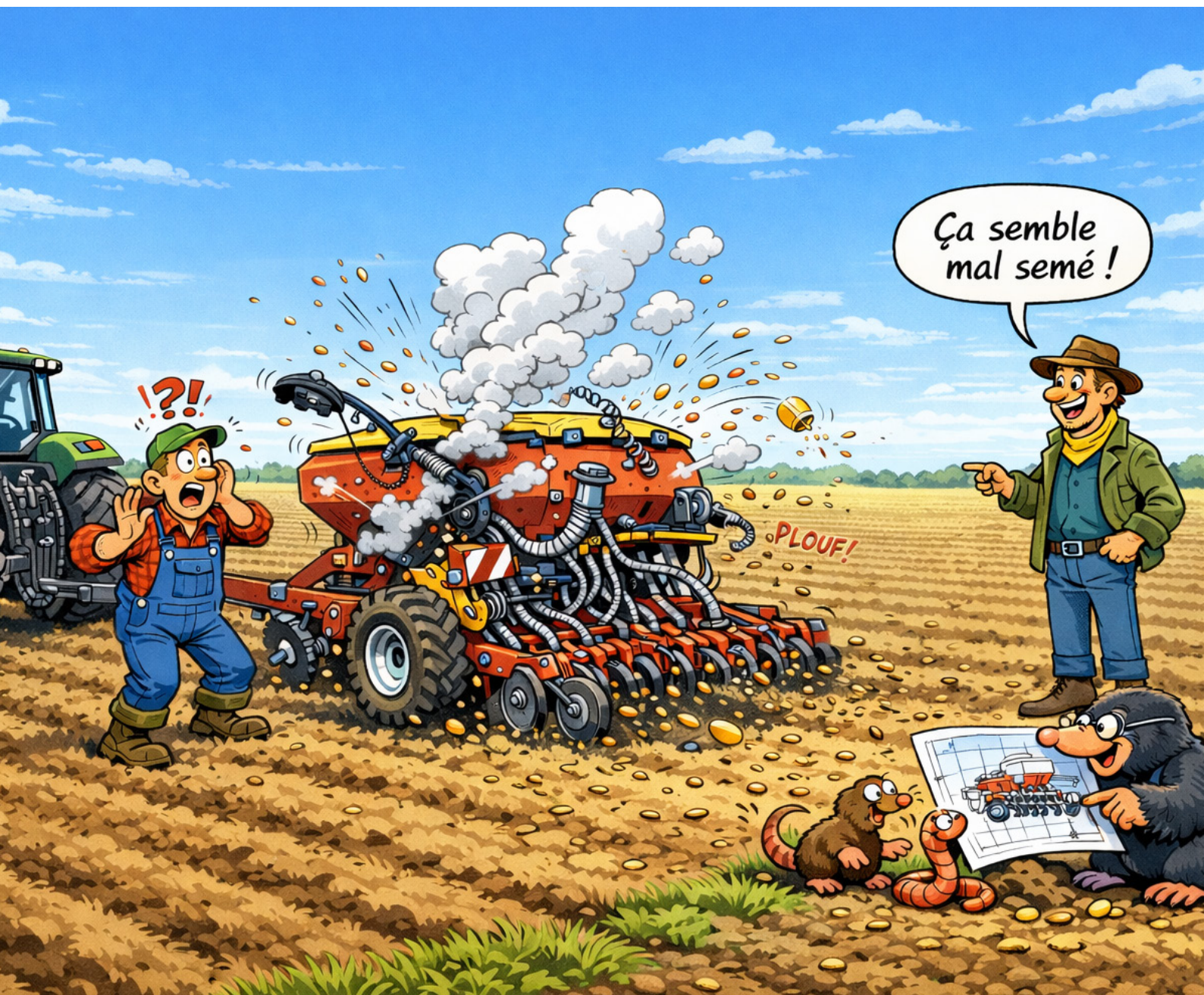


LES SEMOIRS

Comprendre et choisir



Chambre d'Agriculture de Haute-Loire
Equipe Agronomie Productions Végétales et
Environnement

Janvier 2026

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

SOMMAIRE

I - L'important c'est l'itinéraire.....	p - 1
II - Physiologie de la germination : le sol, la météo et la graine.....	p - 2
Imbibition et activation du métabolisme	
Sortie de la radicule	
Sortie de la tige et déploiement des première feuilles	
Le semoir : un élément déterminant	
III - Les éléments constitutifs d'un semoir : des composants de base pour une architecture flexible.....	p - 3
La trémie	
La distribution :	
Distribution volumétrique	
Distribution monograine	
Les organes de mise en terre	
Les sabots ou socs	
Les disques :	
Les dents	
Les dispositifs de contrôle de la profondeur	
Les dispositifs de recouvrement et de rappui	
La préparation du lit de semence	
IV - Le cas particulier du semis à la volée	p - 12
V - Les semoirs à disques inclinés, une troisième voie entre dents et disques.....	p - 13
VI - Les semoirs à dent en T inversé : une variante intéressante.....	p - 13
VII - Pourquoi sème-t-on le maïs à 75 cm ?	p - 13
VIII - Semer dans les pierres, un défi !	p - 14
IX - Choisir son semoir : quelques éléments à prendre en compte	p - 14
En Semis Traditionnel	
En TCS	
En Semis Direct	
Semer plusieurs produits simultanément	
X - Implantation des cultures : réfléchir avant d'agir	p - 16
Bibliographie	p - 17

I - L'important c'est l'itinéraire

Le semis est une étape clé dans l'implantation d'une culture. Il conditionne en partie le rendement final.

Traditionnellement, le semis intervenait après une étape de préparation du lit de semence sensiblement identique à toutes les grandes cultures (hiver, printemps, céréales, fourrages, etc...).

Plusieurs étapes se succédaient : un travail profond (labour), puis un travail superficiel (cultivateurs et herse animées ou non) afin de créer un lit de semence constitué de fragments terreux d'une taille adaptée à celle de la semence. En France depuis les années 1990, les pratiques d'implantation de cultures se sont beaucoup diversifiées, en particulier en ce qui concerne le lien entre travail du sol et semis. Plutôt que de technique d'implantation des cultures on doit aujourd'hui plutôt parler « d'itinéraire d'implantation des cultures ».

Cet itinéraire doit avoir une cohérence d'ensemble pour répondre aux objectifs de l'agriculteur, notamment la recherche du bon compromis entre l'obtention du rendement optimal et l'entretien de la fertilité du sol.

L'offre constructeur en matière d'outils a suivi en proposant une foule de solutions allant des semoirs « traditionnels » à des outils originaux intégrant des fonctions de semis et de travail du sol, en passant par des outils permettant de semer sans travailler le sol.

L'implantation d'une culture se caractérise par une forte intervention humaine, que ce soit dans la préparation du sol (création d'un lit de semence), dans le choix de la période de mise en place de la culture (avec une priorité donnée au meilleur calendrier de développement de la plante cultivée) ou dans son lieu d'installation (à faible profondeur pour permettre une levée rapide, malgré les risques d'accidents climatiques ou sanitaires).

L'objectif majeur de cette phase est un démarrage le plus rapide possible de la culture en évitant toute concurrence initiale avec d'autres plantes.

D'une façon générale, et tout au long de la campagne de culture, c'est-à-dire jusqu'à la récolte, l'objectif de l'agriculteur sera de maintenir un avantage pour la culture implantée par rapport à toute autre plante, notamment les adventices.

Pour aller plus loin, au sein même de la culture,

chaque plante semée étant elle-même concurrente de ses « sœurs », la phase d'implantation devra permettre d'apporter à chacune des plantes semées des conditions de germination et un espace suffisant à son développement optimal. C'est là le rôle principal du semoir.

On peut ainsi citer parmi les fonctions déterminantes d'un semoir :

- La distribution et le transport des graines, qui permet d'assurer une répartition spatiale régulière (entre rangs et sur le rang), gage d'un peuplement homogène.
- Les organes de mise en terre dont le rôle est de placer chaque graine à une profondeur déterminée et d'assurer un contact terre/graine optimal (fermeture du sillon, rappui).

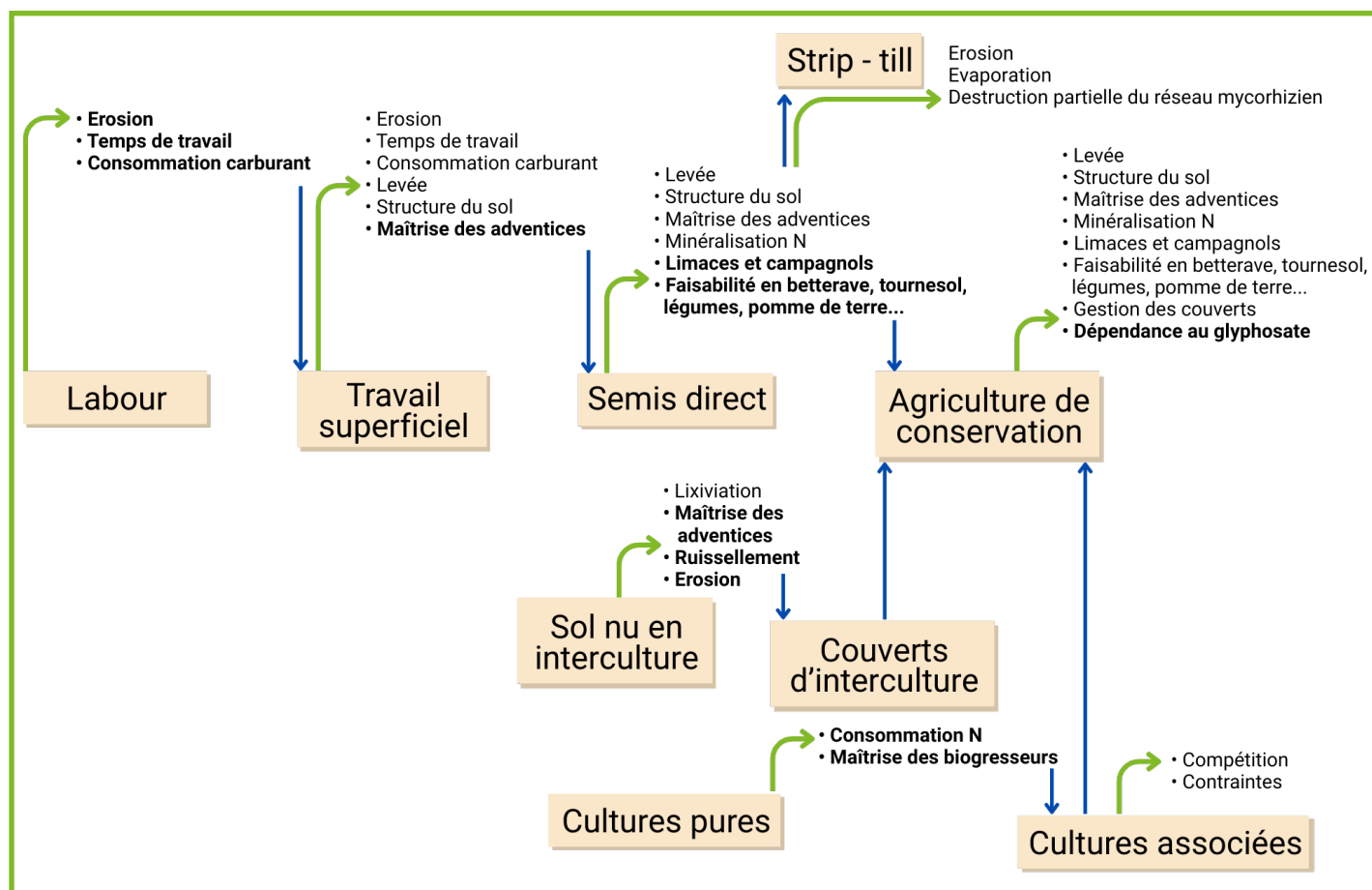
Mais la réussite du semis est aussi conditionnée par tous les événements passés qui peuvent avoir une incidence sur la fertilité de la parcelle au moment du semis (fertilité physique, chimique et organique), mais aussi par la suite, sans bien sûr favoriser les adventices et les ravageurs qui pourraient perturber l'implantation.

Les nouvelles techniques n'ont pas fait disparaître les anciennes, si bien qu'aujourd'hui les modalités d'implantations peuvent être extrêmement variables. Dans un souci de simplification, on pourra cependant considérer trois grands types d'implantation des cultures :

- Les itinéraires de **semis classiques** avec un travail du sol profond ;
- Les itinéraires en **Techniques Culturelles Simplifiées (TCS)**, avec uniquement un travail superficiel du sol ;
- Les itinéraires en **Semis Direct (SD)**, sans travail du sol.



Evolution des techniques d'implantation des cultures



Source : Leclerc et Cofdir, 2017

(en caractère gras, les raisons qui poussent à chercher une nouvelle technique)

II - Physiologie de la germination : le sol, la météo et la graine

La germination est le moment où une graine “se réveille” et donne naissance à une nouvelle plante. Pour que tout se passe bien, il faut trois conditions : **eau + oxygène + température adéquate** (la lumière n’est pas forcément nécessaire au départ). Plusieurs phases se succèdent.

Imbibition et activation du métabolisme

La graine commence par absorber l’eau du sol. Les réactions biologiques se mettent en route, en particulier la respiration destinée à produire de l’énergie. Pour que tout fonctionne bien, il faut de l’eau, mais pas trop car il faut aussi de l’oxygène, et il faut enfin une température suffisante. Concrètement, les conditions sont réunies quand on a un bon contact terre-graine, que la structure du sol au voisinage de la graine est favorable et que la météo est propice.

Sortie de la racicule

C’est toujours la racine qui sort en premier. Elle s’ancre dans le sol et commence à y puiser eau et minéraux. Pour être favorable, la structure du sol ne doit pas faire obstacle à son développement. La racine doit pouvoir trouver un chemin dans des discontinuités (fissures, galeries, etc...) et ne doit pas être arrêtée par des obstacles (semelle ou zone de tassement).

Sortie de la tige et déploiement des premières feuilles :

La tigelle doit trouver un passage vers la surface au-dessus de la graine. Comme pour la racine, une texture grumeleuse et un sol non compacté sont nécessaires. La présence d'une croûte de battance constitue un des principaux obstacles possibles. La profondeur de la graine a également une importance, afin que la plante ne s'épuise pas à émettre une tige jusqu'à la surface. A partir du déploiement des premières feuilles, la photosynthèse peut démarrer. Progressivement, la plante se met à produire de l'énergie de façon autonome et à s'affranchir des réserves restant dans la graine. Une fois cette phase de sevrage terminée, l'élément déterminant devient alors la concurrence pour l'eau, les minéraux et la lumière, non seulement avec les adventices, mais aussi avec les autres plantes semées constitutives du peuplement.

Le semoir : un élément déterminant

Pour bien réussir un semis, un certain nombre de conditions doivent être réunies pour satisfaire les besoins physiologiques de la plante.

Les éléments déterminants sont les suivants :

- La bonne structure du sol, qui permet de laisser circuler l'eau et l'air et ne présente pas d'obstacle au développement de la plante (zone de tassement, croûte de battance).
- Un placement régulier des graines, en profondeur et en distance d'une plante par rapport à l'autre de façon à favoriser une levée régulière et un développement uniforme du peuplement.
- Un bon contact terre-graine qui favorise son imbibition.
- La météo, qui garantit une humidité régulière dans le sol et une température suffisante.

Le semoir doit contribuer à créer des conditions favorables. Il ne fait pas tout dans le semis. Toutefois, suivant sa conception, il a une action plus ou moins déterminante sur la structure du sol, en plus d'assurer une répartition aussi régulière que possible des graines. Le reste relève de la météo, mais aussi du travail du sol et de l'historique de la parcelle. Un semoir, même performant, ne rattrapera pas des accidents passés affectant la structure du sol. Il est donc important de connaître cette structure du sol au moment du semis et de savoir quel est l'état recherché pour une bonne germination. Cette étape est importante pour guider, sinon le choix de l'outil de semis, du moins ses réglages.

III - Les éléments constitutifs d'un semoir : des composants de base pour une architecture flexible

Quelques soient les spécificités des semoirs et les combinaisons avec différentes opérations de travail du sol, les semoirs de grandes cultures ont tous un certain nombre d'éléments en communs qui peuvent être vus comme des modules à recombinaison.

La trémie :

La trémie est destinée à stocker la semence nécessaire pour le chantier. Sa conception est prévue pour favoriser l'écoulement naturel des grains vers les organes de distribution, ainsi que sa vidange complète (forme, parois lisses, agitateur en fond de cuve pour éviter la formation de voûtes). L'accès est aussi un point important, en particulier pour permettre un chargement facile à partir de Big-bags. Dans notre région, la trémie est encore très souvent intégrée au semoir. Toutefois, il arrive qu'elle constitue un élément indépendant, porté à l'avant du tracteur, voire même trainée pour des semoirs de grande largeur. Dans les cas où elle est séparée du reste du semoir, elle s'accompagne d'un dispositif de transport de la semence vers les

organes de distribution. Il est de plus en plus fréquent de voir des trémies comportant plusieurs compartiments destinés à stocker des produits différents. Il est alors possible de semer en un seul passage plusieurs types de graine, ou la culture et un engrais.



Sur les semoirs traditionnels, la trémie occupe toute la largeur de l'outil (source SULKY)

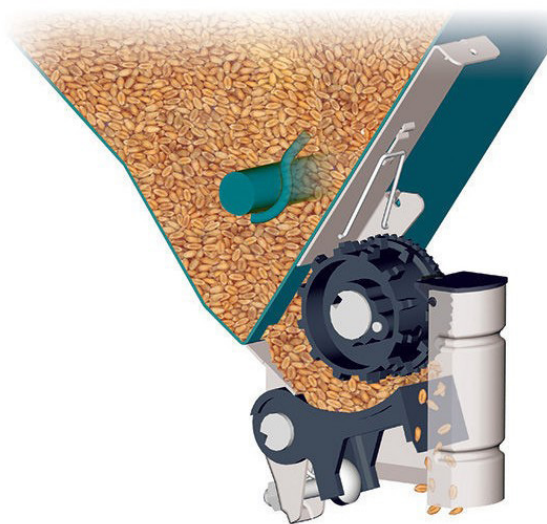
La distribution :

Sur les semoirs de grande culture, les distributions sont principalement de deux types : soit volumétriques, soit monograines. Elles sont associées à un transport pneumatique ou par gravité.

Distribution volumétrique :

Ce système fonctionne à la façon d'un débitmètre ou d'une pompe volumétrique. Les gains provenant de la trémie sont extraits par un ou plusieurs tambours comportant à leur périphérie des cannelures ou des ergots et tournant dans un boîtier cylindrique. Pendant la rotation du tambour, les grains sont retenus entre les cannelures ou les ergots et la paroi du boîtier. Le réglage du débit de grain se fait :

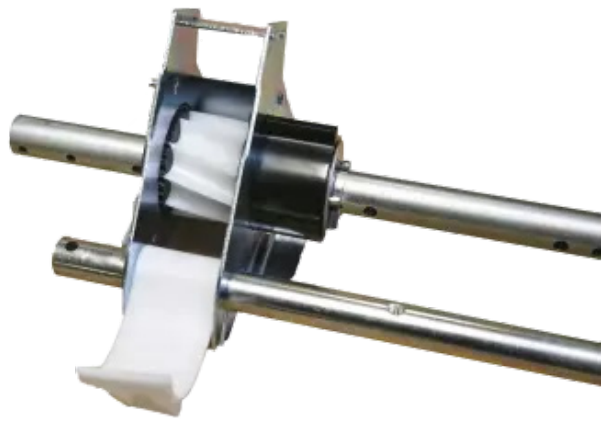
- En modifiant la vitesse de rotation du ou des tambours ;
- En contrôlant le flux de grain à l'entrée et/ou à la sortie du tambour au moyen d'obturateurs ;
- En modifiant la taille des cannelures ou des ergots, par exemple, en utilisant un jeu de tambours adaptés, notamment à la taille des graines à semer.



Distribution à ergots (Source SULKY)

Sur les semoirs à céréales traditionnels en ligne, on trouve généralement une distribution pour chaque ligne de semis, l'ensemble étant réparti sur un arbre de rotation unique situé sous la trémie.

A la sortie de chaque distribution, le grain accède à l'organe de mise en terre par gravité, en tombant directement dans un tube de descente.



Distribution à cannelures (Source KUHN)

L'ensemble des distributions sont entraînées mécaniquement par une roue du semoir et la vitesse de rotation est contrôlée par une boîte de vitesse à pignons ou a variateur, plus rarement par un moteur électrique et une régulation électronique.

Ce système est simple, fiable et bon marché, mais toutefois en perte de vitesse pour plusieurs raisons.

- Sa conception limite la largeur des semoirs au gabarit routier. Concrètement, on rencontre rarement d'outils de ce type au-delà d'une largeur de 3 m.
- La trémie occupe forcément toute la largeur de l'outil. Elle est assez mal adaptée au chargement par des big-bags et on lui reproche souvent sa faible capacité.

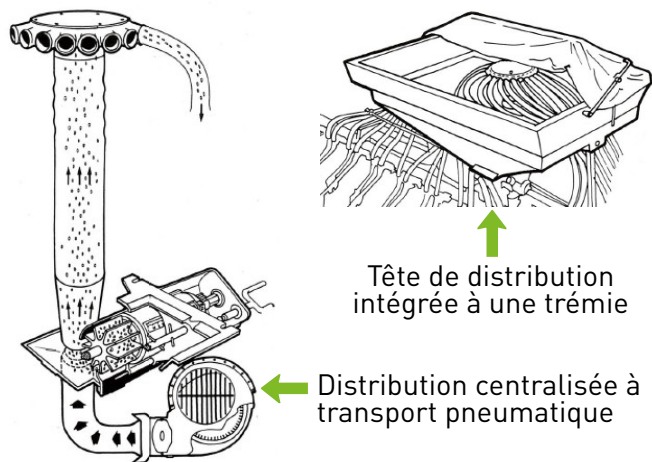
Ainsi l'offre actuelle a massivement évolué vers une distribution volumétrique centralisée associée à un transport pneumatique des grains vers les éléments semeurs.

Ce système est organisé autour d'une cellule doseuse, dont la conception est proche de celle d'une unique distribution par cannelure, mais de gros diamètre.

Un seul tambour tourne à l'intérieur d'un boîtier constitué par deux cylindres coulissant l'un dans l'autre. La position relative d'un cylindre par rapport à l'autre permet de découvrir plus ou moins le tambour et de réaliser un pré-réglage du débit. Un deuxième niveau de réglage est opéré par la vitesse de rotation du tambour qui, elle, est pilotée électroniquement à partir d'informations transmises par des capteurs situés à l'aval.

A la sortie du doseur, les graines sont emportées par un flux d'air généré par une turbine vers un diviseur-répartiteur qui divise le flux unique de grain et le répartit vers des tubes de descentes alimentant chacun un élément semeur.

On parle alors de « transport pneumatique ». Sur certains semoirs de grande largeur, un diviseur principal alimente des diviseurs secondaires à partir desquels sont alimentés les éléments semeurs.



(source ITCF)

Cette configuration a pour avantage de déconnecter la trémie des descentes amenant les graines aux éléments semeurs.

Il devient possible d'avoir une trémie de taille importante et d'une forme adaptée au chargement avec des big-bags ou une vis à grains.

Il devient aussi possible de la placer à l'avant du tracteur, ce qui la rend plus accessible et permet une meilleure répartition des masses.

Une autre disposition courante consiste à installer la trémie en position longitudinale sur le châssis du semoir qui dans ce cas est semi-porté, comme une remorque.



Le même semoir HORSCH Sprinter, en configuration trainé ou porté avec une trémie frontale.



Enfin, les éléments semeurs peuvent être davantage espacés les uns des autres.

Cela permet de les disposer sur trois rangées, ce qui améliore la capacité de travail en sol motteux.

Le gabarit routier n'est plus une limite : les descentes peuvent être plus nombreuses et disposés sur un bâti repliable d'une largeur de 4 ou 6 m voire plus, et qui ne dépasse pas 3,50 m au transport.

Les distributions à cellule doseuse unique sont aujourd'hui très appréciées pour leur simplicité et leur facilité d'étalonnage de la dose. De plus, ces systèmes peuvent être motorisés et asservis à une gestion électronique, ce qui les rend très fiables et particulièrement simples à utiliser.

Une variante de la distribution volumétrique centralisée correspond aux systèmes avec multidistribution. Cette configuration est notamment courante sur les semoirs à petites graines utilisés pour l'implantation de couverts végétaux ou de plantes compagnes. Dans ce cas, le tambour cannelé travaille en permanence sur toute sa largeur.

Le réglage du débit se fait alors en modifiant la vitesse de rotation du distributeur. Suivant les tailles de graines, il est aussi possible d'utiliser des tambours cannelés présentant des profils différents, le matériel étant généralement fourni avec un jeu de tambours adaptés aux graines couramment utilisées par l'agriculteur.



Des tambours adaptés aux tailles des graines.

Distribution monograine :

Ce système de distribution est conçu de façon à :

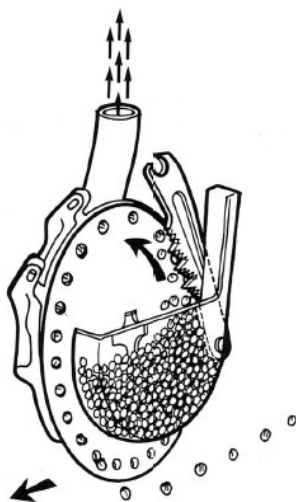
- Extraire une par une les graines de la trémie ;
- Les répartir à intervalle constant sur le rang en toutes conditions de travail (vitesse, pente, taille de graine,...).

Les distributions entièrement mécaniques sont aujourd'hui devenues rares. On parle couramment de semoir monograine pneumatique. Toutefois, le système de sélection des graines est en réalité mécanique assisté pneumatiquement, généralement par dépression.

Dans les cas les plus courants, chaque élément semeur possède sa propre trémie, et chaque trémie possède sa propre distribution reposant sur un disque entraîné en rotation mécaniquement ou électriquement.

Sur sa périphérie, chaque disque est percé de trous dont le diamètre est en rapport avec la taille de la graine à semer. Les graines s'écoulent de la trémie vers l'une des faces du disque.

Elles sont alors plaquées une par une sur les trous, l'autre face du disque étant maintenue en dépression par le biais d'un dispositif animé par une turbine. Sur une courte distance, la partie inférieure du disque n'est pas maintenue en dépression. Lorsque la graine arrive dans cette zone, elle tombe naturellement du disque dans une descente qui l'amène vers le dispositif de mise en terre.



Principe d'une distribution monograine pneumatique à dépression
(source ITCF)

Pour éviter que la graine ne rebondisse sur le sol et que la précision de la répartition ne soit faussée, la hauteur de chute est généralement faible. Dans le cas contraire, un dispositif est prévu pour que la graine arrive au sol à une vitesse quasiment nulle.

Un certain nombre de variantes existent, avec des distributions multiples, des transports pneumatiques sur des distances relativement longues, des assistances par pression et non par dépression ou bien encore des configurations de disques de natures variables.

Toutefois, quelques soient les choix techniques des constructeurs, les grands principes de fonctionnement restent assez similaires avec un distributeur rotatif qui saisit les graines une par une à la sortie de la trémie pour les libérer à un endroit précis par la suite.

Chaque rang possède la plupart du temps sa distribution propre, ce qui multiplie le nombre de pièces mécaniques et augmente de façon notable le coût de ce type de machine.

S'il est en théorie possible de semer n'importe quel type de culture avec un semoir monograine dans la mesure où l'on dispose des disques adaptés et d'un nombre suffisant d'éléments semeurs, ce type de machine est toutefois réservé à des semences chères (en particulier des semences hybrides) implantées à des écartements importants (maïs, betterave, tournesol, pois, etc...).



Semoir monograine pneumatique
(source MONOSEM)

Les organes de mise en terre

Les organes de mise en terre ont pour rôle de créer un sillon à une profondeur déterminée afin de recevoir la graine provenant de la distribution. Les différences sont sensibles entre les semoirs traditionnels destinés à travailler derrière un lit de semence finement préparé et les semoirs destinés à implanter une culture dans un sol peu ou pas travaillé, voire dans un couvert végétal vivant.

Avant d'aborder la description des différents types d'éléments semeurs, il est important d'évoquer le lien entre contrôle de la profondeur de semis et pression au sol des éléments semeurs.

En effet, quel que soit la solution technique retenue, le sol aura tendance à s'opposer à la pénétration de l'élément semeur et à le repousser vers le haut.

Ce phénomène sera d'autant plus sensible dans deux situations :

- Lorsque le sol est dur, ce qui est le cas quand il n'a pas ou peu été travaillé ;
- Lorsque la vitesse de travail est élevée, ce qui va amener l'élément semeur à « flotter » au-dessus de la profondeur de travail qui lui est assignée.

Pour compenser ce phénomène et conserver une profondeur de semis régulière, la pression exercée par les éléments semeurs sur le sol devra être d'autant plus élevée que le semoir est conçu pour travailler dans un sol dur et/ou à une vitesse élevée.

En contrepartie, un système limitant la profondeur de travail aura pour rôle d'empêcher que l'élément semeur ne « s'enterre » trop lorsque les conditions de travail deviennent localement plus favorables.

De ce point de vue, il est possible de distinguer schématiquement trois grands cas de figure :

- le **Semis Traditionnel** dans un lit de semence finement préparé ;
- le semis derrière **Techniques Culturelles Simplifiées** ;
- le **Semis Direct**.

Dans la pratique, la cinématique des semoirs et les possibilités de réglage de la pression au sol leur permettent généralement de s'adapter à des situations différentes. Certains outils possèdent même une grande polyvalence.

	Semis traditionnel	TCS (Techniques Culturelles Simplifiées)	SD (Semis Direct)
Travail du sol	Terre fine ; lit de semence hersé	Travail superficiel	Sol non travaillé + présence de végétaux
Pression maxi des éléments semeurs	Environ 25 kg	Autour de 100 kg	Supérieur à 200 kg

Technique et conditions de travail : quelques repères

Les sabots ou socs :

Ce système était très répandu sur les semoirs traditionnels destinés à travailler sur un lit de semence finement préparé derrière labour et sans présence de débris végétaux en surface. Simple et bon marché, il permettait dans ces conditions d'obtenir un bon contrôle de la Profondeur de semis. Il a été associé aussi bien à des distributions volumétriques qu'à des distributions monograines.

Des variantes existent, permettant de semer en bandes ou en lignes doubles. Il existe aussi des socs dits « piocheurs » adaptés aux sols plus durs ou plus motteux ou pouvant être utilisés en sols caillouteux.

De part sa conception, il est difficile d'associer un sabot à une pression au sol élevée : l'élément semeur est trainant et d'un profil non agressif. Les outils équipés de ce système se cantonnent donc au semis « traditionnel », avec une pression maximum de l'ordre de 25 à 30 Kg. Ils ont progressivement été remplacés par des systèmes à disques, qui sur les semoirs traditionnels, ont notamment permis d'augmenter la vitesse de travail.



Sabot sur semoir à céréales SULKY

Les disques :

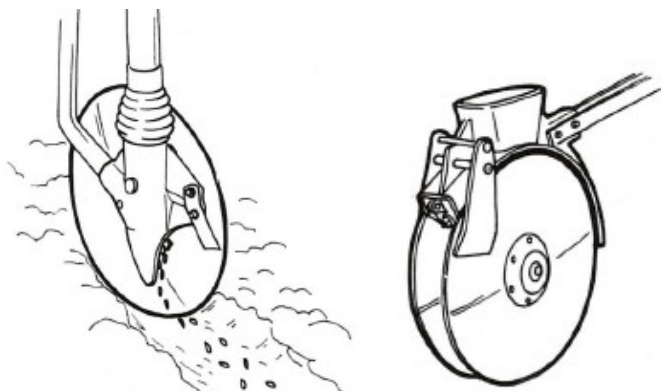
Dans ce cas, le sillon est ouvert :

- Soit par un seul disque, dans ce cas la graine arrive contre celui-ci avant de tomber au sol, en restant protégée par un petit couteur qui reste au contact du disque.
- Soit par deux disques montés en biseau, la graine venant tomber au milieu. Ce système est techniquement plus performant mais plus cher à fabriquer.

Plus lourds et plus pénétrants que les sabots, les disques auront tendance à s'enterrer davantage sur un sol très meuble et à vitesse faible.

Par contre, ils permettent d'augmenter la vitesse de travail tout en conservant un contrôle de profondeur satisfaisant. Ils sont également mieux adaptés aux lits de semence encombrés de débris végétaux en surface ou préparés sommairement et d'une façon générale chaque fois qu'il y a risque de bourrage, le disque jouant le rôle de chasse débris.

En sols caillouteux, ils présentent l'inconvénient de rouler sur les pierres plates sans les déplacer, laissant ainsi des grains en surface.



Disque simple

Disque double

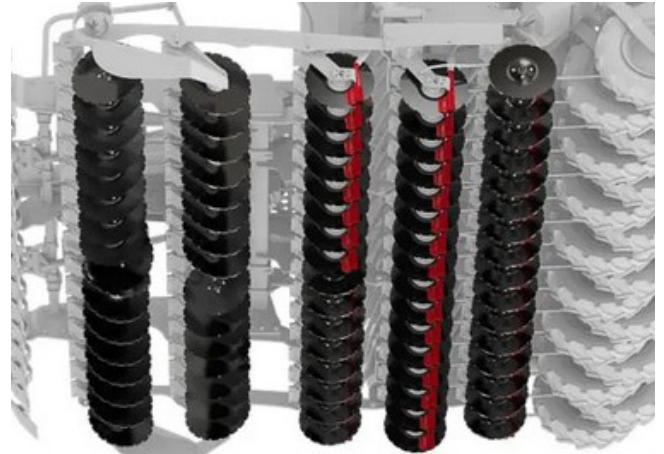
Les disques sont aujourd'hui très courants sur les **semoirs traditionnels**, derrière une préparation du sol fine avec une **pression au sol faible**. Ils ont ainsi accompagné l'augmentation de puissance des tracteurs en permettant un débit de chantier plus élevé sans dégrader la qualité du semis.

De par leur profil, les disques sont également bien adaptés à une augmentation de la pression au sol. Ils sont par conséquent courant sur les semoirs adaptés aux **TCS** destinés à intervenir

sur des sols travaillés sommairement, présentant des mottes et des débris en surface.

Les éléments semeurs sont alors conçus pour exercer une **pression au sol de 80 à 160 Kg** suivant les modèles et les marques.

Les outils destinés à ce genre de travail sont généralement complétés à l'avant des organes de mise en terre, par des trains de disques spécifiques qui effectuent un travail du sol superficiel et produisent de la terre fine sur une bande étroite afin de préparer le travail des éléments semeurs proprement dits.



Disposition des disques de travail du sol et des disques de semis sur semoir Väderstad Rapid

Enfin, les disques sont une des deux solutions qui existent en **Semis Direct**, sur des sols n'ayant fait l'objet d'aucun travail avant le semis.

Dans ce cas, les éléments semeurs sont conçus pour permettre une **pression au sol maximale supérieure à 200 Kg** afin de pouvoir être en mesure placer la graine à la bonne profondeur dans n'importe quelle situation.

Pour améliorer leur pénétration dans le sol, les disques semeurs des semoirs de semis direct sont parfois crénelés.



Disque semez crénelé sur semoir Maschio-Gaspardo

Un diamètre plus important leur confère également un meilleur pouvoir de pénétration tout en rendant l'outil moins « tirant ». Sur ce type de machine, les disques semeurs peuvent aussi être précédés de disques ouvreurs gaufrés destinés d'une part à ouvrir un sillon étroit, et d'autre part à produire de la terre fine dans laquelle sera placée la graine.



Disque gaufré à l'avant des disques semeurs

Aujourd'hui, les éléments semeurs à disques sont très répandus, aussi bien sur des semoirs conventionnels que sur des outils de TCS ou de Semis Direct.

Ce succès est dû à une bonne régularité de semis dans les conditions de travail actuelles (avec en particulier la recherche de vitesses de travail élevées), ainsi qu'à une simplicité de réglage et d'utilisation.

Ce système a néanmoins ses défauts. Outre un prix de fabrication élevé, en raison du nombre de pièces (un a deux disques forgés, roulements, paliers, etc...), l'usure, bien que plus lente que sur d'autres systèmes, en diminue significativement l'efficacité lorsqu'elle est présente. Le coût de remise en état est aussi relativement élevé.

En conditions humides, le disque a tendance à lisser le sillon, créant ainsi une situation défavorable à la germination.

Enfin, si les disques ne sont pas sensibles aux bourrages dans le cas des semoirs traditionnels et des semoirs de TCS, la situation est différente en ce qui concerne les Semis Directs. Ainsi, dans les situations présentant des débris végétaux plaqués au sol, en particulier derrière moisson, la conception de ces semoirs pour lesquels les éléments semeurs interviennent directement, sans aucun travail du sol préalable, ne permet pas aux disques d'écarter ef-

ficacement les débris. Une partie de ces fragments végétaux se trouve ainsi pincée par les disques et plaqués au fond du sillon.

Si une graine est placée contre un de ceux-ci, le contact terre-graine se fait mal et la germination est perturbée.

Pour cette raison, certains semoirs sont équipés de chasse-débris en étoile devant les éléments semeurs.

D'une façon générale, en semis direct sur couvert végétal, les semoirs à disques sont préférentiellement utilisés sur des couverts vivants. Dans le cas de semis après récolte avec des débris abondants et un sol non travaillé, on préférera intervenir avec un semoir à dents.



Le disque peut pincer un débris au fond du sillon



La dent crée de la terre fine et laisse les débris en surface

Les dents :

Avec ce système, le sillon est ouvert par une dent derrière laquelle est fixé un tube qui amène la graine au sol. Cette dent est la plupart du temps vibrante, ce qui favorise la production d'un flux de terre fine qui retombe dans le sillon avec la graine. En produisant beaucoup de terre fine, ce système est favorable à une bonne germination. De plus, il est moins sensible aux conditions d'humidité que les disques.

Les premiers modèles de semoirs de ce type étaient montés en reprenant des éléments de cultivateurs ou de vibroculteurs. Les pointes de socs montées sur ces dents pouvaient être relativement larges (autour de 60 mm). Elles produisaient beaucoup de terre fine favorable à une bonne germination de la culture, mais également à bon nombre de graines d'adventices présentes dans la largeur du sillon. Ce défaut majeur des semoirs à dents a été progressivement corrigé en réduisant la largeur des dents.

Aujourd'hui, l'offre des constructeurs est principalement orientée vers :

- Des outils reprenant des éléments de vibro-culteurs ou de vibro-déchaumeurs avec des pointes d'une largeur de l'ordre de 35 mm destinés principalement au semis simplifié de céréales. Ces outils sont simples, bon marché et permettent un débit de chantier important. Le manque de précision sur la profondeur de semis peut être compensé par un surdosage dans le cas de semences bon marché comme par exemple celles de céréales autoproduites.
- Des outils équipés de dents fines d'une largeur de 10 à 20 mm générant une très faible perturbation du sol. Dans ce cas, le sillon de semis peut même être moins large qu'avec certains outils à disque. Ces outils sont plus sophistiqués que les précédents et généralement associés à des systèmes de contrôle de la profondeur de travail qui les rend plus précis.



Différents profils de dents pour semis direct

La conception relativement simple de ce type d'outil a permis d'orienter l'offre vers des semoirs soit entièrement portés, soit vers des outils intégrant une trémie portée à l'avant du tracteur et associée à un transport pneumatique vers les éléments semeurs à l'arrière.

Aucun système de semis à dent n'est associé à une distribution monograine.

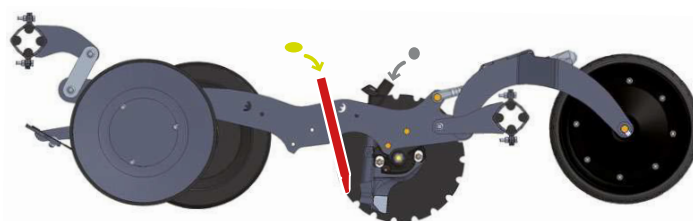
Les dispositifs de contrôle de la profondeur :

Qu'il s'agisse de sabot, de disque ou de dent, le profil de l'organe de mise en terre et la pression qui lui est affectée, ont pour rôle de garantir une profondeur minimum de dépôt de la graine tout au long du chantier de semis. Un réglage de la pression au sol des éléments semeurs est généralement possible. Il est déterminé en fonction de la nature du sol de la parcelle à travailler.

Néanmoins, les hétérogénéités de sol qui peuvent se rencontrer au sein de la parcelle peuvent conduire à enterrer les graines au-delà de la profondeur souhaitée. Les organes de mise en terre sont donc la plupart du temps complétés par des dispositifs de contrôle de profondeur. C'est en particulier le cas pour les semoirs monograins qui sont conçus pour être le plus précis possible. C'est aussi le cas pour les semoirs de TCS et de Semis Direct conçus pour travailler dans des conditions aléatoires et avec une très forte pression au sol.

Des patins pouvaient ainsi être adaptés sur les sabots. Il est ensuite apparu des roues de jauge situées à l'avant des organes de mise en terre et complétées à l'arrière par les roues de fermeture.

Ce système, d'abord utilisé sur les semoirs monograine et a été repris sur les outils de semis direct. Il a aujourd'hui été massivement remplacé par un système apparu aux Etats-Unis dans les années 70 et pour lequel la profondeur est contrôlée par des roues situées à côté des disques semeurs. Il permet un meilleur contrôle de la profondeur en terrain irrégulier ou en cas d'obstacle et à des vitesses de travail élevées. Il est donc mieux adapté aux conditions de travail actuelles.



Contrôle de la profondeur de semis sur semoir SKY Easydrill



Contrôle de la profondeur de semis « à l'américaine » sur semoir monograine Monosem NG

Ces roues de jauge sont conçues d'une façon particulière : La pression au sol ne s'exerce pas directement contre le disque, le profil de la roue n'appuie pas sur les parois du sillon, le bandage de la roue (généralement en caoutchouc) vient plaquer contre le disque et joue le rôle de décrotteur.



Contrôle de la profondeur de semis « à l'américaine » sur semoir Maschio Gaspardo

Les dispositifs de recouvrement et de rappui :

A la suite du travail de l'élément semeur, la graine se trouve dans un sillon, à la bonne profondeur, à la bonne distance de la graine suivante et de la graine précédente, et entourée de terre fine. Toutefois, suivant les configurations, le sillon est plus ou moins bien refermé et la terre fine plus ou moins en contact avec la graine. Une dernière opération est à réaliser afin de recouvrir complètement la graine et lui assurer un contact étroit avec la terre fine de façon à garantir sa ré-humectation rapide et dans les meilleures conditions.

La plupart des semoirs, toutes catégories confondues, sont donc équipés de herse de

nature et de forme variable, destinées à refermer le travail et à assurer un nivellement du sol. La herse est assez souvent associée à un système de rappui constitué soit par un rouleau travaillant en plein, soit par un jeu de roues assurant la fermeture du sillon et le plaquage de la graine au fond de celui-ci.

On rencontre parfois des dispositifs originaux, comme par exemple, une chaîne marine traînant derrière le semoir en complétant nivellement et production de terre-fine.



Roues de rappui et herse derrière des disques semeurs (source HORSCH)

La préparation du lit de semence :

La plupart des matériels intègrent des outils de préparation du lit de semence, permettant de réaliser plusieurs opérations en un seul passage. Ces équipements ne font pas à proprement parler partie du semoir mais lui sont associés de façon plus ou moins étroite. Assez souvent, ils sont intégrés au sein du même châssis. C'est le cas des herse rotatives ou alternatives combinées depuis déjà longtemps aux **semoirs traditionnels**, aussi bien pour l'implantation de céréales que pour les cultures semées au monograine.

En ce qui concerne les matériels destinés à intervenir dans un itinéraire de **Technique Culturelle Simplifiée**, les semoirs à disques intègrent quasiment tous des outils de travail du sol travaillant à la façon d'un Déchaumeur à Disques Indépendants mais destinés à travailler des bandes dans lesquelles sera semée la culture. Ces systèmes sont souvent associés à des rouleaux de rappui. Ils permettent de réaliser en un seul passage : la préparation du lit de semences, le nivellement, le rappui et le semis.

Cinématique du semoir VADERSTAD Rapid



Les Semis Direct à disques intègrent parfois des disques ouvreurs destinés non seulement à démarrer le sillon pour les disques semeurs, mais aussi à produire de la terre fine (on parle parfois de « triples disques »). Certains outils à dents sont également associés à des disques ouvreurs. Ici aussi, on peut parler de préparation du lit de semence.



Des disques ouvreurs gaufrés précèdent les disques semeurs (semoir Great Plains 3P1006NT)

IV - Le cas particulier du semis à la volée

Dans ce cas, les graines sont déposées au sol sans système de mise en terre. Cette opération peut être réalisée avec un épandeur centrifuge destiné à semer de l'engrais. Il existe également des matériels spécifiques qui fonctionnent soit avec un principe d'épandage centrifuge, soit avec une distribution volumétrique associée à un transport pneumatique.



Semoir centrifuge Delimbe monté sur un quad

beaucoup plus importante. De part l'absence d'organes de mise en terre, ces systèmes sont plutôt réservés à des petites graines (voire à d'autres produits comme des granulés anti-limace ou de l'engrais). Par conséquent, les cuves sont de taille réduite. Ce type de semoir est généralement adapté en complément d'un outil de travail du sol qui assure la production de terre fine et le contact terre-graine, par exemple : herse étrille, déchaumeur à dents ou à disques, rouleau. Un semoir à la volée peut également être monté en complément d'un outil de semis classique, c'est notamment le cas sur de nombreux semoirs de Semis Direct. L'adaptation peut être proposée par le fabricant ou réalisée en autoconstruction. Quelques rares outils sont conçus autour d'un semoir à la volée, c'est par exemple le cas des semoirs Gütthler, principalement destinés à l'implantation de prairies et de couverts végétaux.



Semoir APV à transport pneumatique monté sur un déchaumeur

Les systèmes centrifuges sont limités à quelques mètres. Le transport pneumatique permet quant à lui de travailler sur une largeur



Le semoir Gütthler intègre un semoir à la volée autour d'un ensemble de travail superficiel (barre nivelleuse, herse, rouleau « pieds de moutons »).

V - Les semoirs à disques inclinés, une troisième voie entre dents et disques

Face aux défauts des dents, qui produisent beaucoup de terre fine mais ont tendance à provoquer des levées d'adventices non souhaitées et aux disques qui présentent le défaut de générer facilement des lissages en conditions humides avec parfois une mauvaise fermeture du sillon, le disque incliné, apporte en principe une réponse technique intéressante.

Le disque incliné a la particularité d'avoir un **angle d'entrure**, c'est-à-dire d'entrer dans le sol avec un angle par rapport à la verticale, en plus de présenter un **angle d'attaque** par rapport au sens d'avancement. Cette configuration provoque la découpe d'une bande de terre en biseau, qui ne se détache pas et retombe derrière le disque. Le sillon se referme par gravité, sans recours à des forces excessives.

En théorie, le disque incliné diminue les problèmes de fermeture du sillon, ne crée pas

de terre fine en surface mais en produit suffisamment autour de la graine et assure un bon contact terre-graine tout en nécessitant moins de pression qu'un disque droit classique. Il n'aurait donc que des avantages.

Apparus dans les années 1990, ces semoirs n'occupent toutefois pas aujourd'hui une place prépondérante. À l'usage, il ne ressort en effet pas d'incidence significative de ce choix technique sur le taux de levée ni sur le rendement final des cultures.

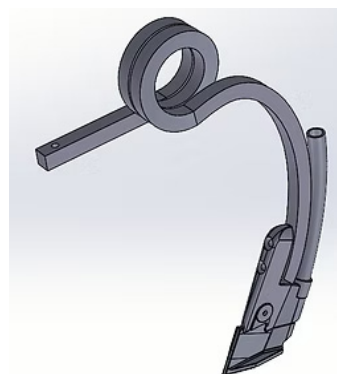


Le principe de travail du disque incliné

VI - Les semoirs à dent en T inversé : une variante intéressante

Portée en particulier par la marque SIMTECH, cette technique repose sur une pointe en forme de T « inversé » ($\perp$) portée par une dent vibrante « queue de cochon ». La graine est déposée à la base du sillon, sur une surface ferme qui favorise le contact avec l'humidité remontant par capillarité. La vibration de la dent crée de la terre fine qui retombe sur la graine. Les côtés du sillon s'affaissent, mais celui-ci reste légèrement ouvert. L'environnement qui en résulte est très favorable car le sillon laisse pénétrer la lumière, capture puis retient l'humidité. Simple et efficace, le semoir SIMTECH est par ailleurs associé à une distribution originale reposant

non pas sur des cannelures ou des ergots mais sur des disques en mousse particulièrement bien adaptés au semis de mélanges de graines de taille différentes.



Dent Simtech avec pointe en T inversé

VII - Pourquoi sème-t-on le maïs à 75 cm ?

Le semoir monograine est utilisé pour des plantes semées à des écartements supérieurs à 40 cm et pour lesquels la concurrence par rapport à l'accès à la lumière est un élément déterminant du rendement. C'est notamment le cas pour le maïs. Historiquement, cette culture s'est développée à partir des États-Unis où les rangs étaient semés à 36 pouces (91 cm) pour permettre le passage d'un cheval pour le binage. Cet écartement a ensuite été réduit à 30 pouces (76 cm) dans les années 70, lorsque le désherbage mécanique a progressivement

été remplacé par du désherbage chimique. Aujourd'hui, certains réfléchissent à réduire encore les écartements de semis (idéalement, pour 100 000 pieds/ha, la distance entre chaque pied devrait être de 33.3 cm en tous sens). Toutefois le matériel agricole et la génétique des variétés étant adaptés à un écartement de 75 cm, le changement n'est pas simple, et pas forcément concluant. Plusieurs essais conduits par Arvalis concluent à une faible incidence des écartements de semis sur le rendement final, en grain comme en ensilage.

VIII - Semer dans les pierres, un défi !

Le disque est en théorie mal adapté au semis en sols caillouteux. En effet, face à une pierre, il aura tendance à rouler par-dessus en laissant des grains en surface et en créant des « manques ». La dent a au contraire la capacité à écarter les obstacles en déposant une graine à la bonne profondeur « quoi qu'il arrive ». De ce point de vue, les semoirs à dent seraient donc mieux adaptés aux sols caillouteux... Et pourtant ils ont la mauvaise réputation de « sortir les pierres », comme d'ailleurs tous les autres outils à dents. La bonne réponse n'est certainement pas de ne rien semer à chaque endroit où se trouve une pierre. La présence de pierres

peut être traitée comme une contrainte naturelle de la parcelle, de la même façon qu'un taux d'argile élevé qui limite les périodes de travail, ou un sol très sableux qui est sensible au sec et usant pour les outils. Dans le cas d'un semis à quelques centimètres de profondeur, ce qui est le cas le plus fréquent, le problème peut la plupart du temps être traité par un passage de rouleau. Si nécessaire, on pourra au préalable broyer les pierres pour les amener à une taille raisonnable. Une réflexion autour du travail du sol peut aussi s'avérer utile pour éviter de remonter régulièrement des pierres en surface.

IX - Choisir son semoir : quelques éléments à prendre en compte

En Semis Traditionnel

Les **semoirs à sabots** sont simples et bon marché mais nécessitent un sol finement travaillé et une vitesse de travail pas trop élevée. De plus leur conception limite la taille de la trémie et la largeur de travail (en général, 3m).

Les **semoirs à disques** sont adaptés à une vitesse de travail plus élevée et tolèrent une préparation du sol un peu moins soignée qu'avec des sabots. Ils peuvent être associés à une distribution à transport pneumatique qui permet de s'affranchir de la largeur de travail, de disposer les éléments semeurs sur plusieurs rangées ainsi que d'une trémie accessible et de grande capacité.

En TCS

Les semoirs dédiés aux Techniques Culturelles Simplifiées sont généralement des machines qui intègrent un travail du sol superficiel et le semis. Leur conception est assez proche d'un modèle à l'autre. Les deux fonctions de travail du sol et de semis sont assurées chacune par des disques aux caractéristiques spécifiques.

Ils peuvent ainsi permettre d'implanter une culture dans un sol travaillé très grossièrement et à une vitesse relativement élevée. Ils offrent également une grande polyvalence leur permettant de déborder sur les domaines du Semis Traditionnel à grande vitesse, mais aussi du Semis Direct.

En Semis Direct

Deux systèmes s'affrontent : les **semoirs à dent** et les **semoirs à disques**. Le tableau suivant apporte quelques éléments de comparaison.

Critère	Semoir à dents	Semoir à disques
Principe de fonctionnement & rôle en semis direct	Ouvre le sillon en remuant plus de terre ; simplicité et coût réduit. Nécessite peignes et/ou roulette de rappui pour contact sol-graine.	Coupe les résidus, travaille peu le sol, vise un bon contact sol-graine avec une profondeur régulière ; différentes combinaisons de disques selon contexte.
Qualité de mise en terre	Profondeur parfois moins régulière si dents sur châssis fixe ; améliorable avec contrôle indépendant (parallélogramme, bras long, roue de jauge pour chaque rang).	Profondeur plus régulière grâce aux roues de jauge latérales (notamment en double disque). Fermeture/rappui optimisés par roulettes dédiées.

Critère	Semoir à dents	Semoir à disques
Impact sur le sol & adventices	Bouleverse davantage le sol → risque de levée d'adventices ; préférer dents fines ≤15 mm pour éviter de remuer trop de terre.	Moins de terre remuée ; attention au lissage/tassement du sillon en conditions humides.
Gestion des résidus/couverts	Exiger grand débattement sous bâti (70–90 cm) et espacement des dents pour les gros couverts : limite les problèmes « d'effet rateau ». Plus performant si résidus de récolte non broyés ou mal dégradés.	Les disques coupent mieux les résidus verts et les plantes vivantes. Ils sont plus performants en l'absence de pailles couchées au sol, ou si les pailles sont sèches et se coupent bien. Ils ne sont pas assez tranchants si la paille est molle et humide.
Organes de mise en terre et adaptation aux sols	Terre argileuse et/ou sèche : meilleure pénétration de la dent (semis de fin d'été derrière récolte). Usure plus rapide que les disques en sol sableux	En terres légères, peu de terre déplacée, moins de risque de levées d'adventices. En terres argileuses ou limoneuses, lissage et mauvaise fermeture du sillon si humide.
Présence de pierres	La dent « décale » les pierres. En présence de petites pierres, elle ne crée pas de « manques », le semis est plus régulier. En présence de grosses pierres, elle contribue à les remonter en surface.	Les disques ne remontent pas les grosses pierres à la surface, mais créent des « manques ». Le problème des pierres doit être réglé d'une autre façon que par le choix du semoir.
Configurations courantes	Dents élastiques vibrantes + pointes spécifiques ; dents rigides + terrage focé. Eventuellement disque ouvreur ; roulette de rappui ; rangée de peignes. Possibilité d'autoconstruction.	Mono disque (disque trancheur + coute ; roulettes de rappui/fermeture), double disque (V + roues de jauge latérales), triple disques (disque trancheur + double disques), disques inclinés (crênelé + lisse). Options : roues de fermeture, rangée de peignes.
Puissance & consommation	En général plus léger (donc besoin de puissance moindre à largeur équivalente).	≈ 20 ch/m de largeur ; consommation ~4–6 L/ha en largeur 3 m. Les systèmes à double train de disques demandent plus de puissance.
Poids & compaction	Moins lourd ; impact moindre (mais dépend des conditions).	Plus large = plus lourd → risque accru sur structure en conditions humides ; tracteur plus puissant donc plus lourd.
Vitesse de travail	Faible : maintenir vitesse modérée pour régularité de profondeur et limiter projection de terre favorables aux adventices.	Vitesse typique 4–12 km/h (jusqu'à ~12 km/h en bonnes conditions). Trop vite = profondeur irrégulière + moins bon contact sol-graine.
Prix à l'achat	Bas. Possibilité d'autoconstruction.	Elevé. Plus de pièces, plus cher.
Maintenance	Pièces bon marché. Maintenance simple.	Pièces plus chères. Maintenance plus technique.

Semer plusieurs produits simultanément

Quel que soit le cas de figure retenu, semis traditionnel, semis en Techniques Culturelles Simplifiées ou Semis Direct. Il peut être opportun, voire indispensable de pouvoir semer plusieurs produits en même temps, traditionnellement le semis au monograinage était souvent accompagné d'un apport d'engrais starter ou d'anti-limace. Aujourd'hui, l'évolution des pratiques, notamment pour les partisans de l'Agriculture de Conservation des Sols, amène à vouloir semer en même temps des produits de nature différente.

Il est ainsi envisageable de semer en même temps : une culture principale, des plantes compagnes dont la taille des graines est sensiblement différente et un engrais, chacun à une profondeur différente et à une densité différente.

Le mélange de divers produits dans une même trémie présentant rapidement des limites techniques, l'idéal sera d'avoir au sein de la même machine autant de chaînes de semis que de produits à semer. On peut aussi choisir d'intervenir successivement avec des outils différents. Il s'agit d'un élément à prendre en compte lors du choix du semoir.

X - Implantation des cultures : réfléchir avant d'agir

L'évolution des techniques de travail, cherchant à limiter le travail du sol et à regrouper un maximum d'opération en un seul passage conduit à des combinaisons d'outils pouvant devenir complexes et dans lesquelles la fonction de semis devient un élément au sein d'un tout.

On rencontre notamment des combinaisons d'outils permettant de semer plusieurs produits différents à des profondeurs différentes, par exemple : une culture principale, une plante compagne et un engrais.

Plusieurs semoirs relevant ou non d'une conception similaire pourront être associés dans la même machine intégrant aussi des fonctions de travail du sol.

Qu'il s'agisse de l'outil ou de l'itinéraire technique, la fonction du semis n'est finalement qu'une étape au sein d'une succession d'opérations destinées à implanter une culture.

Il n'existe pas forcément qu'une seule façon d'arriver à un résultat satisfaisant, de même qu'il n'existe pas d'outil indispensable à la réussite.

La bonne connaissance des points clés (structure du sol, conditions de germination de la plante, concurrence possible avec les adventices potentiellement présentes), doit guider l'agriculteur dans le choix des outils disponibles et de leur réglage.

L'important c'est finalement de suivre un itinéraire dans lequel les opérations se succèdent d'une façon cohérente les unes par rapport aux autres et par rapport au but final recherché, notamment l'équilibre entre le coût et le rendement. C'est à cet objectif que doit répondre le choix des outils et leur réglage.

Bibliographie :

- Pierre BARTHELEMY, Denis BOISGONTIER, Pierre LAJOUX ; choisir les outils de semis ; ITCF ; 1989
- Choisir ses outils-du travail du sol à la récolte ; compilation d'articles parus dans « Perspectives Agricoles » ; ARVALIS ; 2004
- Agreenium, Le point sur... L'IMPLANTATION DES CULTURES ; dossier produit en partenariat avec l'Association française d'agronomie et Arvalis-Institut du végétal
- Document : Le guide technique pour bien choisir son outil, FDCUMA du Tarn, 2018
- Damine BRUN, Aurelie GEILLE, Sylvain BUREAU, Pascal BOILLET ; ARVALIS ; Semoir à disques inclinés – la nouvelle référence en matière de semis direct ? ; Perspectives Agricoles ; octobre 2018
- Page internet, agriculture-de-conservation.com/Quels-semoirs-SD-pour-quels-besoins
- Page internet, agriculture-de-conservation.com/La-technique-Aitchison
- Page internet, [tripleperformance.fr/wiki/Choisir son semoir de semis direct à dents ou à disques](http://tripleperformance.fr/wiki/Choisir_son_semoir_de_semis_direct_a_dents_ou_a_disques)
- Page internet, agro-league.com/blog/presentation-des-principaux-semoirs-a-disque-sur-le-marche
- Documentation constructeurs : SKY/Sulky ; Kuhn ; MONOSEM; Väderstad ; Horsch ; John-Deere ; Maschio-Gaspardo ; Great-Plains ; Güttler ; Delimbe ; APV.



Prototype de semoir - Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne - Station des Cormiers - 2016



CHAMBRE D'AGRICULTURE HAUTE-LOIRE

Chambre d'Agriculture de Haute-Loire
Service Agronomie Productions Végétales et Environnement
16 bd du Président Bertrand
43012 LE PUY-EN-VELAY

04 71 07 21 00
productionsvegetales@haute-loire.chambagri.fr



www.haute-loire.chambres-agriculture.fr