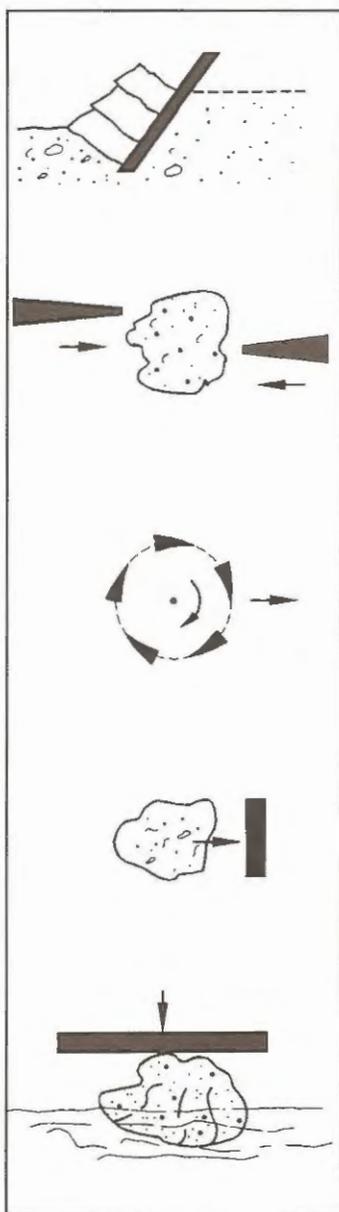


LES OBJECTIFS DU TRAVAIL DU SOL ET L'ACTION DES OUTILS

2



- Rappel du rôle et des objectifs du travail du sol 33
- Les différents modes d'action des outils 35
- La praticabilité des sols 38
- L'éclatement du sol au-dessous de la zone labourée..... 38
- Le décompactage 39
- L'enfouissement des débris végétaux 39
- L'incorporation d'amendements et de fertilisants..... 40
- L'ameublissement de la couche arable 40
- La localisation de la terre fine et des mottes 42
- Le nivellement du sol..... 43
- La formation du lit de semences 43
- La correction de l'excès de porosité 44
- Le réchauffement du sol 44
- La maîtrise de la propagation des mauvaises herbes, des parasites et des maladies..... 45

• RAPPEL DU RÔLE ET DES OBJECTIFS DU TRAVAIL DU SOL :

Le rôle essentiel du travail du sol est d'obtenir un état du sol favorable à la mise en place des cultures et à leur **développement racinaire**. Il permet l'entretien du sol et la réorganisation de sa structure en vue d'accueillir une nouvelle culture, dans **les meilleures conditions agronomiques et économiques**.

La préparation du sol doit permettre d'obtenir une répartition régulière des semences sur le sol, un enfouissement à une profondeur convenable pour les mettre à l'abri des animaux granivores et un placement, au printemps ou en été, au contact d'une terre suffisamment humide favorisant leur germination ; dans ce dernier cas, sauf si l'humidité est excessive, il faut que les préparations du sol permettent, après semis, le contact de la graine avec une portion de terre rassise ou tassée dans laquelle les mouvements de l'eau se feront aisément.

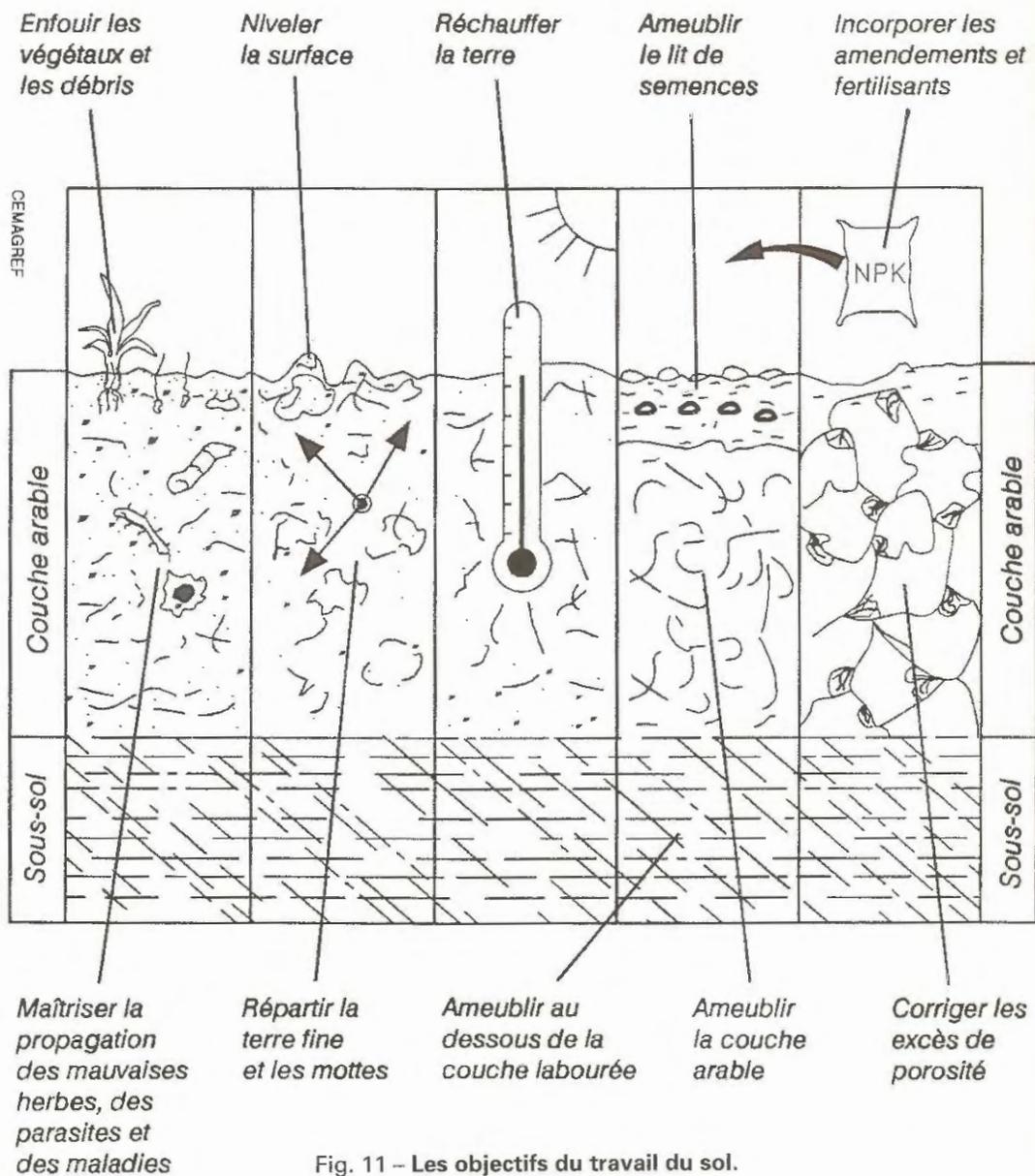
Le travail du sol permet de conserver et d'accroître la **porosité** du sol et d'améliorer la **perméabilité** de la couche travaillée. Il peut en effet aboutir à la fois à une augmentation de la **percolation**, c'est-à-dire de la descente de l'eau en profondeur, ainsi qu'une amélioration de la **circulation latérale de l'eau**.

Le travail du sol permet d'obtenir une répartition et la mobilité des agrégats et particules du sol. Cette mobilité des agrégats les uns par rapport aux autres, favorise le **cheminement des racines** dans le sol, puisque leur extrémité exerce une pression qui peut déplacer les particules de terre. Cette mobilité dépend de la structure du sol et de l'humidité ; pour une structure donnée, une humidité trop faible ou trop élevée peut réduire la mobilité des agrégats et gêner le bon fonctionnement des outils et des racines. Notons que l'extrémité des racines n'est pas "une perforatrice" ; la **croissance racinaire** se fait par **intrusion** entre les agrégats, en empruntant les interstices et les fissures.

Les actions de travail du sol visent, avec ou sans l'appoint des agents climatiques, à ameublir la couche arable et le **lit des semences**. Cette action, en apparence très banale, désigne les opérations mécaniques qui permettent à l'agriculteur d'atteindre, plus ou moins, chacun des dix objectifs suivants (fig. 11) :

- l'enfouissement des débris végétaux et des résidus superficiels,
- l'ameublissement de la couche arable,
- le réchauffement du sol,
- la formation du lit de semences,
- la répartition de la terre fine et des mottes,
- le nivellement du sol,
- la correction de l'excès de porosité,
- l'ameublissement du sol au-dessous de la zone labourée,
- la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes, des parasites et des maladies,
- l'incorporation des amendements et des fertilisants.

Les priorités dans les **objectifs de travail du sol** varient selon les circonstances et les façons culturales choisies : terres de texture différente, plus ou moins humides, plus ou moins riches en éléments minéraux nutritifs, cultures plus ou moins envahies de mauvaises herbes, plus ou moins sensibles au développement des maladies ou des attaques d'insectes. Le climat est aussi un facteur déterminant, ainsi que le choix des **rotations culturales**.



Précisons toutefois que, sur les terres qui le permettent, il peut être possible de pratiquer des **façons culturales minimales** accompagnées d'un usage raisonné d'herbicides et de fertilisants. Cette **simplification du travail du sol** (se reporter au chapitre 7 : "Les combinaisons d'outils et la simplification du travail du sol") conduit à une réduction des temps de travaux et parfois des coûts. Cette pratique, lorsqu'elle est conduite correctement, évite de diluer la matière organique en profondeur et peut préserver une structure initiale favorable. Des modifications dans la conception des semoirs (semis direct) et dans le

...rer les
...ements et
...ants



...rriger les
...cès de
...rosité

...e pratiquer
...ides et de
...Les combi-
...des temps
...rectement,
...ture initiale
...et dans le

mode d'incorporation des semences au sol (couverture des semences par la terre projetée par un outil animé par la prise de force ou non) peuvent changer la conception du travail du sol et la façon d'utiliser les outils. Dans tous les cas, cette simplification implique une bonne maîtrise des mauvaises herbes, et plus généralement une bonne technicité de la part de ceux qui s'y adonnent.

Dans tous les cas, les opérations de travail du sol doivent être conduites de manière à éviter l'érosion : sens du travail des parcelles, époque de travail et humidité du sol.

Pour des raisons pratiques, ce chapitre évoque les effets de certains outils avant leur définition. Les descriptions approfondies, par famille d'outils, sont présentées dans les chapitres suivants.

• LES DIFFÉRENTS MODES D'ACTION DES OUTILS :

L'**ameublissement** d'un sol consiste à réduire sa cohésion et à accroître sa porosité. Cette opération tend à créer des **conglomérats** (mottes et agrégats, terre fine) plus ou moins libres les uns par rapport aux autres. Cet ameublissement s'accompagne toujours d'une réduction de la taille des mottes, c'est-à-dire d'un émiettement. L'ameublissement conduit aussi à une réduction des efforts de pénétration dans le sol (outils, racines), il est d'autant plus poussé que les conglomérats sont de petite taille.

Chaque outil travaille le sol en combinant plusieurs actions mécaniques élémentaires dont les résultats sont très dépendants de l'humidité, au sein d'un sol de texture donnée et dans un état structural initial donné.

Observons les actions mécaniques élémentaires qui permettent d'ameublir ou d'émietter un sol (fig. 12) :

• Le fendillement (fig. 12) :

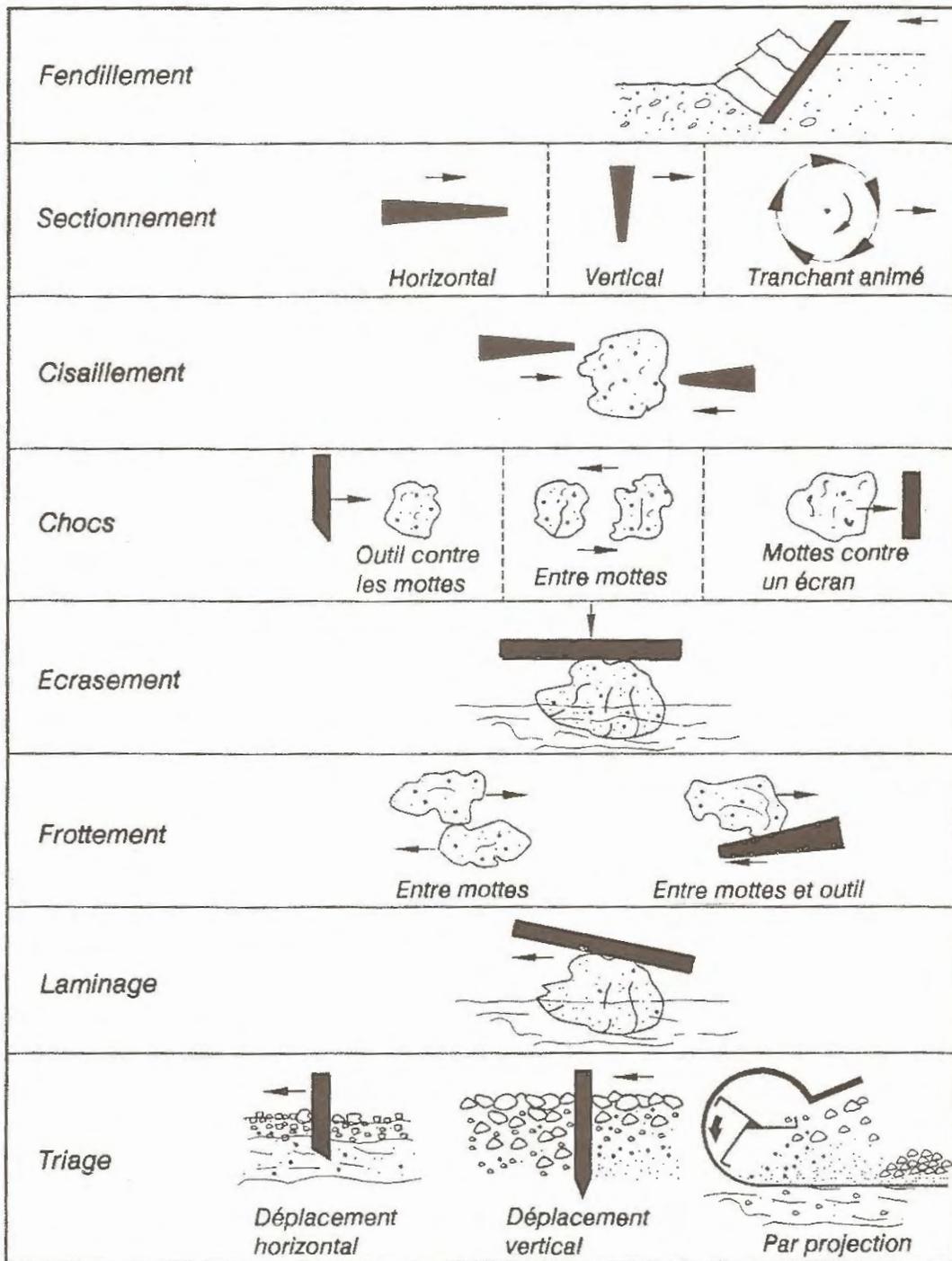
Le fendillement se manifeste obliquement **en avant des outils** qui cheminent dans le sol : en théorie, les fentes prennent naissance à intervalles réguliers et l'angle qu'elles font avec le sens de l'avancement est en relation étroite avec la texture et la position de l'outil dans le sol. Ce type de fendillement peut être observé, en avant des **charrues** ou des **dents de chisels** et de **cultivateurs** dans des terres d'humidité moyenne ; en pratique, on constate souvent que les fentes suivent plutôt les hétérogénéités de structure pré-existantes dans le sol (semelles, anciennes mottes,...).

• Le sectionnement (fig. 12) :

Les outils tranchants agissent surtout **par sectionnement** de la couche de terre, dans le sens de leur avancement. Les **charrues**, les appareils à **disques** et surtout les **cultivateurs rotatifs** offrent des exemples de cette action.

• Le cisaillement (fig. 12) :

Les mottes de terre peuvent être cisillées entre des pièces mobiles. C'est le cas, par exemple, des **dents des herses animées** par la prise de force. Cette action est particulièrement efficace pour réduire les grosses mottes, si l'humidité n'est pas trop forte.



CEMAGREF

Fig. 12 - Les différents modes d'action des outils.

• Les chocs (fig. 12) : Les chocs des outils animés par choc. Le projectile entraîne un effet est d'autant plus

• L'écrasement (fig. 12) : L'écrasement des mottes émiettées ou projetées sur laquelle s'appuie est anguleuse. L'effet réel qu'en terre

• Le frottement (fig. 12) : Le frottement des mottes de terre fine. Il en résulte des outils. Cette réduction

• Le laminage (fig. 12) : Le laminage est réalisé par une barre métallique (vers l'arrière) effet d'accroître le travail, il peut être utilisé à comprimer

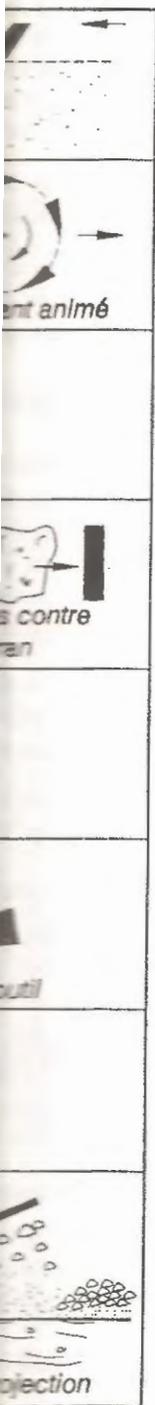
• Le triage des mottes (fig. 12) : Le triage occasionne le déplacement des mottes selon leur poids. Le déplacement vertical ou par

- le déplacement horizontal (le cultivateur) qui déplace et fait rouler la terre en surface ;

- le déplacement vertical (le cultivateur) qui creusent, tandis que

- la projection réalisée par les mottes et de la terre lourde, sont projetés

• L'influence de la vitesse (fig. 12) : Une vitesse élevée agit sur la couche travaillée. Les mottes et la terre y sont sensibles :



• **Les chocs** (fig. 12) :

Les chocs des mottes entre elles et contre les outils contribuent à leur dislocation. Les **outils animés** par la prise de force, les **outils alternatifs** et **vibrants** favorisent les effets de choc. La projection de mottes de terre découpées par des **outils rotatifs**, contre un carter, entraîne un émiettement par chocs. D'une manière générale, cette action par les chocs est d'autant plus efficace que la structure initiale des mottes de terre est fragile.

• **L'écrasement** (fig. 12) :

L'écrasement des mottes par des **rouleaux** plus ou moins lourds est un moyen pour les émietter ou produire de la **terre fine**. Cette action est d'autant plus efficace que la base sur laquelle s'appuient les mottes offre une bonne cohésion. Si la forme de l'outil tasseur est anguleuse, la division des mottes est accrue, par effet de coin. Cet effet n'a d'intérêt réel qu'en terre sèche, sinon le rouleau s'encrasse immédiatement.

• **Le frottement** (fig. 12) :

Le frottement des mottes entre elles contribue à réduire leur dimension et créer de la terre fine. Il en est de même des frottements entre la terre et les pièces travaillantes des outils. Cette réduction implique des humidités relativement faibles.

• **Le laminage** (fig. 12) :

Le laminage est réalisé par une compression de la terre due au frottement d'une surface métallique (versoïr de charrue, soc, lame,...). En conditions humides, il a souvent pour effet d'accroître la cohésion des particules du sol entre elles ; s'il est excessif, on peut créer des "langues" de terre appelées aussi "**lards**". Selon la nature du sol et le type du labour, il peut être observé au contact de la partie arrière des **versoïrs** ; ces derniers tendent à comprimer la bande venant d'être labourée contre la bande précédente.

• **Le triage des mottes et de la terre fine** (fig. 12) :

Le triage occasionné par certains outils modifie la localisation de la terre fine et des mottes selon leur grosseur. Il peut s'effectuer par **déplacement horizontal**, par **déplacement vertical** ou par **projection** :

- le **déplacement horizontal** est obtenu par un outil (**herse-peigne**, par exemple) qui déplace et fait rouler les mottes en surface ; par ce mouvement, les mottes se débarrassent de la terre plus fine avec laquelle elles étaient mélangées et tendent à se regrouper en surface ;
- le **déplacement vertical** peut s'obtenir avec des **dents verticales ou inclinées** (**herse ou cultivateur**) qui laissent préférentiellement glisser la terre fine dans le sillon qu'elles creusent, tandis que les mottes remontent en surface ;
- la **projection** réalisée par divers **outils, roulants ou rotatifs**, dirige l'ensemble des mottes et de la terre fine vers le haut ou vers l'arrière. Les fragments de mottes, plus lourds, sont projetés plus loin et ont tendance, en retombant, à recouvrir la terre fine.

• **L'influence de la vitesse de travail** :

Une vitesse élevée d'utilisation des outils accroît habituellement la **fragmentation** de la couche travaillée. La plupart des outils de travail du sol, non animés par la prise de force, y sont sensibles : charrues, outils à dents, outils à disques. Les **dents flexibles** vibrent

davantage quand elles sont tirées plus vite ; leur efficacité vis-à-vis de l'émiettement s'en trouve augmentée. Pour les outils animés par la prise de force c'est, au contraire, la réduction de la vitesse d'avancement qui tend à augmenter la fragmentation (accroissement du nombre de cycles des outils par mètre travaillé).

• LA PRATICABILITÉ DES SOLS :

Les différents chapitres de cet ouvrage nous montrent que la qualité des opérations de travail du sol et de semis dépend :

- de la nature du sol (humidité, texture, structure, propriétés physiques,...),
- de l'état du sol laissé par la culture précédente,
- du choix des outils et de la cohérence de leur combinaison,
- du type de culture à mettre en place.

Travailler une parcelle, c'est être en mesure d'atteindre l'objectif agronomique souhaité sans dégrader le sol !

Cette évidente remarque nous permet d'évoquer la notion de "**praticabilité des sols**". La **praticabilité d'un sol traduit son aptitude à accepter le passage des engins et l'action des outils** (tracteurs, outils de travail du sol, pulvérisateurs, automoteurs de récolte, bennes,...) ; pour une texture donnée, elle est étroitement dépendante de l'humidité présente dans le sol (consistance). Elle varie particulièrement en fonction de la **composition du sol** et de sa structure ; pour un sol donné, la praticabilité dépend de la saison, de la hauteur d'eau recue et du **temps de ressuyage** précédant l'opération.

L'intervention dans une parcelle peu praticable (humidité excessive), peut conduire à des dégradations durables, difficiles et coûteuses à corriger : **ornières, tassement, semelles, état superficiel défavorable**,... Actuellement, il n'existe pas de méthodes, autres qu'empiriques (appréciation de la consistance : se reporter au chapitre 1 : "La consistance") pour caractériser la praticabilité des sols ; la connaissance, l'expérience et l'appréciation de l'agriculteur sont déterminantes. En consistance défavorable, les risques de dégradation sont particulièrement importants dans les cas suivants :

- utilisation d'équipement lourds,
- efforts de traction élevés,
- utilisation d'outils combinés complexes,
- utilisation d'outils animés.

A la notion de **praticabilité**, s'ajoute la notion d'**accessibilité** (appelée aussi "**traficabilité**"), qui caractérise l'aptitude des engins à se déplacer sur un sol donné, en fonction de leurs éléments de contact avec le sol : deux roues motrices, quatre roues motrices, pneumatiques étroits, standards ou larges, jumelage, essieux assistés, roues cages, chenilles,...

• L'ÉCLATEMENT DU SOL AU-DESSOUS DE LA ZONE LABOURÉE :

Cette opération consiste à améliorer la porosité naturelle du sous-sol par un **sous-solage**. Les sous-solages ont pour but d'accroître la porosité des couches du sol situées au-dessous du labour ; ils visent à y faciliter la pénétration des racines et à en améliorer le fonctionnement. L'atmosphère du sol s'y renouvelle mieux, d'autant que la circulation de l'eau se trouve favorisée par une perméabilité accrue.

Tous les sous-solages demandent des efforts suivants :

- le défonçage d'un sol s'opposant à la traction,
- l'accroissement de la même compacité,
- l'amélioration de la porosité.

Le sous-solage ne se fait alors le même sol à 10 cm de profondeur.

• LE DÉCOMPACTAGE :

Le décompactage est effectué à l'aide de semelles de travail. Il se reporte sur le sol.

Il permet le décompactage des roues des tracteurs. Les terres à compaction peuvent être suffisantes. Les limons, un profil culturel peut être obtenu.

• L'ENFOUISSEMENT :

Les débris végétaux, ce qui permet précieux en certains cas, au fonctionnement : "La structure du sol".

Les travaux d'enfouissement par des pesticides, les micro-organismes.

La localisation des débris dépend de la technique de travail profond sans charrue ou semis direct.

D'un point de vue technique, face qu'en profondeur superficielle (10 cm) et en profondeur fonctionnent de

Tous les sous-sols ne réagissent pas favorablement aux sous-solages. Le sous-solage demande des efforts de traction très importants ; il peut être envisagé pour les raisons suivantes :

- le **défonçage d'une couche d'accumulation** (essentiellement de dépôts ferrugineux) s'opposant à la descente des racines et, parfois, de l'eau ;
- l'accroissement de la **porosité d'un sous-sol** offrant naturellement un état dense, et même compact ;
- l'amélioration de l'écoulement de l'eau.

Le sous-solage ne doit être pratiqué que **lorsque le profil cultural a révélé sa nécessité**. Il faut alors le réaliser en conditions sèches et en faisant passer la pointe du corps sous-soleur à 10 cm sous la zone tassée. Le non respect de ces règles peut conduire à des échecs.

• LE DÉCOMPACTAGE :

Le décompactage consiste à intervenir au niveau de la couche arable et à la dizaine de centimètres inférieurs. Son but est de corriger les dégradations de structure dues à des **semelles de travail** d'outils ou un **tassement** excessif provoqué par les roues des engins (se reporter aussi au chapitre 4 : "Les décompacteurs").

Il permet la **dislocation des semelles** laissées sous les labours par le compactage des roues des tracteurs ou par les tassements et lissages des socs et des talons. Les fourrières sont plus exposées à ce type de semelles que le milieu des parcelles. Dans les terres à comportement argileux, les effets de la sécheresse (fissuration, fragmentation) peuvent être suffisants si la compaction n'est pas excessive au départ. En revanche, dans les limons, un décompactage peut être nécessaire pour retrouver un état normal ; seul un profil cultural peut conduire à un tel diagnostic.

• L'ENFOUISSEMENT DES DÉBRIS VÉGÉTAUX :

Les **débris végétaux** sont enfouis et mélangés au sol par les diverses opérations culturales, ce qui permet des semis plus faciles avec les semoirs classiques. Ceci peut être précieux en certains sols (sablonneux, notamment) pour maintenir une structure favorable au fonctionnement du sol et au développement des racines (se reporter au chapitre 1 : "La structure d'un sol") qui peuvent les protéger contre certaines **compactations excessives**.

Les travaux d'enfouissement doivent permettre un enrobage grossier des résidus végétaux par des particules de sol. Ce mélange permet de mettre en contact les débris avec les micro-organismes du sol pour les décomposer et les transformer en humus.

La localisation des débris végétaux (source de matière organique) dans la couche arable dépend de la technique de travail du sol : **travail profond avec retournement** (labour), **travail profond sans retournement** (pseudo-labour), **techniques simplifiées** (travail superficiel ou semis direct), (se reporter au chapitre 7 : "La simplification du travail du sol").

D'un point de vue agronomique, les débris végétaux doivent être plutôt localisés en surface qu'en profondeur. Le taux de matière organique doit être plus élevé dans la couche superficielle (10 cm environ), c'est-à-dire à l'interface sol-atmosphère. Leur enfouissement en profondeur peut être motivé par la gêne mécanique qu'ils représentent pour le fonctionnement des outils de préparation de lits de semences ou des semoirs.

Comme pour les autres actions de travail du sol, on ne peut tout faire avec un seul outil et l'incorporation est réalisée par la succession des façons culturales (fig. 13). Pour l'incorporation des débris végétaux à la couche superficielle, on utilise des **instruments traditionnels à disques** ou des outils spécifiques (se reporter au chapitre 7 : "La simplification du travail du sol"), à **dents** ou **animés** ; cette incorporation des débris végétaux peut être facilitée par un **broyage** préalable.

Dans la plupart des cas, la **charrue à socs** est encore utilisée pour mélanger les débris végétaux dans toute l'épaisseur de la couche arable, ou, simplement, pour les enfouir loin des couches superficielles en choisissant et en réglant les rasettes en conséquence.

Le **chisel** peut être utilisé pour une localisation des débris végétaux dans les 10 à 15 cm superficiels. La profondeur atteinte et la qualité du mélange dépendent alors de la largeur des socs équipant les dents.

Les **machines à bêcher** réalisent un mélange assez uniforme des produits avec l'ensemble des mottes et de la terre fine. Une concentration des débris peut apparaître en surface lorsque ceux-ci, récemment épandus ou broyés, n'adhèrent pas au sol.

• L'INCORPORATION D'AMENDEMENTS ET DE FERTILISANTS :

Certains **amendements** gagnent, dans les sols qui les exigent, à être incorporés en profondeur. L'enfouissement du fumier, opération liée aux pratiques d'élevage est généralement réalisé par le labour, après un éventuel prémélange réalisé avec un outil à disques ou à dents. Selon l'environnement local, on procède à l'enfouissement de lisiers, de résidus urbains (boues de stations d'épuration) ou de résidus industriels.

• L'AMEUBLISSEMENT DE LA COUCHE ARABLE :

Dans le langage courant, les opérations de préparation des terres visent (fig. 13), dit-on, à les "**ameublir**" ou à "**compléter leur ameublissement**". Ethymologiquement, le mot "**meuble**" est proche de "**mobile**". Un sol "**ameubli**" est souvent celui où les mottes et agrégats ont une certaine facilité à se mouvoir les uns par rapport aux autres ; on parle aussi d'amélioration de la structure du sol.

• L'ameublissement et la porosité :

La **porosité** est une conséquence normale de la division du sol en fragments de forme irrégulière et de leur empilage les uns sur les autres. L'agriculteur cherche, en travaillant son sol, à lui donner une **porosité optimale**, en tenant compte des modifications prévisibles dues au tassement naturel de la terre avec le temps, sous son propre poids, et à la suite des opérations culturales ultérieures complémentaires. Précisons cependant que des façons culturales successives peuvent conduire à une proportion trop élevée de terre fine et à une réduction de la porosité.

Certaines textures de terre s'agglomèrent rapidement après ameublissement sous l'effet de l'humidité. Cette agglomération est d'autant plus importante que l'écoulement de l'eau est freiné verticalement (semelle) ou horizontalement (tassement de roue).

ac un seul outil
 13). Pour l'in-
 struments tra-
 La simplifica-
 végétaux peut

nger les débris
 our les enfouir
 tes en consé-

les 10 à 15 cm
 rs de la largeur

uits avec l'en-
 t apparaître en
 sol.

en profondeur.
 généralement réa-
 à disques ou à
 ers, de résidus

Fig. 13), dit-on, à
 ement, le mot
 à les mottes et
 utres ; on parle

ments de forme
 e, en travaillant
 fications prévi-
 re poids, et à la
 cependant que
 élevée de terre

ent sous l'effet
 écoulement de
 roue).

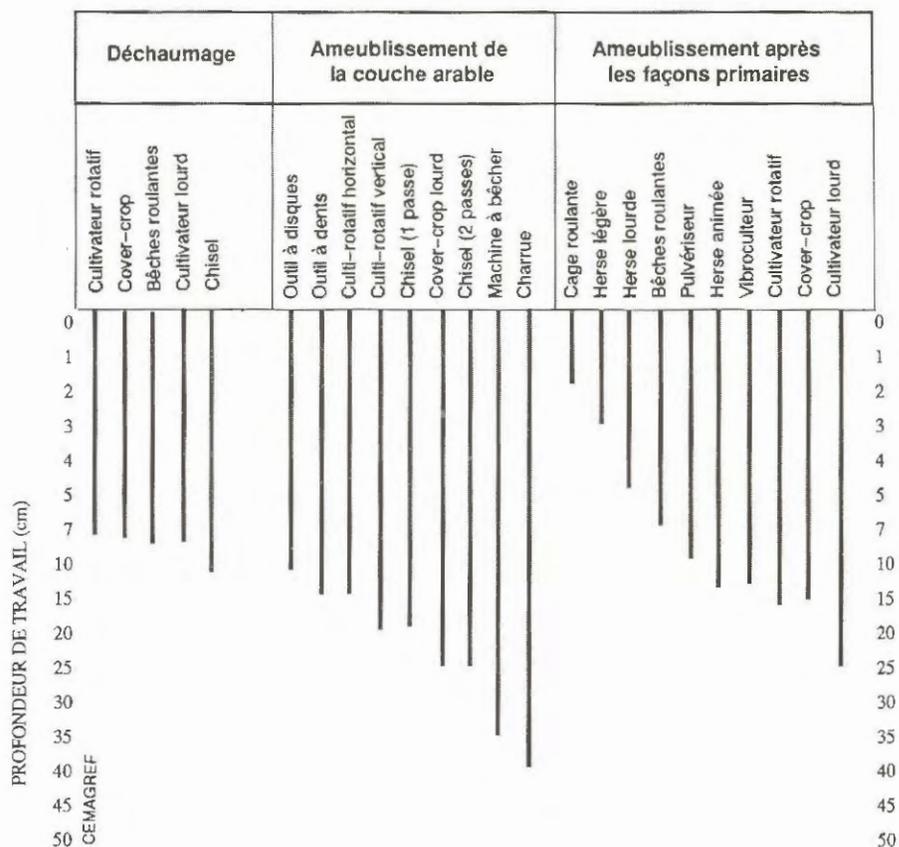


Fig. 13 – Profondeurs moyennes de travail des principaux outils de travail du sol.

• L'émiettement du sol :

Dans la pratique, les façons d'ameublissement visent essentiellement à diviser la terre en mottes de moindres dimensions, pour localiser de la terre fine, seulement au niveau du lit de semences. **Une finesse excessive est à redouter**, notamment dans les limons instables et dans certaines argiles. Une terre trop émiettée peut, au cours de son évolution en conditions humides, faciliter l'apparition d'une **croûte de battance** ou d'une **reprise en masse**.

Notons que le fait de retrouver des mottes intactes dans le sol, après sa préparation, n'est pas forcément nuisible aux rendements, si leur structure interne est favorable. Mais un trop grand nombre de mottes, de vides et de végétation non décomposée donnent un sol trop creux.

Certaines cultures, comme les plantes à racines pivotantes (carottes, betteraves,...), sont très sensibles à la présence de mottes, de creux et autres hétérogénéités de profil. Cet état défavorable peut être la conséquence d'un ralentissement de la végétation ou de malformation des racines (racines déformées ou "fourchues").

• L'appréciation de l'ameublissement d'un sol :

Sur le plan pratique, on juge l'ameublissement d'une terre par sa facilité à se laisser pénétrer par un outil ou, plus couramment, par la façon dont le talon d'une botte s'y enfonce. Cette observation permet d'avoir une idée de l'ampleur de la porosité que les façons ont apportée au sol. Cette sensation que l'on a, en marchant sur le sol, dépend aussi de l'état dans lequel se trouvent les mottes qui persistent après le travail. Les mottes friables, qui s'écrasent sous la pression, facilitent la pénétration des outils et des racines.

Les sols légèrement humides accroissent aussi l'impression d'ameublissement que l'on ressent quand on marche à leur surface : leur cohésion diminue soit par une **friabilité** accrue, soit par une augmentation de la **plasticité**. Le talon de la botte s'y enfonce plus facilement.

Finalement, c'est surtout l'**examen du profil cultural sur l'épaisseur travaillée qui peut seul permettre de juger** du degré de division d'un sol (influant sur la structure qui se reconstituera ultérieurement) et du type de porosité qu'il offre (intéressant pour apprécier la perméabilité future et les possibilités d'action des agents naturels). **La porosité interne du sol ne peut s'apprécier depuis la surface !**

• LA LOCALISATION DE LA TERRE FINE ET DES MOTTES :

Terre fine et mottes doivent être en proportions diverses, selon les différents horizons de la couche arable :

- **au voisinage des semences**, la terre fine doit prédominer et la porosité de la zone située immédiatement au-dessous doit être plus faible et continue ;
- **au-dessus des semences**, il est bon (sauf cas extrême de semis de petites graines non enterrées) de trouver une couche de petites mottes, avec moins de terre fine et une forte porosité ;
- dans le reste de la **couche arable**, les petites mottes (diamètre inférieur à 3 cm) doivent être régulièrement mélangées aux plus grosses mottes, car elles contribuent à ce qu'il n'y subsiste pas une porosité excessive.

Cette **localisation préférentielle de la terre fine** et des mottes se présente différemment selon les outils utilisés et l'humidité au moment du passage. Observons par exemple, l'action des **charrues à socs**, des **outils à dents**, des **rouleaux "croskills"**, dans des conditions "normales" d'humidité.

• Les charrues à socs :

A l'occasion des labours (se reporter aussi au chapitre 3 "Le labour et les charrues"), la terre fine apparaît partiellement autour des mottes dispersées dans la bande labourée. Toutefois, des localisations préférentielles en surface peuvent provenir, soit du profil arrière des **versoirs**, soit de l'importance du **frottement** entre terre et métal, soit de la **vitesse de travail**.

betteraves,...), sont
étés de profil. Cet
végétation ou de

à se laisser péné-
botte s'y enfonce.
que les façons ont
end aussi de l'état
mottes friables, qui
nes.

issement que l'on
t par une **friabilité**
e s'y enfonce plus

travaillée qui peut
la structure qui se
ant pour apprécier
La **porosité interne**

erents horizons de

à de la zone située

petites graines non
e terre fine et une

ur à 3 cm) doivent
tribuent à ce qu'il

ente différemment
ons par exemple,
", dans des condi-

t les charrues"), la
a bande labourée.
air, soit du profil
t métal, soit de la

- **Les outils à dents :**

Les dents d'un **vibroculteur** ou d'un **cultivateur** émiettent la terre autour de leur passage (se reporter aussi au chapitre 4 : "Les outils à dents"). En outre, en sol friable, le déplacement des mottes peut être l'occasion d'une dislocation. **Dans le sillage des dents, la terre fine tend à descendre en profondeur.**

- **Les rouleaux "croskills" :**

Pour les croskills, une partie de la terre fine se crée, sous les disques de fonte, en couche relativement épaisse (se reporter aussi au chapitre 5 : "Les rouleaux croskills"). Si les disques s'enfoncent dans le sol et tournent suffisamment vite, leurs aspérités et leurs **différences de vitesse** pulvérisent les mottes et créent, par **triage**, une terre fine abondante en surface.

- **LE NIVELLEMENT DU SOL :**

Cette opération consiste à rattraper les défauts de relief du sol laissés, soit par la culture précédente, soit par le labour, soit encore par les opérations de reprise superficielle et les empreintes de roues qu'elles occasionnent.

Parmi les raisons qui peuvent conduire l'agriculteur à corriger le relief du sol, on peut citer la nécessité **d'assurer un fonctionnement normal du semoir** (régularité de la profondeur, éviter les bourrages,...) et d'établir les meilleures conditions de fonctionnement de la moissonneuse-batteuse, par exemple lors de la récolte des pois protéagineux, (effet bulldozer de la barre de coupe).

Les défauts de nivellement laissés par la culture précédente sont les plus délicats à corriger. Leur origine provient souvent des récoltes effectuées en conditions humides (betteraves, maïs-grain, ensilage,...) et des **ornières** laissées par les roues des tracteurs, des engins automoteurs et des remorques. Si le labour n'est pas suffisant, en conditions sèches, le passage d'un **chisel** ou d'un cover-crop peut être envisagé avant ou après la charrue. Pour corriger les défauts de nivellement après labour, les **herse**s, les **cultivateurs**, les **outils à dents animées** et les **rouleaux** sont, selon la nature du sol, souvent utilisés séparément ou en **combinaisons d'outils**.

Pour corriger des défauts de nivellement, on peut exécuter deux passages de chisel : le premier en prenant les raies ou les ornières avec un angle de 20° environ, le second avec un angle de 20° dans l'autre sens avec une profondeur plus faible.

La " finition du nivellement " est assurée par des outils combinés aux semoirs (dents, cages roulantes, lame niveleuse,...).

- **LA FORMATION DU LIT DE SEMENCES :**

Le degré d'émiettement souhaité pour le lit de semences est nettement supérieur à celui du reste de la couche arable, même si les exigences varient selon les cultures et les semoirs utilisés : les ensemencements de printemps demandent par exemple plus de soins que ceux d'automne ; les maïs sont moins exigeants que les betteraves ; les petites graines nécessitent un émiettement plus fin que les grosses graines. La présence de chasse-mottes en avant des semoirs de précision ou l'incorporation des semences dans le sol par des disques au lieu de socs, autorisent une plus grande tolérance.

Deux explications peuvent motiver la recherche d'un certain degré d'émiettement pour le lit de semences :

- **la présence de mottes trop grosses** perturbe la mise en place des graines, gêne la création de la couche de terre à **structure continue souhaitée au-dessous des graines** pour faciliter la **circulation de l'humidité** vers la graine et sa **germination**. Ramenées en surface sans être détruites, des mottes de trop grosses dimensions peuvent empêcher ou gêner la levée des jeunes plants ou réduire l'efficacité des herbicides,
- **la terre fine** doit être en quantité suffisante pour faciliter la formation, sous l'action du soc du semoir ou des roues de tassement qui l'accompagnent, d'une zone à **structure suffisamment continue, à proximité des graines**.

Sur les sols sensibles aux phénomènes de **battance** et parfois de **reprise en masse**, un minimum de mottes de taille suffisante (diamètre supérieur à 5 cm) permet de ralentir la formation d'une croûte de battance, ce qui favorise la levée.

Les outils utilisés peuvent être très différents selon la nature du sol et la culture à mettre en place (fig. 13). Les associations d'outils sont très courantes (se reporter au chapitre 7 : "Les combinaisons d'outils et la simplification du travail du sol") et le nombre de combinaisons extrêmement élevé (herses animées, cultivateurs à dents, cultivateurs animés, rouleaux, croskillettes, cages roulantes, etc.). Dans les cas les plus simples, la préparation du lit de semences est associée au semis, afin de **diminuer le nombre de passages** et de **réduire les traces de roues**, de **gagner du temps** et de réduire finalement le tassement et le coût de mise en place de la culture.

• LA CORRECTION DE L'EXCÈS DE POROSITÉ :

Les divers types d'excès de porosité rencontrés sont souvent d'origine mécanique, c'est-à-dire causés par l'action des outils.

Selon les outils, l'excès de porosité peut se manifester soit par la présence de grosses mottes et de creux (difficultés de labour, par exemple), soit par la présence de mottes et de terre fine abondante. La terre fine et soufflée peut se tasser d'elle-même sous l'effet des alternances d'humidité et de sécheresse.

Les **outils à dents** et à **disques** sont les plus indiqués pour venir à bout des zones creuses. Les **rouleaux** lourds sont également efficaces pour limiter les effets d'un émiettement excessif.

Plus la zone creuse est profonde, moins elle risque de s'effacer naturellement ; des équipements liés au tracteur (rouleaux tasseurs avant et jumelages) peuvent apporter une correction suffisante. Par contre, pour venir à bout d'un excès de porosité proche de la surface, les outils de tassement (rouleaux) sont efficaces.

Les sols creux peuvent aussi provenir d'un **foisonnement** excessif sous l'effet des agents climatiques, comme le gel. Ce foisonnement est d'autant plus marqué que la terre se trouve gorgée d'eau au moment de la baisse de la température. Les rouleaux, notamment les rouleaux lourds corrigent cette porosité superficielle excessive.

• LE RÉCHAUFFEMENT DU SOL :

Le sol plus poreux en surface, remué plusieurs fois, perd une partie de son eau et se **réchauffe** au printemps. En même temps, la conductibilité thermique plus faible évite aux calories gagnées de se disperser dans une couche de terre trop épaisse.

• LA MATRIÈRE DES PARASITES

Les mauvaises herbes
fouissent le sol,
notamment avec
pour favoriser la

Le déchaumage
germes de mauvaises
conditions climatiques
ou négatives.

ment pour le
gène la créa-
graines pour
ées en sur-
mpêcher ou
s l'action du
e à **structure**
masse, un
de ralentir la
ure à mettre
u chapitre 7 :
re de combi-
eurs animés,
préparation
ssages et de
assement et
nique, c'est-
de grosses
de mottes et
sous l'effet
t des zones
d'un émiet-
t : des équi-
porter une
roche de la
t des agents
e la terre se
aux, notam-
n eau et **se**
e évite aux

• **LA MAITRISE DE LA PROPAGATION DES MAUVAISES HERBES,
DES PARASITES ET DES MALADIES :**

Les **mauvaises herbes** se trouvent détruites par les façons de travail du sol, soit par l'enfouissement de leurs parties vivaces ou de leurs graines, loin de la surface (labour, notamment avec rasettes), soit par arrachage souvent suivi de leur exposition en surface pour favoriser leur dessiccation (outils à dents, scarificateurs, extirpateurs, bineuses,...).

Le déchaumage et l'enfouissement des débris végétaux peuvent modifier la diffusion des germes de **maladies**, d'oeufs ou de **larves d'insectes**. Selon les précédents et les conditions climatiques, les répercussions sur les cultures mises en place peuvent être positives ou négatives.