium	47 % K ₂ O	Soluble dans l’eau, pas plus de 3 % de chlore
Sulfate de potassium contenant du sel de magnésium	22 % K ₂ O, 8 % MgO	Soluble dans l’eau, pas plus de 3 % de chlore
Nitrate de potassium	42 % K ₂ O, 12 % N nitrique	Soluble dans l’eau, pas plus de 1 % de chlore
Extraits de vinasse	30 % K ₂ O	Soluble dans l’eau, pas plus de 1 % de chlore

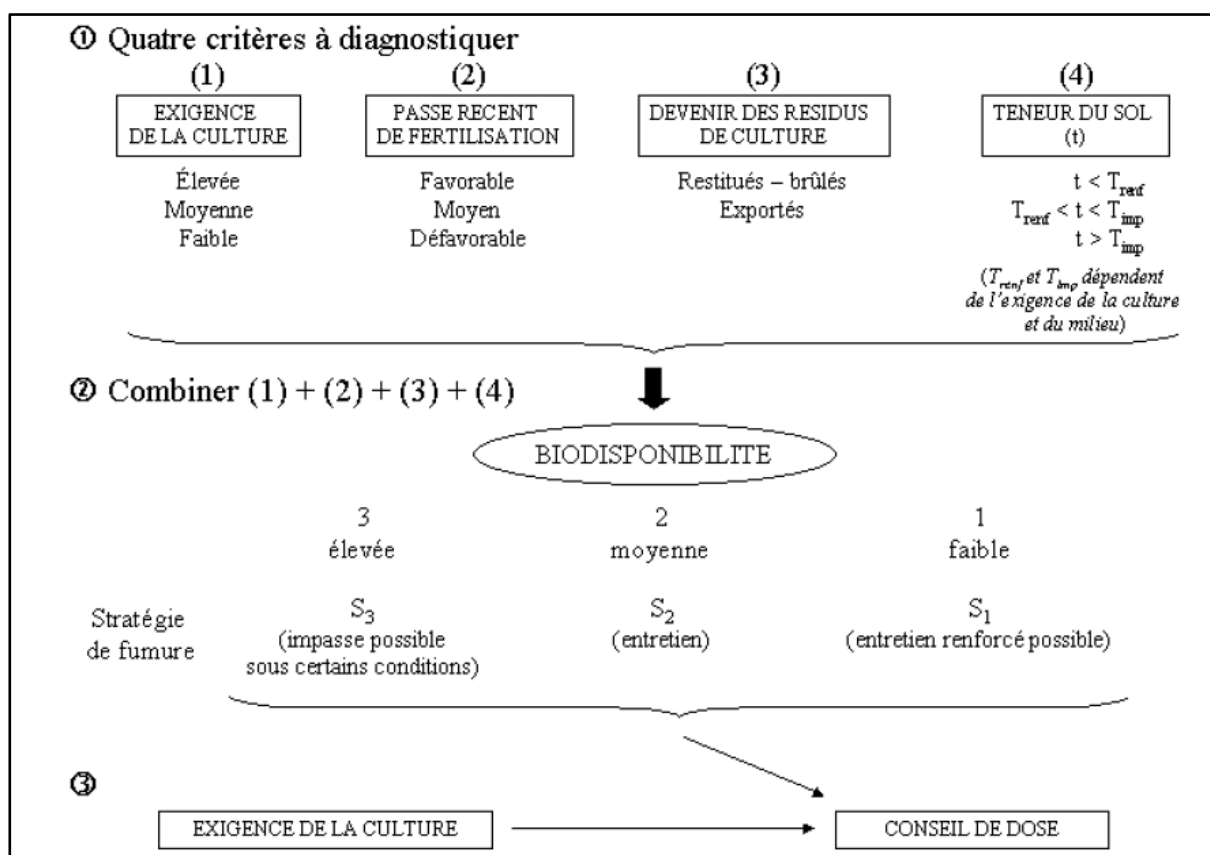


Figure1: Principe de raisonnement de la fertilisation phospho-potassique (COMIFER 1995).

Tableau 3 : Principaux types d'engrais phosphatés.

Dénomination	Teneur en P ₂ O ₅ minimale	Solubilité du P ₂ O ₅	Finesse de mouture Pourcentage minimal, en masse, de passage au tamis à ouverture de maille de			
			0.063 mm	0.125 mm	0.160 mm	0.630 mm
Scories Thomas	12% de P ₂ O ₅ total	75% au moins du P ₂ O ₅ doit être soluble dans l'acide citrique 2%	-	-	75%	96%
Super-phosphates Normal Concentré Triple	16% P ₂ O ₅ 25% P ₂ O ₅ 38% P ₂ O ₅	Soluble dans le citrate d'ammonium neutre, 90% au moins du P ₂ O ₅ déclaré soluble dans le citrate d'ammonium neutre doit être soluble dans l'eau	-	-	-	-
Phosphate naturel partiellement solubilisé	20% P ₂ O ₅	40% au moins du P ₂ O ₅ total déclaré doit être soluble dans l'eau	-	-	90%	98%
Phosphate bicalcique Phosphate précipité dihydraté	38% P ₂ O ₅	Soluble dans le citrate d'ammonium alcalin (Peterman)	-	-	90%	98%
Phosphate désagrégé	25% P ₂ O ₅	Soluble dans le citrate d'ammonium alcalin (Peterman)	-	-	75%	96%
Phosphate aluminocalcique	30% P ₂ O ₅ total	75% au moins du P ₂ O ₅ total doit être soluble dans le citrate d'ammonium alcalin (Joulie)	-	-	90%	98%
Phosphate naturel tendre	25% P ₂ O ₅ total	55% au moins du P ₂ O ₅ total déclaré doit être soluble dans l'acide formique à 2%	90%	99%	-	-
Engrais NP	5% P ₂ O ₅ avec 3% N et la somme N+ P ₂ O ₅ +K ₂ O = 18%	Soluble dans le citrate d'ammonium neutre et/ou dans l'eau. L'écart entre le P ₂ O ₅ total et le P ₂ O ₅ soluble dans le citrate d'ammonium neutre ne doit pas dépasser 2%. Si le P ₂ O ₅ soluble dans l'eau n'atteint pas 2%, on ne peut déclarer que le P ₂ O ₅ soluble dans le citrate d'ammonium neutre	-	-	-	-

Ces formes de phosphate peuvent se trouver associées dans des engrais binaires PK ou NP et dans des ternaires NPK

1.4. Protection phytosanitaire

On regroupe sous ce titre l'ensemble des opérations qui visent à protéger les cultures contre leurs ennemis : **mauvaises herbes** (ou **adventices**), **parasites animaux** (insectes, nématodes, rongeurs, mollusques, oiseaux...), **champignons** et **maladies à virus ou bactéries**. On distingue la lutte chimique des autres moyens de lutte.

Lutte chimique : elle utilise des matières actives, d'origine parfois minérale mais surtout organique, toxiques pour les ennemis. Ces matières actives sont souvent épandues sur toute la surface des champs cultivés par des **pulvérisateurs** (largeurs de travail de 9 à 36 m), parfois distribuées juste à proximité des organes à protéger (par exemple insecticides distribués en même temps que les graines par le semoir juste sur la ligne de semis des betteraves sucrières), parfois déposées directement sur l'organe (exemple de l'enrobage ou du pelliculage des semences par différents fongicides et insecticides). Leur action peut être immédiate ou différée, plus ou moins sensible au développement de la plante ou de l'ennemi visé, aux conditions climatiques, à l'état du sol...

Autres moyens de lutte : c'est le cas par exemple de la **lutte mécanique** contre les adventices par enfouissement lors des travaux du sol, ou par binage lorsque la

culture est en place, ou par fauche des refus en prairie. Mais existent également la **lutte biologique** qui utilise des organismes vivants, surtout contre les insectes, la lutte thermique contre les adventices, la lutte acoustique contre les oiseaux... D'une manière plus générale, l'ensemble des autres techniques culturales (c'est-à-dire dont l'objectif principal n'est pas la lutte contre les ennemis des cultures) interagissent fortement avec le développement des populations d'ennemis, et avec les méthodes de lutte (par exemple la date de semis joue sur le développement des maladies et des insectes, la densité de semis permet de contrôler partiellement les adventices...).

1.5. Récolte

La fonction de la récolte est évidente, mais les opérations de récolte présentent un certain nombre d'effets inintentionnels qui rendent leur raisonnement aussi complexe que celui des autres techniques culturales. On peut ainsi citer les risques de dégradation du produit récolté associés par exemple à une récolte à sous ou sur-maturité, les dégâts sur la structure du sol résultant de passages d'engins lourds et de remorques dans des conditions d'humidité du sol défavorables, l'extraction de terre concomitante à la récolte des organes souterrains, les risques de casse de matériel lorsque les organes récoltés sont situés au ras du sol... Les cultures à graines sont récoltées par des **moissonneuses-batteuses** (largeur de travail 3 à 5 m), munies de différents accessoires propres à chaque culture (releveurs, barre de coupe verticale, becs...). Les **ensileuses** (coupe plus hachage) servent à récolter les fourrages en vert (surtout maïs et graminées fourragères) destinés à être stockés dans des silos par fermentation anaérobie. Les machines à récolter les organes souterrains intègrent sur un seul engin différentes fonctions : effeuillage, décolletage, arrachage, nettoyage pour les racines de betteraves sucrières ; arrachage, tamisage, effanage, triage pour les tubercules de pommes de terre. Enfin, sont souvent associées aux opérations de récolte proprement dites des actions de gestion des résidus de culture, comme le pressage de la paille par exemple.

Types d'opérations	Définitions des travaux	Matériels potentiellement utilisables
OPERATIONS PREPARATOIRES AU LABOUR	BROYAGE▶	• Tondobroyeur • Gyrobroyeur
	DECHAUMAGE▶	• Pulvérisateur à disques: - Autoporté - A disques indépendant
	DECOMPACTAGE (Facultatif)▶	• Outils à dents (cultivateurs lourds) Décompacteur (tous types)
AMMEUBLISSEMENT PROFOND	Avec retournement = LABOUR▶	Charrue à socs
	Sans retournement = PSEUDO LABOUR▶	Décompacteurs
OPERATIONS POST LABOUR	REPRISE DU LABOUR (Emottage)▶	• Outils à dents - Cultivateurs - Chisels - Outils dents et disques portés • Outils animés - Herses rotatives - Houes rotatives
	PROFILAGE	
	> Lit de semence▶	Outils à dents ou à doigts
	> Planche de semis▶	Rotobutte ou cultirateur
	> Billon▶	Billonneuse ou butteuse
IMPLANTATION	SEMIS▶	Semoir - Monograinne - Minigrainne - En ligne
	PLANTATION▶	Manuelle ou planteuses repiqueuses
PROTECTION DES CULTURES	APPORTS NUTRITIFS▶	Epandeur à engrais - Plein champ - Localisé
	APPORTS EN EAU▶	Irrigation (pompage et distribution)
	PROTECTION▶	• Pulvérisateur • Bineuse
RECOLTE	MECANISEE▶	Définition des matériels en fonction du type de produit à récolter
	TRANSPORT▶	Remorque
TRAITEMENT POST RECOLTE	PREPARATION AU STOCKAGE▶	• Effanage équeutage • Séchage • Lavage triage calibrage
	STOCKAGE▶	• Type de contenant • Mode de conservation:
	MISE EN MARCHÉ▶	Volume de référence • Conditionnement

Figure 2 : Rappel des fondamentaux d'un itinéraire technique adapté à toutes cultures intensives.