

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH ALGER

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES
AGRONOMIQUE

Département: Génie rural

Spécialité: Machinisme agricole

THEME

*Etude et conception d'un semoir pour
cultures maraîchères*

Présenté par: ZAATER Abdelmalek.

Soutenu le: 14/10/2010

Soutenu devant le jury:

Président : Mr HARTANI Tarek *Professeur à l'ENSA*
Directeur de thèse : Mr AMARA Mahfoud *Maître de conférences à l'ENSA*
Examineurs : Mr KACI Ferhat *Maître de conférences à l'ENSA*
 Mr BOUAZIZ Mohamed *Maître de conférences à l'ENP*
 Mr BAKEL Mohamed *Chargé de cours à l'ENSA*

Année universitaire: 2009/2010

Remerciements

Je tiens avant tout à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

Mes remerciements vont également à Mr AMARA M, Maître de conférences à l'ENSA d'avoir accepté de m'encadrer et pour son aide et son encouragement et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail, et aussi pour sa grande patience.

Je remercie Mr HARTANI Tarek, Professeur à l'ENSA d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je suis très sensible à la présence dans ce jury de Mr KACI Ferhat, Maître de conférences à l'ENSA, Mr BOUAZIZ Mohamed Maître de conférences à l'ENP, et Mr BAKEL Mohamed Chargé de cours à l'ENSA, que je remercie également pour leurs encouragements et pour avoir accepté de faire partie du jury.

Je n'oublierai pas l'aide de Mr LAOUN Abdelkader, directeur technique de MAGI de Rouiba pour sa contribution pour la réalisation de notre semoir. et je remercie aussi Mr YAHY MOHAMED DG de MAGI.

Merci aussi à tous mes collègues et amis du département technique en particulier et à tous mes collègues de MAGI Je leurs exprime ma profonde sympathie et leur souhaite beaucoup de bien.

Je remercie toute les enseignants et les travailleurs de département génie rurale, et toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je n'oublierai pas tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation.

Que tous ici reçoivent l'expression de ma profonde et sincère gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire en guise de reconnaissance à mon père et ma chère mère qui comptent beaucoup pour moi, et qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus universitaire. Et à mes frères Amara, Bachir, et surtout Slimane et mes sœurs chacune par son nom. Et mon petit neveu Saïd.

A ma fiancée qui m'aide beaucoup pour finaliser ce travail.

A mes défunts grand-père, mes oncles et surtout El-habib et Messaoud pour son aide cruciale, mes tantes, et mes cousins, et à toute la famille de Zaâter et Kheffach.

A mes amis les plus chers Sadek, Saïd, Hamoude, Baset, Lahcen, Imad. A mes amis les plus chers de MAGI, Ali, Mohamed, Khaled, Hamid, Rabeh, Samir. Et surtout mon chef Abdelkader.

A mes amis de l'INA. A toutes les personnes que je connais à l'INA. Et en fin a toutes mes connaissances.

Liste des figures

- ✚ **Figure 1** : Influence de profondeur de semis sur la levée.
- ✚ **Figure 2** : Lit de semences favorable a la germination.
- ✚ **Figure 3**: semi en sol humide, lit de germination peu profond.
- ✚ **Figure 4**: Action de l'élément d'enterrage.
- ✚ **Figure 5**: Action de l'organe de plombage.
- ✚ **Figure 6**: Fonctionnement de l'élément semeur.
- ✚ **Figure 7**: Disques d'enterrages.
- ✚ **Figure 8**: Roues tasseuses.
- ✚ **Figure 9**: Différents type de trémie.
- ✚ **Figure 10**: Multi trémie.
- ✚ **Figure 11**: Trémie centralisée.
- ✚ **Figure 12**: Cylindre à cannelure.
- ✚ **Figure 13**: Cylindre à ergot.
- ✚ **Figure 14**: Diviseur répartiteur.
- ✚ **Figure 15**: Multidistribution.
- ✚ **Figure 16**: Distribution mécanique à disque horizontal.
- ✚ **Figure 17**: Distribution mécanique à disque vertical à alvéoles et à échancrures
- ✚ **Figure 18**: Distribution mécanique à disque oblique.
- ✚ **Figure 19**: Distribution à dépression avec disque.
- ✚ **Figure 20**: Distribution à pression avec disque à alvéoles.
- ✚ **Figure 21**: Distribution à dépression avec disque et roue à ailettes.
- ✚ **Figure 22**: Différents types des socs semeurs.
- ✚ **Figure 23**: Différents types des disques semeurs
- ✚ **Figure 24** : Différents forme d'étrave.
- ✚ **Figure 25** : Disque ; soc et roue.
- ✚ **Figure 26** : Différents forme des dents.
- ✚ **Figure 27** : Poutre de semoir.
- ✚ **Figure 28** : Système d'attelage.
- ✚ **Figure 29** : Bloc roue.
- ✚ **Figure 30** : Trémie.
- ✚ **Figure 31**: Élément distributeur T1.
- ✚ **Figure 32**: Élément distributeur T2.

- ✚ **Figure 33:** Elément distributeur T3.
- ✚ **Figure 34:** Elément distributeur V1.
- ✚ **Figure 35:** Elément distributeur V2.
- ✚ **Figure 36:** Couvert de l'élément distributeur.
- ✚ **Figure 37:** Tube de descente.
- ✚ **Figure 38:** Soc de semis superficiel.
- ✚ **Figure 39:** Soc de semis moyen.
- ✚ **Figure 40:** Soc couvreur.
- ✚ **Figure 41:** Boite de distance.
- ✚ **Figure 42 :** Maillage triangulaire.
- ✚ **Figure 43:** Déformation (déplacement).
- ✚ **Figure 44 :** Contraintes normales (X).
- ✚ **Figure 45 :** Contraintes normales (Y).
- ✚ **Figure 46 :** Contrainte de cisaillement.
- ✚ **Figure 47 :** Contrainte de VON MISES.
- ✚ **Figure 48:** Déformation de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 49:** Pente de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 50:** Effort tranchant de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 51:** Moment fléchissant de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 52:** Contrainte normale de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 53:** Iso-contrainte normale de la poutre de semoir.
- ✚ **Figure 54 :** Maillage triangulaire.
- ✚ **Figure 55 :** Déformation (déplacement).
- ✚ **Figure 56 :** Contraintes normales (X).
- ✚ **Figure 57 :** Contraintes normales (Y).
- ✚ **Figure 58 :** Contraintes de cisaillement.
- ✚ **Figure 59 :** Contraintes de VON MISES.
- ✚ **Figure 60 :** Schéma cinématique.

Liste des tableaux

- ✚ **Tableau 1** : Tableau comparatif du prix de semoir monograines.
- ✚ **Tableau 2** : Facultés germinative de quelques espèces.
- ✚ **Tableau 3** : Vitesses et capacités de travail des semoirs.
- ✚ **Tableau 4** : les valeurs Max et Min de chaque contraintes (attelage).
- ✚ **Tableau 5** : les valeurs Max et Min de chaque contraintes (châssis).
- ✚ **Tableau 6** : les valeurs Max et Min de chaque contraintes (Bloc roue).
- ✚ **Tableau 7** : Nomenclature de semoir.
- ✚ **Tableau 8** : récapitulatifs matière.

Liste des photos

- ✚ **Photo 1** : Vue de profil, système d'attelage.
- ✚ **Photo 2** : Vue de face, système d'attelage.
- ✚ **Photo 3** : Vue d'arrière, système d'attelage.
- ✚ **Photo 4** : Vue dessus, bloc roue.
- ✚ **Photo 5** : Vue de profil, bloc roue.
- ✚ **Photo 6** : Vue de système régleur, bloc roue.
- ✚ **Photo 7** : Parallélogramme, élément semeur.
- ✚ **Photo 8** : Emplacement de parallélogramme sur châssis.
- ✚ **Photo 9** : Vue de face, attelage et bloc roue sur châssis.
- ✚ **Photo 10** : Vue de coté d'ensemble.

Introduction générale

Introduction générale

De tout temps, les agriculteurs et industriels en partenariat ont participé à la construction des nouvelles machines dans les domaines qui touchent à la production agricole. Parmi celles-ci nous citerons particulièrement les outils aratoires pour le travail de sol, les semoirs et planteuses, les pulvérisateurs pour le traitement des cultures et enfin les machines de récoltes.

Cependant, la conception et la fabrication d'une machine agricole doivent prendre en considération deux grands groupes de paramètres, le premier en relation directe avec les principes agronomiques, le second groupe est par contre purement technico-économique.

- Le groupe relatif aux principes agronomiques est lui-même composé de plusieurs autres paramètres comme l'adaptabilité de la machine aux conditions dans lesquelles elle sera utilisée, sa capacité de travail et sa simplicité d'utilisation avec des réglages faciles à effectuer.
- Le groupe technico-économique doit prendre en considération la faisabilité de la fabrication de la machine avec un prix de revient acceptable pour l'agriculteur.

La fabrication d'un nouveau produit, dans notre cas un semoir doit donc être raisonné pour satisfaire l'agriculteur. Le choix du semoir se justifie par son importance au niveau de l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture.

En effet l'invention du semoir a révolutionné les travaux de semis et a permis d'**augmenter considérablement les rendements**. Avant l'apparition de ce système mécanique, les graines étaient répandues sur le sol à la main et ne germaient qu'à la surface. La machine inventée par Jethro Tull a nettement amélioré cette opération agricole en permettant de creuser un trou à une profondeur spécifique, d'y déposer une graine et de recouvrir le tout. (*Jethro Tull est l'inventeur du semoir et est l'un des premiers agronomes. IL a vécu aux XVIIIème*). Ce premier modèle de semoir pouvait traiter trois rangées à la fois et a donc entraîné une augmentation immédiate du taux de germination et une augmentation des récoltes (pouvant aller **jusqu'à 800%**).

En Algérie, les semoirs sont importés et sont de plusieurs marques, et les prix sont souvent très élevés, les agriculteurs rencontrent aussi souvent des problèmes quant à leurs

utilisations d'une façon rationnelle, mauvais réglages et surtout un manque de régularité au niveau de l'entretien.

Le semis est une opération très importante de façon générale mais il l'est encore plus pour les cultures maraichères, vu les exigences de ces cultures. Leur semis nécessite des soins particuliers, car les graines des légumes maraîchers ont des exigences qui varient suivant l'espèce et surtout pour les petites graines.

Dans le cas de semis dense nous avons la compétition entre les plantes et leur grossissement est compromis (cas de fenouil), on sera donc obligé d'éclaircir. Dans le cas des carottes, les plantes seront déformées et leur valeur commerciale sera dépréciée. Si le semis est trop clair, on n'aura pas assez de plants. Nous concluons donc que le semis est une opération culturale très importante pour le développement de la culture et par conséquent le semis affecte directement le rendement des cultures.

On a plusieurs constructeurs étrangers qui fabriquent des semoirs monograines de précision, et surtout pour les cultures maraichères, parmi ces constructeurs nous citerons AMAZONE, RIBOULEAN MONOSEM, GASPARDO, KHUN....etc. Et on trouve des semoirs spécifiques pour une seule culture comme le semoir MONOSEM pour l'oignon, ou le semoir GASPARDO pour les petites graines. Mais le problème de ces semoirs c'est leurs prix qui sont très élevés et surtout pour certaines marques.

Avec les situations financières de nos agriculteurs et notre politique agricole qui est perturbée, l'agriculteur se trouve lui-même incapable d'acheter un semoir avec les prix pratiqués. A titre d'exemple, un ordre de grandeur de ces prix est mentionné dans le tableau 1.

Tableau 1: Tableau comparatif du prix de semoir monograines

Marque	Largeur de travail (m)	Prix (€)
AMAZONE	4.5 - 6	15 000 - 27 000
GASPARDO	4.5 - 6	8 000 - 12 000
MONOSEM	4.5 - 6	10 000 - 22 000

Donc à partir de toutes ces constatations nous avons proposé une conception d'un semoir mono graine qui prend en considération les points suivants:

- La facilité de conception avec les moyens existants

- Simplicité de fonctionnement de semoir (transmission et distribution)
- Coût de revient faible par rapport aux semoirs existant sur le marché algérien
- En fin il faut adapter les organes de semoir à la fabrication en série et avoir la possibilité de la réalisation.

Avant de commencer la conception du semoir en question, il nous a semblé nécessaire de rappeler en première partie bibliographique :

- Positions du semis dans l'itinéraire technique de la mise en place d'une culture
- Importance du semis et ses exigences pour un bon développement de la culture
- Caractéristiques d'un bon semis

Ensuite nous nous intéresserons au moyen utilisé pour le semis, c'est-à-dire le semoir. Au niveau de cette partie l'intérêt sera porté sur la description des différents organes qui le composent un semoir et sur le principe de son fonctionnement.

En deuxième partie relative à la conception du semoir, nous commencerons tout d'abord par rappeler les principes fondamentaux et surtout les différentes étapes de la fabrication d'un semoir. Et nous aborderons par la suite la conception et fabrication d'un semoir mono graines pour les cultures maraîchères.

Etude Bibliographique

1. Position du semis dans l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture maraîchère

1.1. Généralités pour la mise en place d'une culture

La mise en place d'une culture est composée de plusieurs étapes pour assurer sa réussite.

Les deux grandes étapes de l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture, sont en général:

- ✓ Plantation de culture, du labour au semis. C'est une phase primordiale dans l'élaboration du rendement.
- ✓ Le suivi et la protection de culture jusqu'à la récolte.

Nous nous intéresserons à la phase de plantation, qui est une étape fondamentale pour la culture. Cette étape est elle-même composée de plusieurs phases reproduites ci-dessous :

- 1- **Déchaumage:** Les pailles auront peu de temps d'évoluer avant le labour. Un déchaumage soigné permettra leur bonne incorporation et déchiquetage des résidus du précédent cultural.
- 2- **Labour:** Qui est destiné à régénérer la structure du sol et à enfouir les résidus végétaux, par le retournement de la bande de terre avec la charrue à socs.
- 3- **Préparation superficielle:** elle est effectuée par trois opérations principales.
 - Un roulage par les rouleaux, pour briser les grandes mottes.
 - Une reprise par les outils à dents ou par herse rotative pour préparer le lit de semence.
 - Ameublir et niveler le sol par un passage de herse ou un outil à dents flexibles.
- 4- **Semis:** C'est l'étape la plus décisive pour la réussite des cultures et des rendements. Le semis consiste à déposer les semences en terre dans des conditions favorables à la germination et au développement de la plantule.

Le semis, est la phase intermédiaire entre l'état de dormances de la graine, et l'état végétatif de production. Donc la réussite d'un semis est jugée par la régularité du

peuplement, qui est lui-même influencé par le mode de semis (profondeur, écartement entre les graines et espacement entre les lignes) et surtout la date de semis.

Les cultures maraîchères comme toutes les autres cultures, exigent un certain nombre d'opérations pour leur mise en place et ce avec beaucoup plus de précautions pour les cultures maraîchères car les graines sont souvent très petites.

1.2. Les principales précautions et étapes de l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture maraîchère

La phase de plantation est en effet une étape fondamentale dans les cultures maraîchères qui ont des graines très petites et ce plus que les autres cultures où les graines sont de tailles un peu plus importantes. A travers les dynamiques de levée et la mise en place du couvert végétal, cette phase a des conséquences importantes sur le développement et la croissance de la culture. De nombreux facteurs viennent influencer la levée et la croissance de la culture. Les principaux facteurs sont :

- ***La taille des semences et leur qualité*** sont très variables, ce qui se traduit par une levée plus rapide des plantules issues de grosses semences par rapport à celles provenant de plus petites dans la même culture. Une semence propre est un facteur indispensable pour éviter une infestation en mauvaises herbes, ce qui éviterait des traitements en herbicides nocifs pour le sol et pour la culture pratiquée.
- ***Les techniques culturales*** utilisées par l'agriculteur agissent également sur la phase d'implantation (homogénéité de la population...), à travers les choix, des dates d'intervention, le mode de préparation des sols, les réglages de semoirs (profondeur de semis, et écartement...).
- ***Les conditions du sol*** et en particulier les caractéristiques de l'environnement du lit de semences (humidité, température et structure). Ils doivent être optimales pour permettre une bonne humectation de la graine, pour une bonne germination et enfin la sortie de la plantule sans obstacle, c'est-à-dire une bonne levée.

Une fois ces précautions prises en compte, la première partie de l'itinéraire technique comprend un travail du sol préalable à la mise en place des graines et le semis.

L'objectif de cette première partie à savoir la préparation du sol est d'obtenir une bonne structure du sol et un lit de germination favorable à une levée rapide, tout en évitant la présence de zones compactées, afin de faciliter le bon développement racinaire. De plus comme pour toute culture il est important de favoriser également le mouvement de l'eau et de l'air. Pour l'obtention d'un bon lit de semence, les opérations ci-dessous doivent être effectuées avec beaucoup de précautions.

- 1- Déchaumage:** Il a pour but de mélanger les chaumes de la culture précédente à la terre pour faciliter leur décomposition. Il contribue également au nettoyage du sol des mauvaises herbes en détruisant mécaniquement celles qui ont levé et en favorisant la germination des graines remontées en surface qui seront détruites par le labour. Il ouvre le sol pour faciliter la pénétration de l'air et de l'eau.

- 2- Labour:** Retournement de la bande de terre. En fonction de la culture à mettre en place, il est pratiqué à l'automne ou en hiver, pour bénéficier de l'action structurante du gel hivernal sur les sols moyens et argileux. Le labour permet d'obtenir une terre ameublie en profondeur et permet la destruction des adventices ou les repousses des mauvaises herbes. Il est pratiqué au printemps dans les régions où les sols sont meubles : terres sableuses ou de limon battant.

- 3- Préparation superficielle:** C'est une phase déterminante pour le développement de la graine et du départ de la culture. Elle a pour objectif l'obtention d'un profil cultural favorable caractérisé par :
 - Un sol meuble en profondeur mais non creux;
 - Lit de germination ferme mais non trop compact;
 - Surface ni trop affinée ni trop motteuse.

Pour la préparation proprement dite du lit de germination qui se situe à 5 ou 6 cm de profondeur, il faut éviter l'utilisation d'instruments qui écrasent le sol mais il convient d'obtenir un sol suffisamment et régulièrement rappuyé. L'objectif est d'avoir une profondeur de semis constante et un contact étroit entre la graine et le fond du lit de germination. Ceci permettra une humidification rapide des semences. De plus le sol doit présenter des mottes d'une taille suffisante pour préserver la structure et éviter le croûtage, tout en étant

suffisamment fines pour permettre aux jeunes plantules de les contourner pour atteindre la surface.

- 4- Le semis:** Cette étape commence à la fin de la préparation du sol. La maîtrise du semis est un facteur primordial pour une bonne germination et une bonne levée qui sont-elles mêmes importante pour la suite du développement de la culture et par conséquent pour le rendement de la culture.

En conclusion, le semis se situe donc entre deux étapes fondamentales pour la mise en place d'une culture. La première est la préparation du sol dont le rôle principal est d'offrir à la graine un lit de semence adéquat permettant un bon départ de la culture ; une mauvaise préparation du sol compromettra la germination et donc la levée. Après le semis, il s'agira de suivre le développement de la plante par un entretien de la culture et quant, cela s'impose un traitement de la culture, ces dernières opérations seront facilitées par un semis régulier à la même profondeur pour une levée homogène.

2. Importance et exigence du semis sur le développement de culture

2.1. Généralités sur les exigences des semis

Pour que la graine germe et donner une plantule, la graine doit se trouver dans un environnement (lit de semences) devant satisfaire ses exigences en eau, oxygène et température. Le semis est le moyen le plus simple de multiplication des plantes.

Le pouvoir de germination d'une graine, dont la détermination est souvent très complexe, dépend de nombreux paramètres internes et externes. Une des principales conditions de la germination est la présence d'eau (humidité) : elle permet l'imbibition des tissus déshydratés conduisant à la mise en solution des molécules. Si les autres conditions sont remplies (température, lumière, état de la graine etc.), le redémarrage du métabolisme va suivre avec les activités cellulaires induisant de profondes transformations dans la graine. L'embryon va alors se développer en une racine, une tige et des feuilles à partir des ébauches dont il était constitué. Devenu secondairement autotrophe, il va entamer sa croissance jusqu'à l'état adulte où, à son tour, il pourra se reproduire.

Le rendement d'une culture est le produit de deux composantes:

- ✓ Le nombre de plante par unité de surface qui dépend de la qualité de la levée, donc de la qualité du semis.
- ✓ La production de chaque plante qui est liée au fonctionnement de système racinaire qui fournit l'eau et les minéraux nécessaires aux fonctions essentielles de la plante.

La qualité d'un semis dépend:

Des choix techniques avant et pendant le semis:

- ✓ Qualité de la semence, dont l'état varie selon son origine et son stockage. La graine est le système naturel de propagation des végétaux.
- ✓ Qualité du lit semences, qui dépend du choix et des réglages des outils de préparation ou des outils aratoires utilisés.
- ✓ Et surtout la qualité du placement (profondeur de semis) des graines, qui résulte du choix et des réglages des outils de semis.

Pour la plupart des cultures, les conseils en matière de semis (semences) sont donnés en nombre de plantes par unité de surface (m² ou ha). Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de connaître le pourcentage des graines semées pouvant donner une plantule viable, c'est-à-dire connaître sa faculté germinative. Les taux de germination admis pour la commercialisation doivent être supérieurs à un pourcentage variable selon les espèces.

Tableau 2. : Facultés germinative de quelques espèces

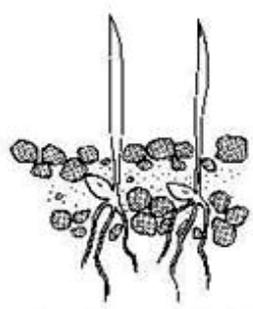
Betterave :	80%	Fenouil :	80%
Céréale :	85%	Féverole :	80%
Carotte :	66%	Tomate :	80%
Pois :	80%	Tournesol :	85%
Céleri:	68%	Navet:	75%
Oignon:	70%	Haricot:	80%

Source: CTIFL

L'environnement immédiat de la graine, le lit de semence, doit lui permettre de satisfaire, de manière continue, ses exigences en eau, oxygène et température. De plus, il ne doit pas présenter d'obstacles majeurs à la croissance des racines dans le sol et à l'émergence dans la partie aérienne.

La distance entre les graines sur la ligne de semis, elle dépend des espèces semées. Lorsqu'il s'agit d'une espèce qui développe sa partie inférieure, la distance est plus importante qu'une autre qui développe sa partie supérieure (aérienne).

La profondeur de semis doit avoir pour objectif de placer la graine à un niveau qui permettra son imbibition. Elle doit, cependant, rester dans des limites compatibles avec la nécessité d'obtenir une meilleure germination et une levée bonne et rapide, sachant que toute augmentation de la profondeur allonge la durée de levée et, par conséquent, augmente le niveau de pertes de semences. (figure1).



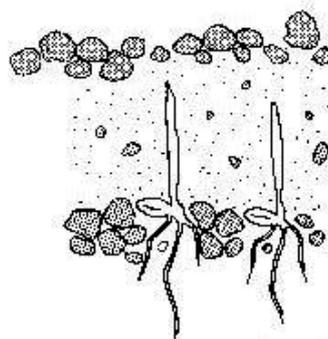
Semis superficiel

Risque de dégâts d'oiseaux

Risque de phytotoxicité

Levée hétérogène

Pertes en semences élevées



Semis profond

Allongement de durée de levée

Ne pas dépasser 2 à 5 cm selon les espèces (taille de la graine)

Risque d'asphyxies

Figure 1 : Influence de profondeur de semis sur la levée

Source : ITCF

2.2. Exigences des semis en cultures maraichères

Les semences de cultures maraichères ont une spécificité relative à leurs dimensions. Les graines des cultures maraichères sont généralement de petites tailles et très souvent très chères, ce qui exige plus de précaution pour leur manipulation et leur mise en terre.

En Algérie le semis de cultures maraichères se pose comme un vrai problème, car il ce répercute directement sur le rendement de ces cultures notamment au niveau de certaines cultures qui exigent un espacement très important entre les plantes comme : le fenouil, betterave, carotte...etc. Contrairement aux autres cultures, les cultures maraichères ont une particularité surtout dans leur mode de semis, car elles exigent plusieurs soins pendant et après le semis. Ces problèmes sont souvent dus à une mauvaise utilisation des semoirs importés et qui sont souvent complexe pour le réglage, car ils ne sont pas destinés aux petites graines, des adaptations sont parfois nécessaires.

On distingue deux types de semis de cultures maraichères, le semis en plein champ ou en place et le semis en pépinière.

2.2.1. Le semis en place ou plein champ

On appelle culture de type « plein champ » des cultures légumières pour lesquelles certaines étapes gourmandes en main-d'œuvre ont été mécanisées (le plus souvent le semis ou la plantation et la récolte). Ces productions se rapprochent ainsi des conduites des (grandes cultures). A l'inverse des grandes cultures, les cultures maraichères sont souvent réalisées sur des surfaces plus réduites et nécessitent plus de ressources humaines ou bien une mécanisation bien réfléchi.

On appelle aussi semis plein champ, les semis des plantes exigeant peu de soin ou ne supportant pas la transplantation. On sème également sur place, lorsqu'il s'agit de faire des semis sur une grande étendue. Les semis en place se font en pleine terre, à l'emplacement définitif des plantes. On évite ainsi les opérations de repiquage, mais il faut souvent pratiquer un éclaircissage, c'est-à-dire, arracher certains plants. On arrose ensuite le sol pour raffermir la terre autour des plants conservés.

2.2.2. Le semis en pépinière (sous abris)

Ce semis permet d'obtenir de jeunes plants que l'on repiquera, ensuite, à leur place définitive. Il concerne les espèces délicates ou à graines fines et les espèces pour lesquelles un repiquage est bénéfique à la croissance (chou, tomate, poireaux, aubergine, poivron...). Un semis en pépinière est toujours suivi d'un premier repiquage ou de la plantation. Il s'effectue dans des terrines, des caissettes ou des pots. Les graines potagères se sèment aussi en pépinière si on veut avoir des produits précoces et appréciables. Pour cet effet, on choisit la pépinière à l'endroit le plus chaud et le mieux abrité du jardin et, lorsque les plants sont assez forts, on les met en place, à la distance voulue.

3. Caractéristiques d'un bon semis de cultures maraîchères

Un semis de bon qualité sera effectué avec un semoir bien entretenu à vitesse convenable afin de permettre à tous les éléments du semoir de travailler correctement en refermant bien le sillon et en assurant un bon contact terre graine.

3.1. La date de semis

La plupart des semis de cultures maraichères s'effectuent lorsqu'il n'y a plus de risque de fortes gelées et que les conditions climatiques le permettent. Il faut que la terre soit suffisamment réchauffée pour permettre la germination des graines.

3.2. Le lit de semences

Le lit semences se compose d'un mélange de terre fine et de petites mottes qui doit assurer:

- ✓ La circulation rapide et continue de l'eau et l'air à l'intérieur de lit de semences et vers les couches les plus profondes. Ceci est nécessaire pour satisfaire le besoin de la graine, en température, par le réchauffement du sol; en oxygène, par un ressuyage de l'eau libérant ainsi la porosité du sol et permettant le renouvellement continu de l'air dans le lit de semences.
- ✓ Les échanges d'eau par contact entre le sol et la graine. Ceci est nécessaire pour réaliser l'imbibition de la graine.

Schématiquement, un lit de semences favorable à la germination peut se caractériser de la manière suivante:

- Surface du lit de semences sans mottes supérieures à 5cm.
- Lit de semences sans mottes supérieures à 1cm
- Base du lit de semences sans lissage continu

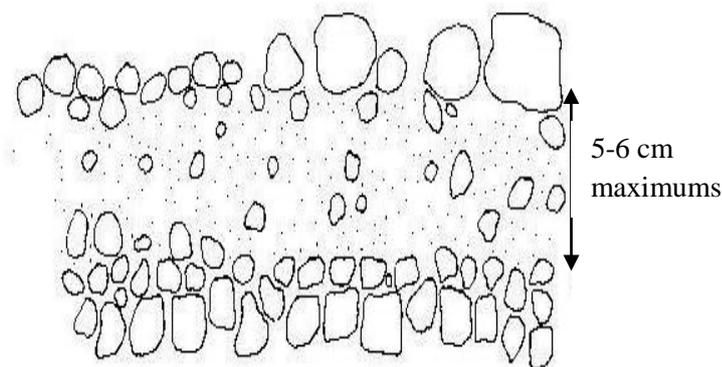


Figure 2 : Lit de semences favorable a la germination

Source : ITCF

3.3. La régularité de semis

La régularité de semis ou levée, qui implique la régularité et l'homogénéité de populations est obtenue par la maîtrise de plusieurs facteurs.

- ✓ *Le mode de semis*: c'est la distance entre les graines, l'écartement; et l'espacement entre les lignes de semis. Donc il faut avoir un écartement et espacement régulier. La mode de semis est variable, selon le type de production des cultures.
- ✓ *La profondeur de semis*: la meilleur profondeur de semis, qui conditionne la bonne levée sera possible uniquement en plaçant les graines au contact de la couche de terre humide. Fig.3.

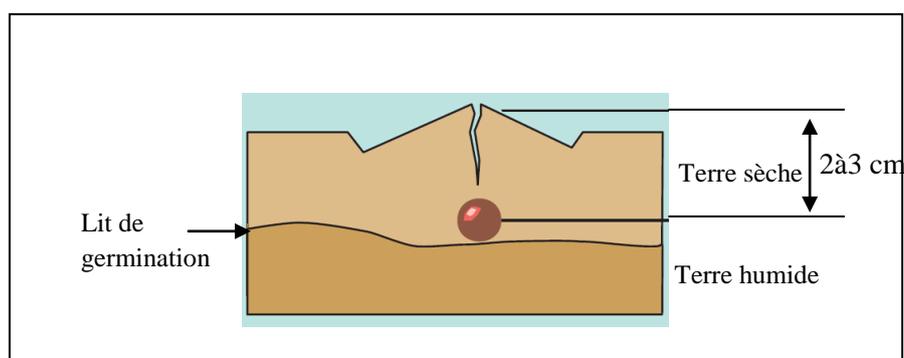


Figure 3: Semis en sol humide, lit de germination est peu profond

Source: SOLTENER 2005

- ✓ *Les réglages des semoirs*: La vitesse et le type de semoir sont responsables de l'espacement régulier entre plantes, élément indispensable à un développement homogène. Il est nécessaire d'adapter sa vitesse à son type de semoir ; en effet, la précision diminue lorsque la vitesse augmente mais différemment suivant les semoirs. Les semoirs pneumatiques conserveront une précision correcte jusqu'à 5 ou 5,5 km/h tandis que les semoirs mécaniques pourront réaliser un travail de qualité jusqu'à 7 ou 7,5 km/h. En cours de semis, vérifiez bien la profondeur de semis sur les différents éléments du semoir. La graine doit être bien plombée en contact avec l'humidité du sol. Sur les semoirs pneumatiques, vérifiez le réglage des sélecteurs responsable de manques ou de doubles. Sur les semoirs mécaniques, il est indispensable de vérifier régulièrement qu'aucune alvéole n'est bouchée. La profondeur d'enterrage peut être réglée par action sur une roue jauge.

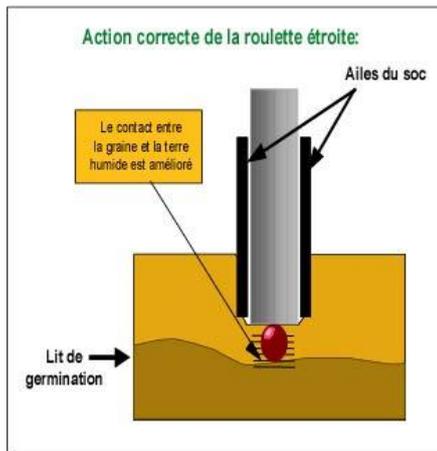


Figure 4: Action de l'élément d'enterrage

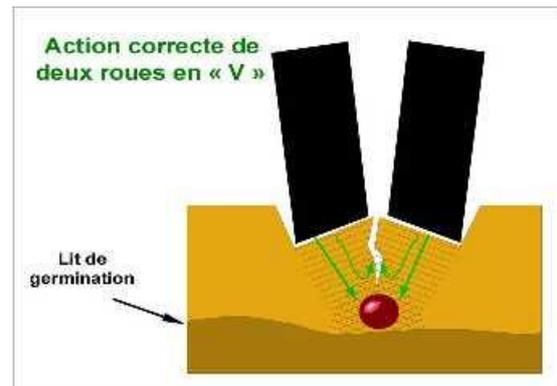


Figure 5: Action de l'organe de plombage.

Source: www.itbfr.org

Les organes de plombage, des roulettes étroites ou des roues concaves ou en "V", et de recouvrement (griffes, palettes, barres métalliques...), servent à corriger les irrégularités de la préparation du sol en assurant la cohésion entre la semence et le lit de germination. Ils doivent être choisis en fonction de la préparation et du type de sol et font l'objet d'un réglage très précis au moment du semis. fig.5

4. Classification des semoirs

Le semoir est une machine à employer pour mettre en place dans le sol la semence en vue de l'implantation d'une culture. Il doit permettre d'apporter une dose précise de semences par hectare. En effet, le but d'un semis est d'obtenir un peuplement donné évalué en nombre de plantes par mètre carré. La dose de semis est variable suivant la taille et le poids des graines; de répartir régulièrement les semences sur la ligne de semis; de placer les graines à une profondeur régulière et constante.

4.1. Les semoirs en lignes:

Ils permettent de réaliser un semis contenu (plusieurs graines à la fois) sur une ligne de semis. Ils sont utilisés pour les céréales et cultures fourrageuses principalement. Ils doivent donc être polyvalents car les dimensions des graines et les doses par hectare sont très variables.

4.1.1. Les semoirs en lignes mécanique

Ils réalisent un semis en contenu sur une ligne à une façon régulière. Ils sont constitués d'un bâti mécano-soudé supportant des éléments qui assurent plusieurs fonctions.

- ✓ Stockage du grain dans la trémie;
- ✓ Distribution par un système de dosage mécanique;
- ✓ Transport et mise en terre du grain par un système d'enterrage;
- ✓ Recouvrement de la graine.

4.1.2. Les semoirs en lignes pneumatiques

Ce type de semoir possède une trémie centrale. L'encombrement et le porte-à-faux est réduits. Il est ainsi possible d'avoir des semoirs de grande largeur (plus de 6 mètre) repliable sur route. Les éléments semeurs sont fixés sur une barre dont les extrémités sont repliables hydrauliquement.

Il faut distinguer deux types de semoirs pneumatiques suivant le type de distribution.

- Les semoirs pneumatiques à distribution centralisées
- Les semoirs pneumatiques à multidistribution

4.2. Les semoirs de précision ou monograines

Comme leur nom l'indique, ils permettent une mise en terre de la semence graine par graine. Ils sont de plus en plus utilisés car leur répartition optimale des graines sur le sol permet de réaliser une économie appréciable de semences.

Ces semoirs comportent un châssis constitué d'une poutre métallique. Celle-ci supporte l'attelage trois points au centre, une roue porteuse de chaque côté sert à entraîner la distribution par chaîne et pignons interchangeables.

Les éléments semeurs sont fixés sur le châssis à un intervalle correspondant à la distance entre rangs. Chaque élément semeur se compose d'une trémie, d'une distribution (mécanique ou pneumatique); organe d'enterrage et de recouvrement. Il assure donc le semis d'un rang. Un parallélogramme sert la liaison entre le bâti et l'élément semeur afin de ne pas modifier la position de ce dernier, quelles que soient les irrégularités du sol.

4.3. Les semoirs spécialisés

4.3.1. Les semoirs de semis direct

L'utilisation des outils de semis direct permet la mise en place d'une culture en un seul passage sur un sol non travaillé. Ces outils réalisent un travail localisé sur la ligne de semis avant la mise en terre des graines par les éléments semeurs. Les pièces travaillantes pour préparer la ligne de semis peuvent être animées ou non. Certains matériels sont spécifiques du semis direct, d'autres sont obtenus par combinaison d'outils.

La conception de ces semoirs les spécialise essentiellement au semis direct. Certains, équipés d'une distribution classique, sont destinés au semis des céréales et des cultures fourragères. D'autres, à distribution monograine, sont utilisés pour les autres cultures (maïs, betterave, sorgho.....)

4.3.2. Les semoirs de petites graines et les plastisemeuses

Ces semoirs monograines, pour cultures légumières ou aromatiques, sont dérivés de matériels de grandes cultures et adaptés à la nature de ce type de semis (très petites graines, fortes densités et écartements réduits). Les plastisemeuses pour grandes cultures sont utilisées pour semer le maïs et, éventuellement, le tournesol sous film plastique photodégradable.

5. Fonctionnement d'un semoir

Semoir monograine pneumatique GASPARDO MT

Le GASPARDO MT est un semoir monograine à distribution avec dépression à disque. Multi-usages pour tous les types de semences sur terrain préparé ou peu travaillé. Caractérisé par une largeur de travail entre 2.80 m à 5.80 m, avec une poutre qui porte entre 4 à 12 éléments semeurs (nombre des rangs), et un intervalle entre rangs de 45 à 60 cm. Le semoir est équipé par une trémie d'engrais et un microgranulateur.

➤ **La distribution**

Le principe de distribution est basé sur le disque vertical à dépression, le distributeur est constitué par un disque perforé sur le périphérique, le diamètre des trous doit être inférieur de la graine. D'un côté, est appliquée la dépression de la turbine et de l'autre, en partie basse et arrière, une réserve de graine. La rotation de disque permet de prélever une ou plusieurs graines par trou. Le sélecteur permet d'éviter les doubles. Il est constitué d'une lame à bord strié. Il doit être réglé en le rapprochant des perforages à chaque type de semences de façon à ne laisser qu'une graine par trou. Ce système nécessite un modèle de disque par culture.

Arrivée en partie basse, la graine tombe grâce à la coupure de la dépression et à la présence d'un injecteur.

➤ **L'élément semeur**

L'élément semeur de GASPARDO est constitué par une trémie de graine avec une capacité de 36 litres, le distributeur est au-dessous de la trémie. Donc les graines tombent de la trémie vers le distributeur à dépression. Ensuite la graine termine son chemin vers le tube de descente. Le double disque semeur assure le meilleur positionnement en profondeur des graines sur le sol. En fin la double roue de recouvrement recouvre les graines.

La fixation de l'élément sur le châssis de semoir est assurée par un parallélogramme large et compact avec un ressort réglable. Le parallélogramme est conçu pour donner à l'élément un grand contrôle pour suivre la forme du sol, et ainsi régler la pression de l'élément sur le sol. fig.6

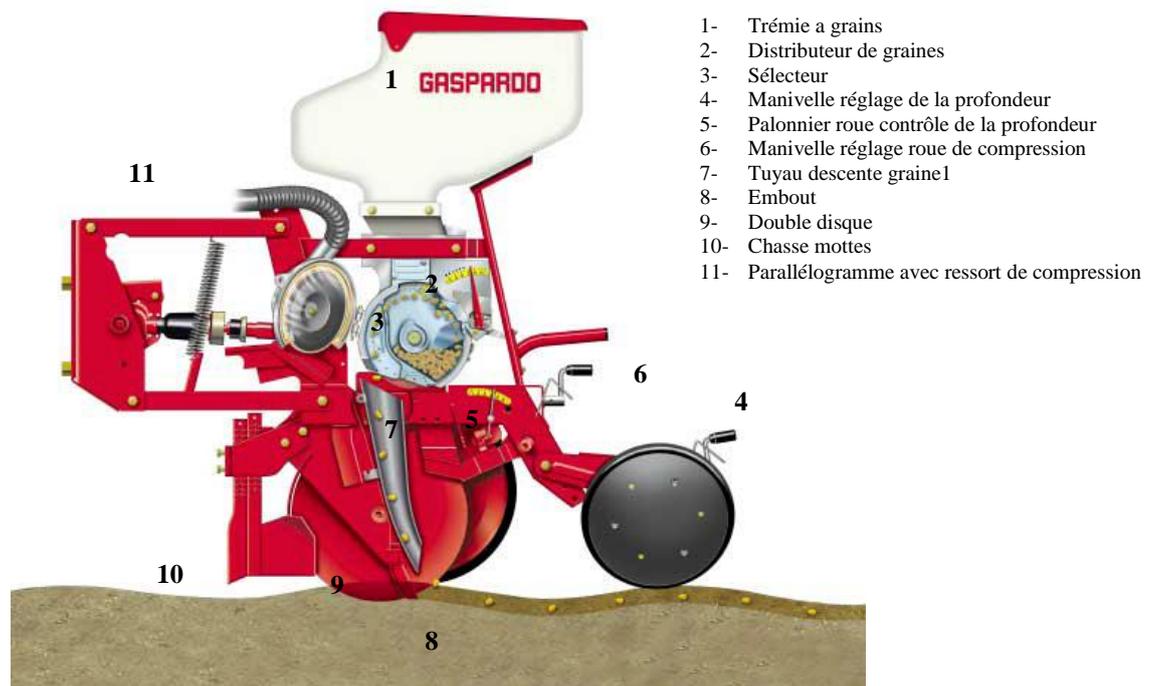


Figure 6: Fonctionnement de l'élément semeur.

Source : www.maschionet.com

➤ Système d'enterrage et de recouvrement

Le système d'enterrage est constitué de deux disques de 400cm en forme V entre eux en trouve la fin de tube de descente. A coté de se élément semeur en trouve la roue de profondeur qui contrôle la profondeur des semi. fig.7.

Le système de recouvrement est composé par deux roues de 370cm en caoutchouc ou en fonte, positionner en forme V. fig.8.



Figure 7: Disques d'enterrages



Figure 8: Roues tasseuses

Source : www.maschionet.com

6. Caractéristiques techniques des semoirs

6.1. La trémie

La trémie constitue la réserve de grain. Elle prend plusieurs formes avec plusieurs dimensions, selon le type et la distribution de semoir.

6.1.1. Semoir en ligne

La largeur de la trémie pour les semoirs mécaniques est égale à la largeur de travail. Sa capacité est d'environ 150 à 250 litres par mètre de largeur pour permettre une autonomie suffisante. Et pour les semoirs pneumatiques la capacité varie de 105 à 850 litres par mètre de largeur de semis selon les modèles. Fig.9.

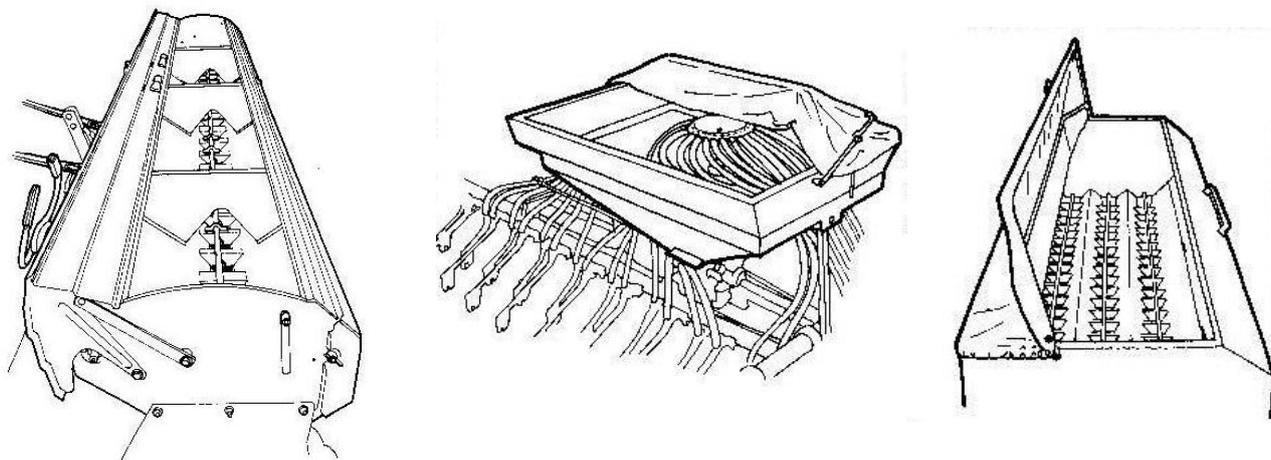


Figure 9: Différents type de trémie.

Source: ITCF

6.1.2. Semoir monograine

La capacité de la trémie pour un élément semeur est d'environ 20 à 30 litres pour permettre une autonomie suffisant. Fig.10.11.



Figure 10: Multi trémie

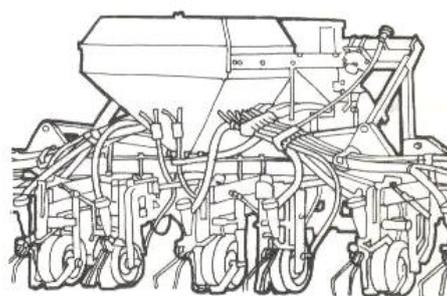


Figure 11: Trémie centralisée

Source: ITCF

6.2. Les organes de distribution

6.2.1. Les semoir en ligne mécanique

Les distributions mécaniques sont constituées d'un cylindre horizontal par rang situé sous les sorties de trémie. Il existe deux types:

- **Le cylindre à cannelure:** IL comporte des rainures creusées dans le cylindre. Lors de rotation, elles prélèvent donc un volume constant de graines dans la trémie pour l'évacuer. Il s'agit d'une distribution dite forcée. fig.12.

- **Le cylindre à ergots :** une ou plusieurs rangées d'ergots fixés sur le cylindre prélèvent les graines puis le poussent vers la sortie de l'obturateur. Cette distribution est dite accompagnée. fig.13.

6.2.2. Les semoir en ligne pneumatique

On a deux types de distribution :

Distribution centralisée. fig.14.

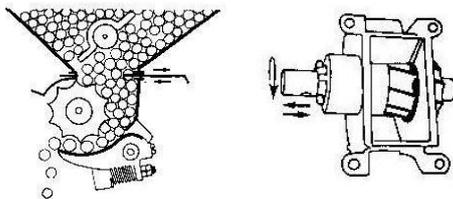


Figure 12: Cylindre à cannelure.

Multidistributions. fig.15.

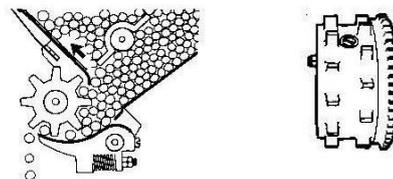


Figure 13: Cylindre à ergot.

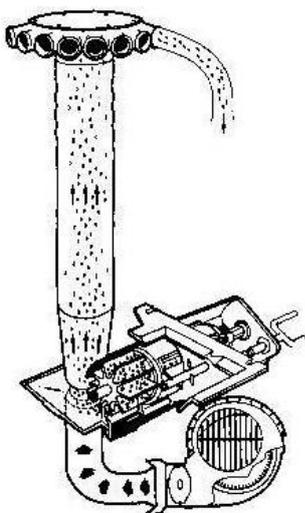


Figure 14: Diviseur répartiteur.

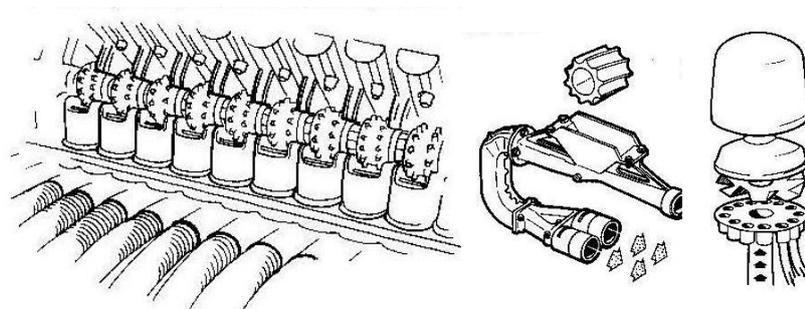


Figure 15: Multidistribution.

Source: ITCF

6.2.3. Les semoir monograines

6.2.3.1. Distribution mécanique

1-Distribution à disque horizontal: fig.16.

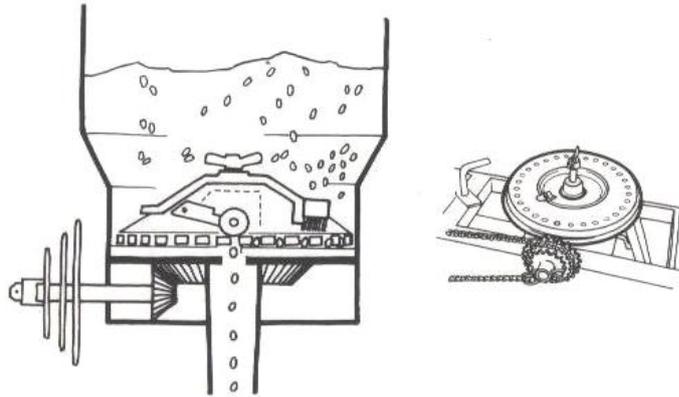


Figure 16: Distribution mécanique à disque horizontal.

Source: ITCF

2-Distribution à disque vertical: fig.17.

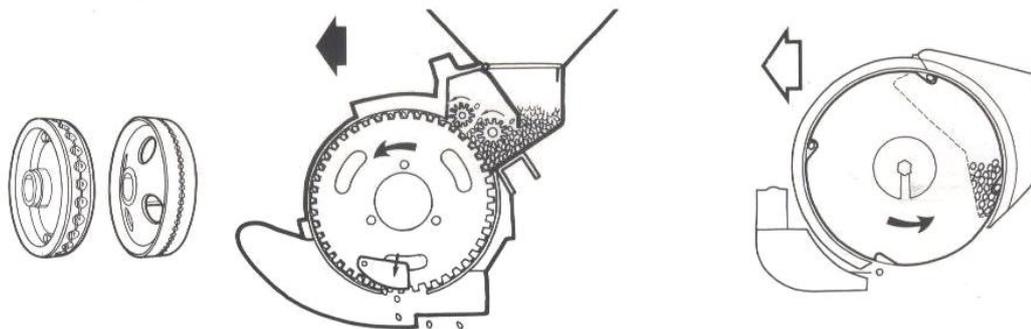


Figure 17: Distribution mécanique à disque vertical à alvéoles et à échancrures.

Source: ITCF

3-Distribution à disque oblique: fig.18.

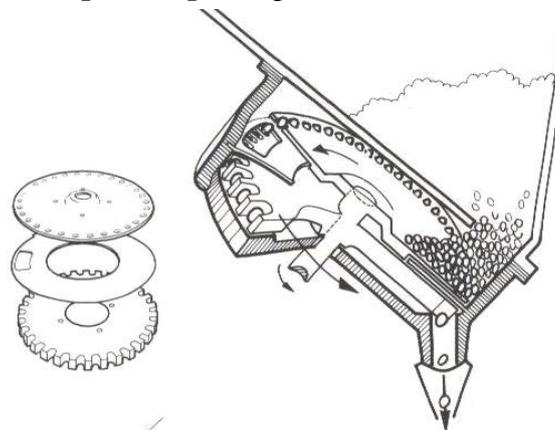


Figure 18: Distribution mécanique à disque oblique.

Source: ITCF

6.2.3.2. Distribution pneumatique

1- *Distribution à dépression avec disque*: fig.19.

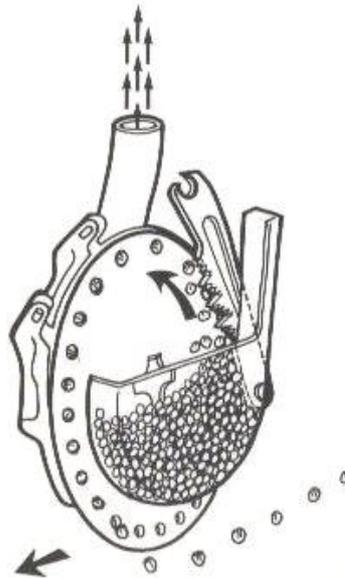


Figure 19: Distribution à dépression avec disque.

Source: ITCF

2- *Distribution à dépression avec disque et roue à ailettes*: fig.20.

3- *Distribution à pression avec disque à alvéoles*: fig.21.

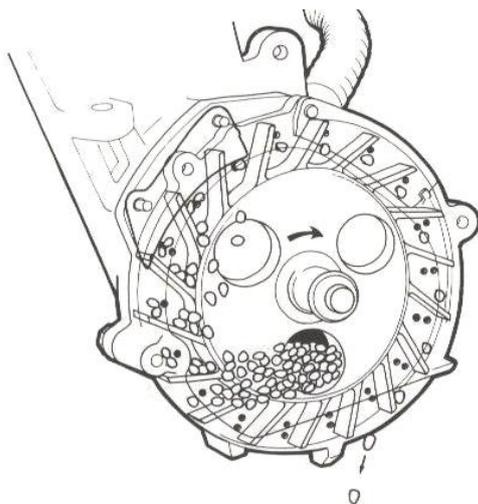


Figure 20: Distribution à pression avec disque à alvéoles.

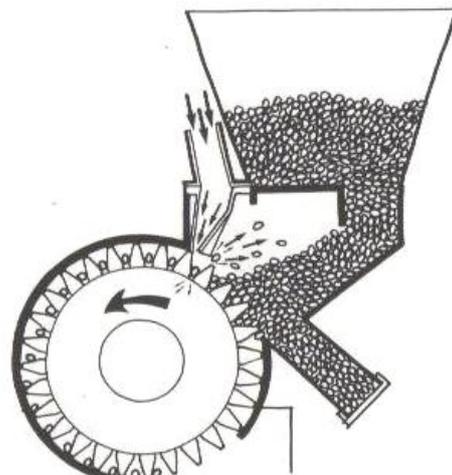


Figure 21: Distribution à dépression avec disque et roue à ailettes.

Source: ITCF

6.3. Les organes d'enterrage

6.3.1. Les semoir en ligne

Les organes d'enterrage doivent fabriquer un sillon à une profondeur déterminée y placer la graine et la recouvrir. Elles sont indépendantes les une des autres. Leur montage, sur bras de différentes longueurs, permet une disposition sur une, deux, trois ou quatre rangées. Il existe plusieurs types d'organes

A- Soc (fig.22)

On a plusieurs modèles, *Soc traînant* ; *Soc piocheur* ; *Soc double* ; *Soc étaleur*.

B- Disque (fig.23)

On a deux modèles, *Disque simple* ; *Disque double*.

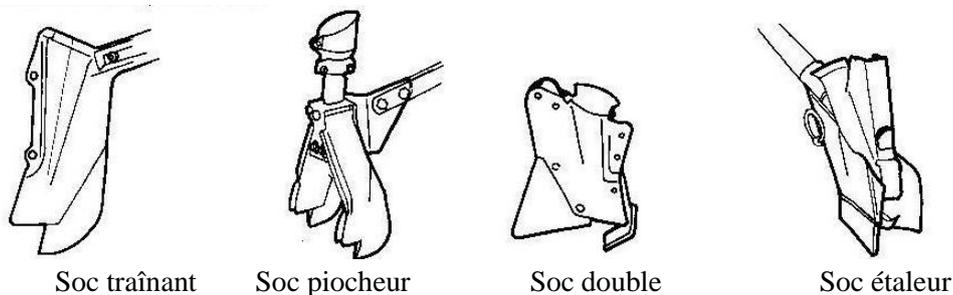


Figure 22: Différents types des socs semeurs.

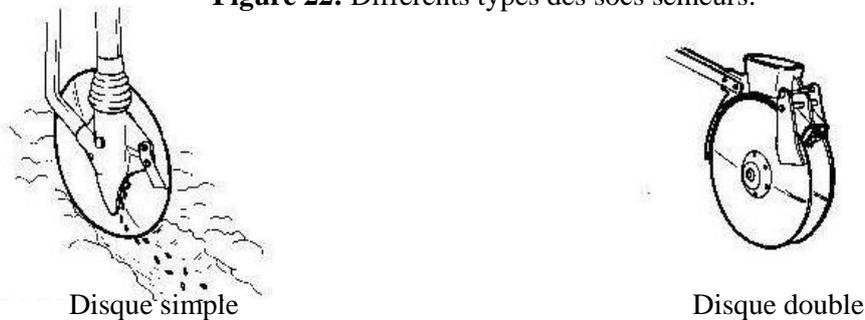


Figure 23: Différents types des disques semeurs

Source : ITCF

6.3.2. Les semoirs monograinne

L'ouverture du sillon est assurée le plus souvent par des socs ou par fois, par des disques.

A- Disque : des doubles disques en V peuvent être utilisés pour des semis sur des sols sommairement préparés.

Soc : Selon le travail souhaité, il est possible d'utiliser différents types de socs qui peuvent être caractérisés par la forme de leur étrave, leur longueur, leur hauteur et leur profil. fig.24.

B- Soc et roue : ce montage est utilisé pour les semoirs à transport pneumatique. fig.25.

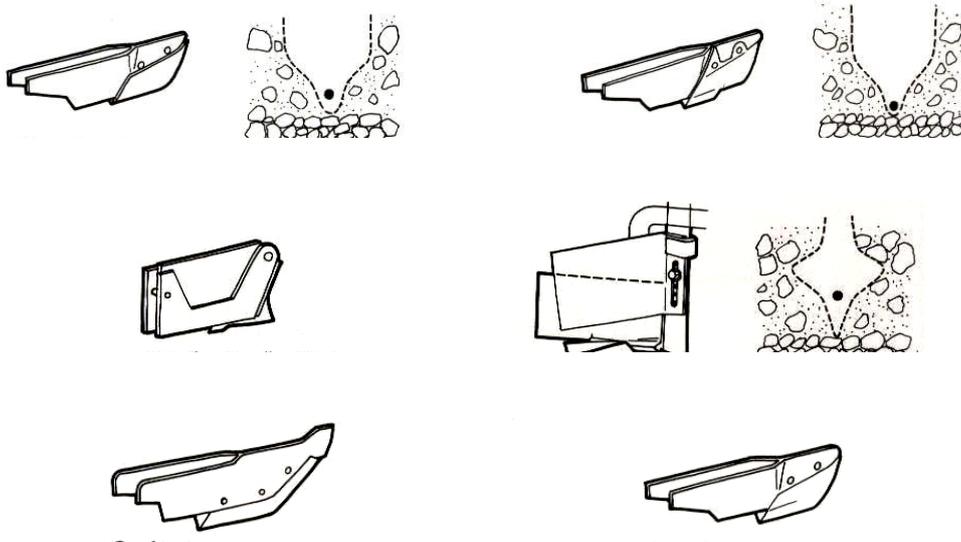


Figure 24 : Différents forme d'étrave.

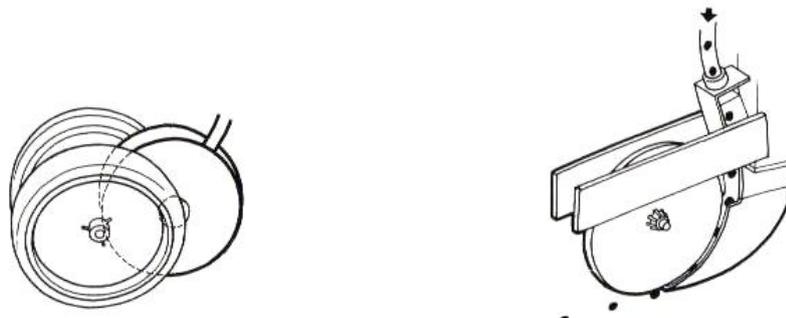


Figure 25 : Disque ; soc et roue.

Source : ITCF

6.4. Les organes de recouvrement

Elle referme le sillon ouvert par les organes d'enterrage. Elle est montée sur un bâti qui permet le réglage de la profondeur de travail. Il existe trois types des dents; dent souple droite; dent souple trainante et dent individuelle. fig.26.

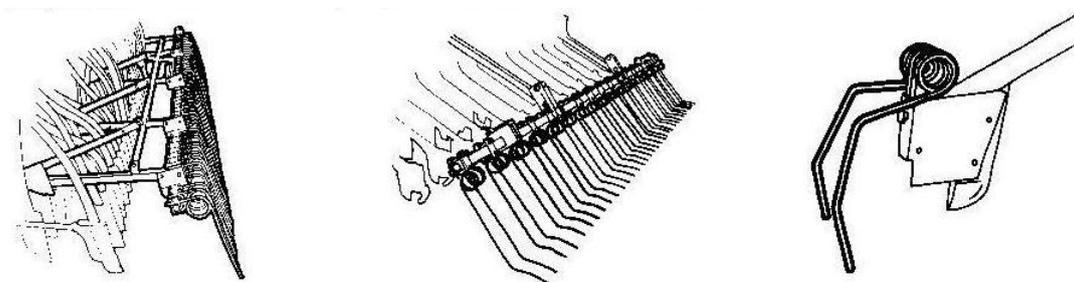


Figure 26 : Différents forme des dents.

Source : ITCF

6.5. Les principaux réglages de semoir

6.5.1. Les semoir en ligne

6.5.1.1. Réglage de densité de semis: l'agriculteur doit fixer un peuplement désiré puis à partir du poids des 1000 graines; il doit calculer la dose de semis. La distribution volumétrique de ces semoirs impose de convertir la densité de semis, exprimée en grains/m², en kg/ha par l'intermédiaire du poids de grain.

$$\text{Dose de semis (grains/m}^2\text{)} = \frac{\text{peuplement objectif à la levée}}{100 - \% \text{ perte probable}} * 100$$

$$\text{Dose de semis (kg/ha)} = \frac{\text{Dose de semis} \left(\frac{\text{grains}}{\text{m}^2} \right) * \text{poids de 1000 graines (g)}}{100}$$

Le réglage de la densité de semis s'effectue à poste fixe en utilisant, les tableaux fournis par le constructeur. Ce réglage doit être répéter plusieurs fois pour mieux cerner ces variations, puis en effectuer un pré-réglage de débit en utilisant le tableau.

Le contrôle, pour les semoirs à cannelures réglables, se fait en modifiant l'ouverture de la cannelure et la vitesse de rotation de la distribution. Pour les semoir à ergot ou à cannelure fixe, le choix de l'ergot, de l'ouverture de trappe supérieure et de l'obturateur inférieur se fait en fonction de la taille des graines ; le réglage de débit se fait uniquement en modifiant la vitesse de rotation de la distribution. Et pour les semoirs à distribution centralisée, le choix de la cannelure en fonction de la taille des graines, le réglage de débit, en modifiant l'ouverture de la cannelure.

Un équipement électronique de contrôle est adaptable sur certains types de semoirs. Il se place à la sortie de l'un des organes distributeurs: un petit ventilateur projette les graines sur une plaque dont les oscillations, transformées en impulsion électrique sont envoyées dans une console de contrôle. Un microprocesseur à l'ordinateur de bord, dans lequel on a introduit la quantité à l'hectare calcule le débit instantané et peut corriger, si nécessaire, la vitesse de l'arbre de distribution.

6.5.1.2. Ecartement ligne de semis: IL dépend de l'espèce semée et consiste à intervenir soit; sur les trappes situées au-dessus des distributions pour les semoirs multidistribution à nombre d'éléments semeurs identiques aux distributions; soit sur le cloisonnement des diviseurs-répartiteurs pour les semoirs à distribution centralisée.

6.5.1.3. La profondeur de semis : une première approche de la profondeur de semis se fait à partir de la commande centralisée. Le réglage définitif s'obtient en modifiant la pression exercée sur chaque organe d'enterrage selon :

- ✓ Sa position par rapport aux hétérogénéités du sol (trac de roues de tracteur)
- ✓ La résistance à la pénétration des organes d'enterrage dans le sol (en sol meuble, détendre les ressorts)

Dans le cas d'utilisation de patin limiteur de profondeur, il est nécessaire de tendre au maximum les ressorts de réglage individuel, on parle alors à la commande individuel.

6.5.1.4. Organe de recouvrement : les dents des herse de recouvrement doivent être réglées pour que leur position ne perturbe pas le placement des graines dans le sol, notamment avec les herse à dents souple droites.

6.5.1.5. Vitesse d'avancement : une vitesse excessive de semis peut provoquer un patinage des roues qui modifie le débit de semis. Elle entraîne aussi une irrégularité de profondeur de semis, notamment sur lit de semences motteux.

Si sur de très bonne préparation de lit de semences, la vitesse de semis peut atteindre 8km/h, dans la plupart des situations une vitesse raisonnable se situe entre 5 et 6 km/h.

6.5.1.6. Les traceurs : Le traceur a pour but de marquer, sur le sol, un repère servant au conducteur de tracteur pour les passages suivants, en y plaçant la roue avant du tracteur. Il s'effectue en général par rapport aux organes d'enterrage extérieurs. Pour faire ce réglage, il faut prendre en compte :

- ✓ La voie du tracteur (V),
- ✓ La largeur de travail du semoir (L),
- ✓ L'écartement entre rangs (e).

La distance entre le traceur et les organes extérieurs d'enterrage est donnée par la relation :

$$D = (L + e - V)/2$$

6.5.1.7. Jalonnage : Il permet de matérialiser, dès le semis, des traces qui seront utilisées lors des épandages d'engrais ou lors des traitements phytosanitaire en prélevée ou en postlevée.

Jalonnage de prélevée : il se fait par le traçage sur le sol, à l'arrière du semoir, de deux sillons correspondant à la voie du tracteur.

Jalonnage de postlevée : il se fait par la fermeture de deux distributions correspondant à la voie du tracteur. La périodicité de la fermeture dépend de la largeur du semoir et de celle des appareils de traitement ou d'épandage.

6.5.2. Les semoir de précision monograine

6.5.2.1. Réglage de densité de semis : le réglage de densité s'effectue à partir des organes sélectionnant les graines en agissant sur :

- ✓ Leur vitesse de rotation,
- ✓ Le nombre et la taille des perforations de chacun de ces organes. Pour chaque modèle de semoir, il existe des organes interchangeables adaptés au type de graine (taille, forme) et aux distances souhaitées entre graines.

Plus l'espacement entre graines sur la ligne de semis est faible (densité élevée), plus la vitesse d'avancement doit être réduite.

6.5.2.2. Ecartement ligne de semis : il dépend de l'espèce semée. On agit en débrayant ou en modifiant la place sur le châssis des éléments semeur, ou encore en ajoutant un ou plusieurs éléments semeurs.

6.5.2.3. La profondeur de semis : la profondeur se règle en modifiant la position relative du soc par rapport aux roues. Cela se fait en agissant :

- ✓ Soit sur la roue arrière quand elle est seule ou associée à une roue avant,
- ✓ Soit sur la roue avant,
- ✓ Soit sur la ou les roues latérales,
- ✓ Soit sur le soc.

6.5.2.4. Réglage aplomb : est nécessaire pour que les éléments semeurs travaillent à l'horizontale. Il se fait par le réglage de biellette de troisième point. On contrôle la position au moyen de l'indicateur d'aplomb placé sur le châssis.

6.5.2.5. Organe de rappuyage : le réglage du rappuyage peut se faire ;

- ✓ Au niveau de la graine si le semoir dispose d'une roue intermédiaire
- ✓ Au niveau de lit de semences par une roue en position arrière.

Le degré de rappuyage peut se faire, soit en reportant tout ou partie du poids de l'élément semeur sur le sol, soit en réglant la pression exercée sur la roue arrière.

6.5.2.6. Traceur : ce calcul par la relation suivante :

$$D = (e (n+1) - V)/2$$

D : distance entre le disque traceur et l'axe de dernier élément semeur (m),

n : nombre d'élément semeur,

V : voie de tracteur, la distance entre les deux roues avant ou arrière (m),

e : écartement entre élément semeur(m).

6.5.2.7. Vitesse d'avancement du semoir: Une vitesse excessive de semis peut provoquer :

- ✓ Un patinage des roues qui modifier la distance de semis,
- ✓ Des irrégularités dans les écartements entre les graines (manque)

Avec ce type de semoir la vitesse de semis ne doit pas dépasser 7km/h.

6.5.2.8. Largeur de travail

C'est la largeur de la surface ensemencée par le semoir pendant le travail. Elle est variable selon le type de semoir et selon leur type de distribution. Pour les semoirs en ligne classique, la largeur est variée entre 2 à 6 mètres, et de 2,5 à 9 mètres pour les semoirs pneumatique. Et pour les semoirs monograine mécanique, la largeur de travail est de 2,5 à 8 mètres, et de 3 à 12 mètres pour les semoirs monograine pneumatique.

6.5.2.9. Capacité de travail

En résumé ces caractéristiques dans le tableau suivant, pour les semoirs en ligne et monograine. Pour la largeur des semoirs monograine, dans le tableau:

2.7m (6 rangs), 5.4m (12 rangs), 4.8m (6 rangs). 6m (16 rangs).

Tableau 3: Vitesses et capacités de travail des semoirs.

Les semoirs	Les semoirs en ligne				Les semoirs monograine			
	Mécaniques		Pneumatiques		Mécaniques		Pneumatiques	
Types								
Largeur	3m	5m	4m	9m	2.7m	5.4m	4.8m	6m
Vitesse								
d'avancement km/h.	5	8	5	8	5	8	5	8
Capacité ou temps								
de travail, mn/ha.	58	40	43	30	39	26	28	19
	60	42	30	21	42	28	25	14

Source: ITCF

6.6. Liaison avec tracteur

Selon les modèles on distingue: les semoirs semi-portés et les semoirs traînés.

6.6.1. Les semoirs semi-portés

6.6.1.1. Attelage fixe

La liaison semoir-tracteur se fait par l'attelage 3 points. La seule articulation possible est celle permise par cet attelage.

6.6.1.2. Attelage oscillant

L'attelage oscillant donne au semoir une relative indépendance par rapport au mouvement du tracteur. Il permet au semoir de suivre les inégalités du terrain afin d'améliorer la régularité de la profondeur de semis.

6.6.2. Les semoirs traînés

Ce type d'attelage permet l'utilisation de semoir lourds avec des trémies de grandes capacité et en particulier ceux équipés d'une double trémie (semences et engrais).

Conclusion

Les semoirs que a dans cette partie, et qui sont utilisés pour le semis des cultures maraîchères, sont très efficaces et donnent de très bon résultats, mais le seul problème c'est au niveau de leur coûts, surtout avec la mentalité de nos agriculteurs qui préfèrent de semer à la main que d'acheter un semoir spécifique de ces cultures et dont l'amortissement est long.

Conception du semoir

DEUXIEME PARTIE : CONCEPTION DU SEMOIR

Introduction

Au niveau de cette deuxième partie, il nous semble intéressant de présenter quelques généralités sur la conception et la fabrication d'une machine agricole en générale et d'un prototype en particulier. Après cela le travail portera sur la conception et la réalisation du semoir que nous voulons réaliser.

7. Généralités sur la conception et la fabrication d'une machine

La fabrication d'une machine en général et agricole en particulier nécessite plusieurs étapes indispensables qui peuvent être énumérées très succinctement comme suit :

- **Idée d'un nouveau produit**
- **Établissement d'un cahier des charges**

L'élaboration du cahier des charges est réalisée à partir de l'analyse détaillée d'une demande, d'un besoin de mécanisation d'une (ou de plusieurs) opérations, d'une tâche. Le cahier des charges détermine les caractéristiques et les performances techniques et économiques du matériel à mettre au point ou à introduire, dans notre cas il s'agit d'un semoir pour petites graines en général.

- **Conception – fabrication du Prototype**

Au préalable, des recherches sur du matériel existant susceptible de convenir sont menées, afin de ne pas le réinventer. Puis, en fonction des résultats de ces recherches, soit des matériels seront introduits et adaptés, soit ils seront inventés, conçus et fabriqués localement par des constructeurs, avec l'appui éventuel de centres de recherche et d'expérimentation en machinisme agricole.

- **Expérimentation et modifications du prototype**

Une fois le prototype réalisé, celui-ci doit être expérimenté. Expérimenter un matériel agricole, c'est l'essayer, l'éprouver en l'utilisant dans des conditions extrêmes, l'observer et

l'évaluer techniquement, c'est-à-dire définir clairement ces caractéristiques et la qualité du travail effectué en milieu contrôlé afin de proposer des améliorations, des modifications, des adaptations. C'est aussi évaluer ses performances techniques et économiques dans les conditions réelles d'utilisation (CEEMAT, 1976 ; Smith *et al.*, 1994). L'expérimentation a pour objet d'aider au développement du secteur industriel par la construction d'équipements, et à celui du secteur agricole par une meilleure mécanisation.

- **Fabrication et Suivis des préséries**

Quand un prototype satisfait au cahier des charges et passe avec succès les expérimentations en milieu contrôlé et en milieu réel, une présérie (quelques dizaines d'exemplaires) est fabriquée. Les machines sont confiées à des utilisateurs potentiels. Les conditions de travail et les performances correspondantes sont suivies et évaluées.

- **Amélioration du produit**

En tenant compte des résultats des essais et des remarques faites par l'utilisateur c'est-à-dire l'agriculteur, des correctifs et améliorations seront apportés à la machine pour commencer la fabrication en série.

- **Industrialisation**

Après les dernières adaptations sur la présérie, le matériel peut être fabriqué en série et mis en vente.

8. CONCEPTION ET FABRICATION DU PROTOTYPE

8.1. Représentation par le dessin technique

Le dessin technique est le moyen d'expression indispensable et universel de tous les techniciens. C'est lui qui permet de transmettre, à tous les services de production, la pensée technique et les impératifs de fabrication qui lui sont liés. C'est pourquoi ce langage conventionnel est soumis à des règles ne permettant aucune erreur d'interprétation et définies par la normalisation.

8.1.1. Dénominations des différents éléments

Dessins de conception :

Ces dessins sont établis par le bureau d'études. Leur élaboration se fait successivement sous forme de schémas, d'avant-projets et de projets.

- ***Le schéma :***

Le schéma est un dessin rapide, réduit aux éléments essentiels d'un mécanisme afin d'en montrer la conception d'ensemble et d'expliquer le fonctionnement.

- ***L'avant-projet :***

Présent de façon plus précise la conception des principaux éléments qui composent le mécanisme. Il permet de sélectionner une solution parmi plusieurs avant-projets et d'obtenir les accords nécessaires à la poursuite des études.

- ***Le projet :***

Issu de l'avant-projet sélectionné définit entièrement l'ensemble d'un mécanisme. Il permet d'établir les dessins de définition.

L'ensemble des projets permet d'établir le plan d'ENSEMBLE d'un matériel. Toutefois ce plan s'obtient le plus souvent d'après les dessins de définition et s'appelle dans ce cas plan d'ensemble remonté.

8.1.2. Dessins de définition de produit fini

À partir du projet, on établit pour chaque pièce un dessin de définition de produit fini. C'est le ' dessin qui détermine toute pièce telle qu'elle doit se présenter dans son état fini. Il est destiné à faire foi pour la réception d'une pièce. Une pièce ne doit donc être contrôlée que d'après son dessin de définition de produit fini.

8.1.3. Dessins de fabrication

Ils sont établis pour les ateliers par le bureau des méthodes. Ils tiennent compte des procédés de fabrication adoptés. C'est-à-dire des différentes opérations technologiques avec les cotes et surtout les précisions. C'est les derniers dessins.

8.2. Préparation de différentes composantes et précautions à prendre

Notre semoir est un ensemble de plusieurs éléments (trémie, bâti, système d'enterrage et de recouvrement...); Il faut donc préparer chaque pièce indépendamment les unes des autres. Et prenant en considération les problèmes de conception, c'est-à-dire que les sont destinées à être montées ensemble.

Avant d'entamer la préparation de composantes de notre semoir, il faudra tenir en compte de plusieurs critères :

- ✓ Le bon choix et la disponibilité de matières premières, pour éviter la modification des plans.
- ✓ La possibilité de fabrication des toutes les pièces sans difficulté, que ce soit par moulage ou mécano soudure avec un coût de revient raisonnable.
- ✓ La capacité de l'usinage (disponibilité des machines outils avec leurs outils) de faire les différentes opérations (coupe, perçage, fraisage ...) en temps et en qualité.
- ✓ La compétence de l'exécuteur des plans et le temps consacré pour la fabrication de chacune des pièces.

8.3. Assemblage de différentes composantes

L'assemblage de différentes composantes, ce déterminera à partir du dessin d'ensemble, qui divise l'ensemble en sous ensembles ; et a partir desquels on peut définir les modes d'agencement des différentes pièces.

Lorsque toutes les composantes sont prêtes ; on peut maintenant procéder à l'opération d'assemblage, mais il faut toujours faire rappel au dessin d'ensemble pour bien respecter le plan, et éviter les problèmes et difficultés de l'assemblage qui se font soit par soudage pour des assemblages permanents, par rivets (généralement pour les tôles comme les

trémies), ou par boulons pour des assemblages démontables nécessaires pour des réparations ou pour des entretiens.

Dans notre cas, pour notre semoir, on débutera par l'assemblage du châssis qui est réalisé par soudure et des boulons, ensuite par l'assemblage de l'élément semeur avec leurs accessoires (la trémie, système d'enterrage et de recouvrement) ; et en fin on terminera par l'assemblage de tous les sous-ensembles à partir du dessin d'ensemble du semoir.

Cette partie est également à prendre avec beaucoup de précautions, le montage doit se faire de façon simple et précise.

9. Principales composantes et dimensionnement du semoir

9.1. Les différentes composantes avec leurs dimensionnements

9.1.1. Attelage

Le système d'attelage 3 points est constitué d'un étau d'attelage supérieur avec une hauteur de 580 mm, et de deux points d'attelage inférieurs avec une distance de 825 mm entre eux. C'est un attelage semi automatique catégorie n°2. Le semoir est porté en transport et semi porté au travail. L'attelage trois points doit permettre une liaison souple et surtout rapide.

9.1.2. Châssis

Le châssis est constitué d'une poutre métallique, en forme carrée (deux UPN jumelés de 100x50), d'une longueur de 1.8 mètre. Ce profilé présente un avantage quand à sa résistance à la flexion.

Il supporte :

- Les éléments semeurs entre 4 et 6 éléments, avec un intervalle de 25 à 35cm l'un par rapport à l'autre;
- Les blocs roues porteuses (roue pneu type agricole 5.00 x 15) disposent chacun un réglage en hauteur ;
- Les axes 6 pans d'entraînement des éléments semeurs et entre les roues porteuses de longueur 1.5 m ;
- Le mécanisme d'entraînement de la distribution (roue et boîte de vitesse).

9.1.3. Élément semeur

Chaque élément semeur possède sa trémie, sa distribution et ses organes d'enterrage et de recouvrement. La liaison avec le châssis peut se faire avec un parallélogramme.

9.1.3.1. Trémie

La trémie constitue la réserve de graines. Elle est de forme trapézoïdale à parois inclinées, elle est en tôle noire de 1 mm d'épaisseur permettant l'écoulement optimal de la

semence, avec vidange par trappe à leur base et un couvercle amovible qui assure l'étanchéité. Chaque trémie alimente un rang, leur capacité de 12 litres est offre une autonomie de semis importante.

9.1.3.2. Parallélogramme

L'élément semeur est relié au châssis par l'intermédiaire d'un parallélogramme déformable, il assure la régularité de profondeur de semis et possède la faculté de reste parallèle au sol en toutes positions. Il assure ainsi à l'élément semeur une stabilité, permettant un semis régulier quelque soient les profils ou microrelief des parcelles.

Pour maintenir la profondeur de semis constante, ce qui est très important pour la régularité de la levée et de la suite du développement de la culture ; tous les éléments semeurs sont équipés de deux ressorts de compressions qui offrent la possibilité d'ajuster la pression au sol et de maintenir ainsi la profondeur de semi à un niveau constant.

9.1.3.3. Distribution mécanique

L'élément distributeur est en aluminium. Il a une forme cylindrique de 58mm de diamètre, et de 30mm d'hauteur, qui porte sur son pourtour des trous, avec plusieurs dimensions. Chaque élément correspond à une culture.

L'élément distributeur contient un alésage central de 20mm de diamètre, et est muni d'une rainure de 6 mm, qui permet sa fixation par l'intermédiaire d'une clavette sur l'axe d'entraînement rainuré.

9.1.3.4. Mise en terre

L'ouverture de sillon est assurée par un soc long, en fer plat acier (45S7) de 6mm d'épaisseur, qui permet une part l'ouverture plus progressive de sillon et d'autre part une meilleure stabilité de l'élément semeur.

9.1.3.5. Recouvrement

Elle sert au rappuyage et a la fermeture de lit de semences. C'est une roue en tôle acier de 3mm d'épaisseur, avec un diamètre de 200 mm.

9.1.4. Mécanisme d'entraînement et boîte de vitesses

La boîte de réglage se trouve à l'extrémité droite de châssis, elle comporte un jeu des pignons interchangeable (10 pignons). Son entraînement est assuré par deux roues. L'entraînement de l'élément semeur par chaîne.

9.2. Choix des matériaux (éco conception)

Avant de choisir les matériaux avec lesquels seront fabriqués les différentes pièces ou composantes de notre semoir, il serait intéressant de prendre en considération le côté environnemental.

Prendre en compte la protection de l'environnement dans la conception des produits ou des machines agricoles, en plus concis « éco-conception », voilà bien un projet séduisant mais une mise en œuvre très complexe.

Partant du stade de conception, de la fabrication, puis de l'utilisation jusqu'à la fin de son existence sous forme de déchets ultimes, le produit sera en interaction avec l'environnement ; il aura des effets sur le milieu naturel et l'homme dont le bénéfice ou la nuisance se hiérarchise d'une part en impact économique, mais aussi en appréciation d'apparence subjective, qu'il serait opportun de quantifier.

9.2.1. Définition

L'éco-conception est une démarche de conception de produit qui doit permettre, à performances égales, de minimiser ses impacts environnementaux, tout au long de son cycle de vie, dans un processus d'amélioration continue et à coût maîtrisé.

De manière pratique, l'entreprise pourra mettre en œuvre des actions de conception en intégrant la prise en compte de l'environnement.

Tout procédé ou produit a des impacts sur l'environnement et ce, notamment, au niveau de cinq étapes principales du cycle de vie, liées à des acteurs différents : Vos fournisseurs, votre usine, la logistique, vos clients et les filières de traitement des déchets.

La conception des produits se doit d'intégrer aujourd'hui ces impacts pour les minimiser, notamment sur deux axes majeurs :

La machine elle-même, qui signifie : les matières premières (distribution) et les substances ; et son utilisation, qui signifie : L'énergie, la pollution de l'air, la pollution de l'eau, la pollution des sols et les déchets.

9.2.2. Les impacts de l'industrie agricole sur l'environnement

Comme tout secteur industriel, les Industries Agricole génèrent des impacts sur l'environnement. Ceux-ci sont connus et généralement bien maîtrisés. Parmi les activités les

plus sensibles, on peut citer les traitements de surface, la peinture, le dégraissage, l'usinage et la transformation des métaux, les traitements thermiques...

Les principaux impacts de ces activités concernent la production de déchets solides (copeaux et particules métalliques...), d'effluents liquides (fluides pour le travail des métaux et solvants usés, huiles de graissage, bains usés de traitements de surface) ou les rejets atmosphériques (composés organiques volatils, vapeurs acides...).

D'autres rejets, pourtant émis hors des murs de l'entreprise, sont également imputables au produit : il s'agit de ceux générés par les fournisseurs de matériaux et composants entrant dans la composition de produits. Il faut également en tenir compte dans une démarche d'éco-conception.

Dans notre conception il faut tenir en compte deux facteurs importants, l'une sur la machine elle-même et l'autre sur son utilisation.

Pour le premier cas, on prend l'exemple de système de distribution : la conception de ce système se fait à partir d'un matériau bien précisé en fonction de la température de milieu, pour éviter le problème de dysfonctionnement de ce système.

Et pour le deuxième cas, on a la pollution de sol l'hors de l'utilisation de machine par la présence des produits abandonnés, les métaux lourds non biodégradables et bio-accumulables qui peuvent se diffuser dans les sols et perturber les écosystèmes.

9.3. Projection des différents organes

9.3.1. Châssis

Le châssis est constitué d'une poutre métallique de section rectangulaire (tube mécanique carré 100x100) avec une longueur de 1800 mm. Il sert de support pour les différents éléments du semoir. (Fig.27).

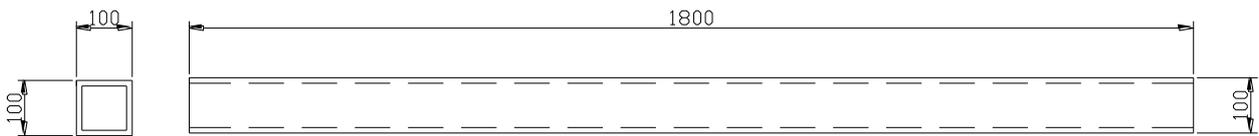


Figure 27 : Poutre de semoir.

9.3.2. Attelage

C'est le moyen de liaison entre le semoir et tracteur, et constitue de trois points. (Fig.28).

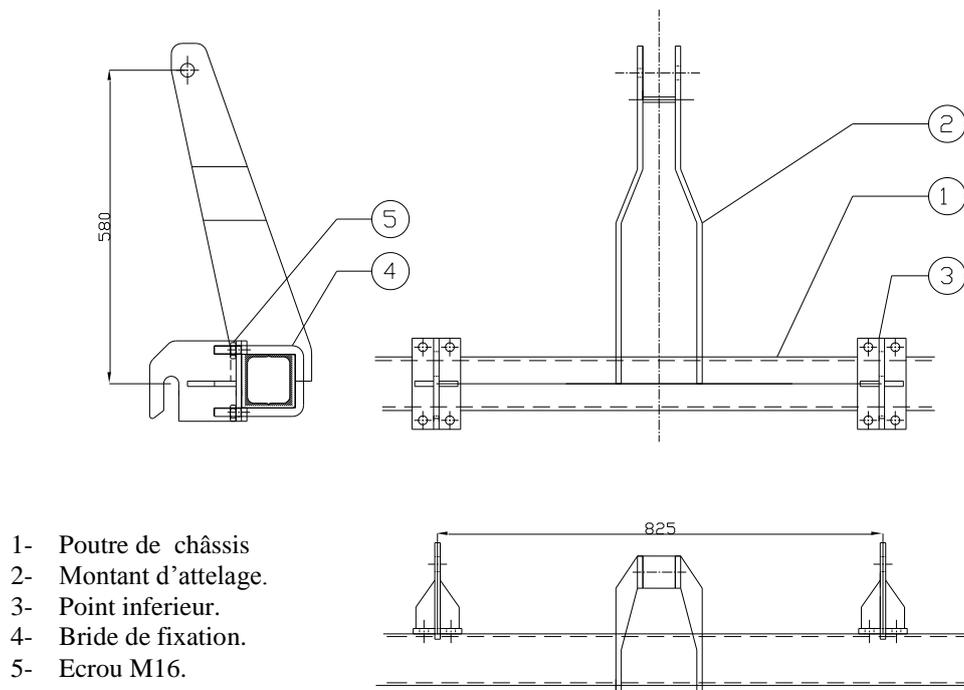
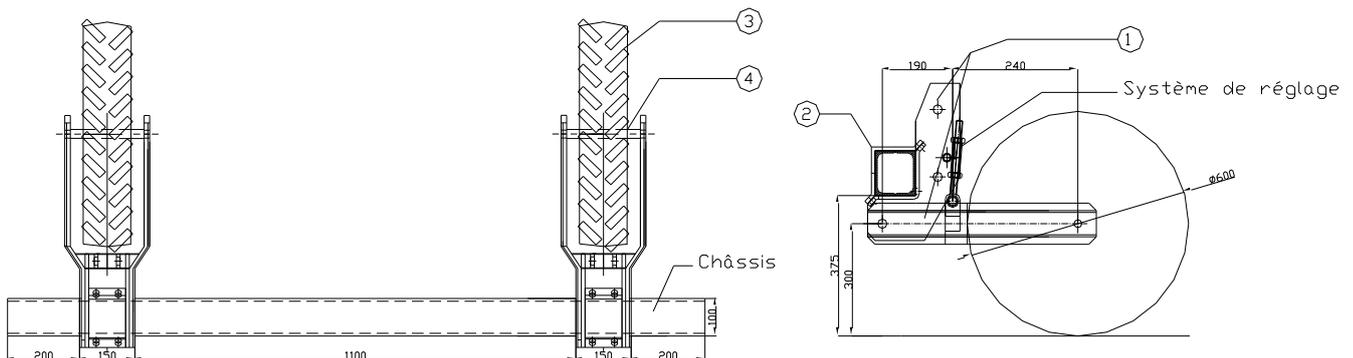


Figure 28 : Système d'attelage.

9.3.3. Bloc roue

Il porte tout le semoir. Il est constitué par une fourche qui porte la roue d'entraînement, deux plaques (les deux éléments reliés entre eux par un système de réglage en hauteur) pour que les bras de parallélogramme des éléments semeurs soient horizontaux lorsque le semoir est posé au sol et les éléments sont en terre. Il comporte aussi une roue agraire de (5.00/15) et un tendeur pour régler la tension de la chaîne de transmission. (fig.29).



- 3- Bloc roue.
- 4- Contre bride.
- 5- Roue.
- 6- Moyeu avec essieu.

Figure 29 : Bloc roue.

9.3.4. Elément semeur

Chaque élément semeur possède sa trémie, sa distribution, ses organes d'enterrage, de recouvrement et de contrôle de profondeur par le parallélogramme.

L'élément semeur est relié au châssis par un parallélogramme déformable, ce qui lui confère la faculté de rester parallèle au sol en toutes positions. (fig.26).

9.3.4.1. Trémie

Elle constitue la réserve de graines. Chaque trémie alimente un rang (semoir multi-trémie). La trémie a une forme trapézoïdale (tôle galvanisée épaisseur 1 mm) d'une capacité de 8 litres, qui assure une autonomie de semis importante pour les cultures maraîchères. La vidange des trémies s'effectue par une trappe à leurs bases, une ouverture de 40x30mm. Un couvercle amovible assure l'étanchéité et permet de récupérer les graines lors des vidanges. (fig.30).

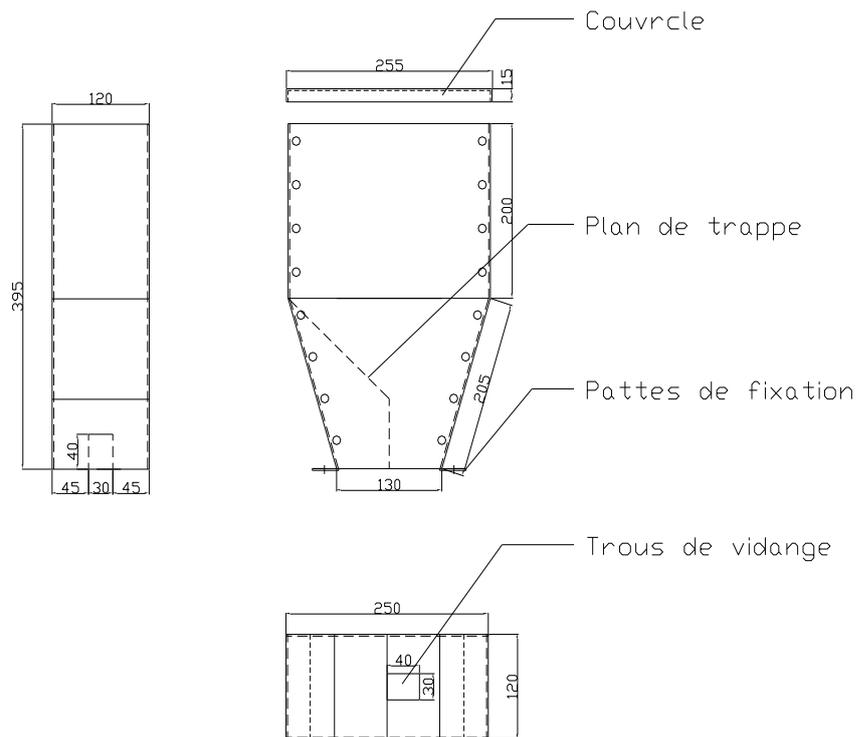


Figure 30 : Trémie.

9.3.4.2. Distribution

L'élément distributeur est fabriqué avec un alliage d'aluminium, fabriqué au niveau de l'atelier d'usinage de MAGI. Il a une forme cylindrique avec 80mm de diamètre, et de 30mm d'hauteur, qui porte sur son pourtour des alvéoles ou des trous, avec plusieurs dimensions. Chaque élément correspond à une culture.

L'élément distributeur contient un alésage central de 20mm de diamètre, et est muni d'une rainure de 6 mm, qui permet sa fixation par l'intermédiaire d'une clavette sur l'axe d'entraînement rainuré.

Tous les éléments distributeurs ont les mêmes dimensions, mis à part les dimensions des trous et des alvéoles périphériques.

La partie centrale de l'élément distributeur comportant les trous et alvéoles est réduite à un diamètre de 78 mm pour les graines moyennes et de 79 mm pour les petites graines, pour créer un jeu pendant de rotation. Les parties extérieures (5mm de chaque côte) gardent toujours un diamètre de 80 mm pour assurer le guidage et la parfaite rotation de l'élément distributeur.

9.3.4.2.1. Différente forme de l'élément distributeur

- Eléments distributeur de la Gamme T

- Elément T₁

C'est un cylindre avec une rangée de 20 trous de 2 mm de diamètre, une profondeur de 2 mm avec un fond arrondi. Cet élément convient pour les graines de carotte et d'oignon (semi en ligne). (fig.31).

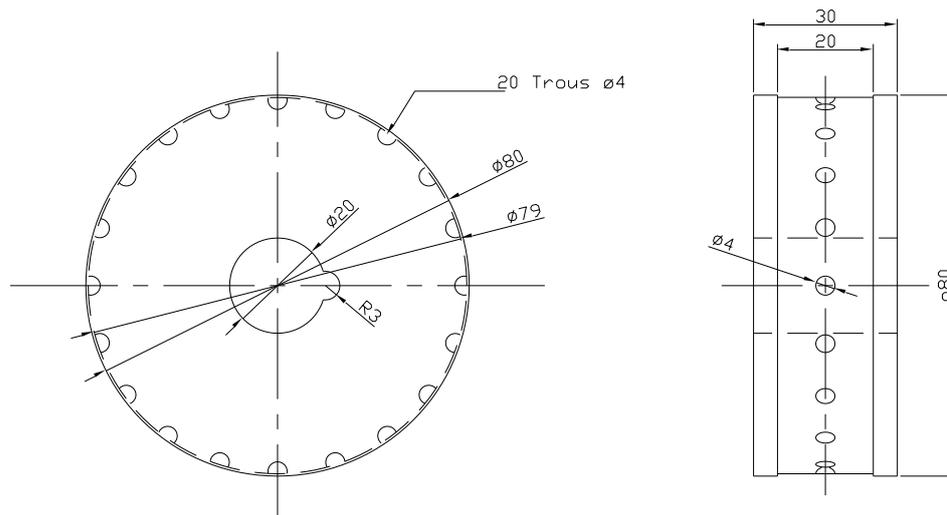


Figure 31: Elément distributeur T1

- Elément T₂

C'est un cylindre avec une rangée de 16 trous de 6 mm de diamètre, une profondeur de 3 mm avec un fond arrondi. Cet élément convient pour les graines de betterave et de persil (semi en ligne). (fig.32).

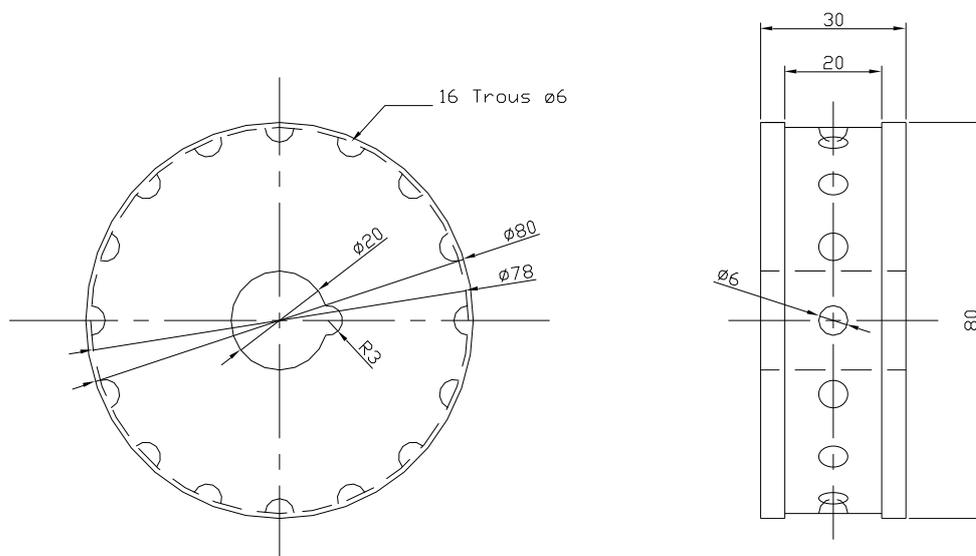


Figure 32: Elément distributeur T2.

- Elément T3

Un cylindre avec une rangée de 12 trous de 10 mm de diamètre et une profondeur de 8 mm. Il convient pour les grains de pois. Avec cette forme en peut avoir une graine dans chaque trou. (fig.33).

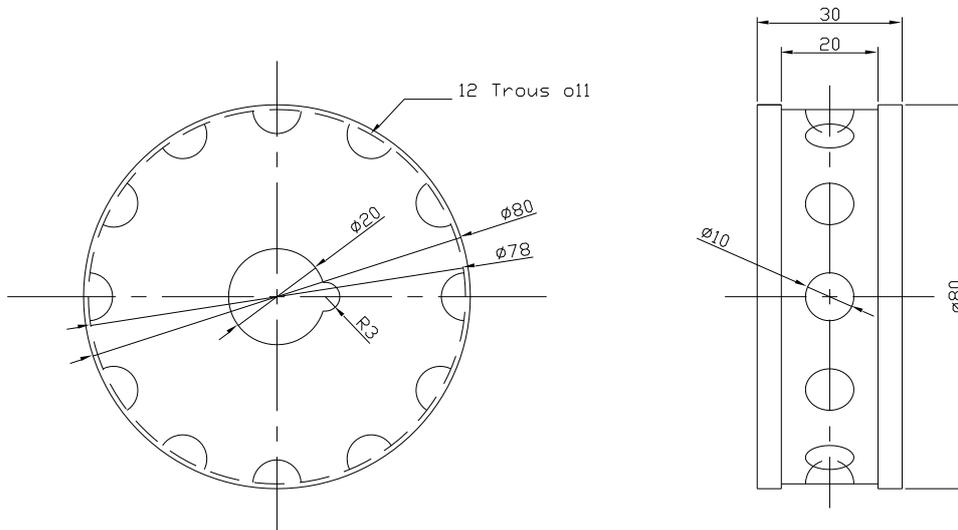


Figure 33: Elément distributeur T3.

- Elément distributeur de la Gamme V

- Elément V₁

Un cylindre avec une rangée des 8 alvéoles, Les alvéoles ont une profondeur de 11 mm, et de dimension 10 sur 15. Il convient pour les grains d'haricot. Cette forme qui porte une graine dans chaque alvéole a été choisie après plusieurs essais préliminaires. (fig.34).

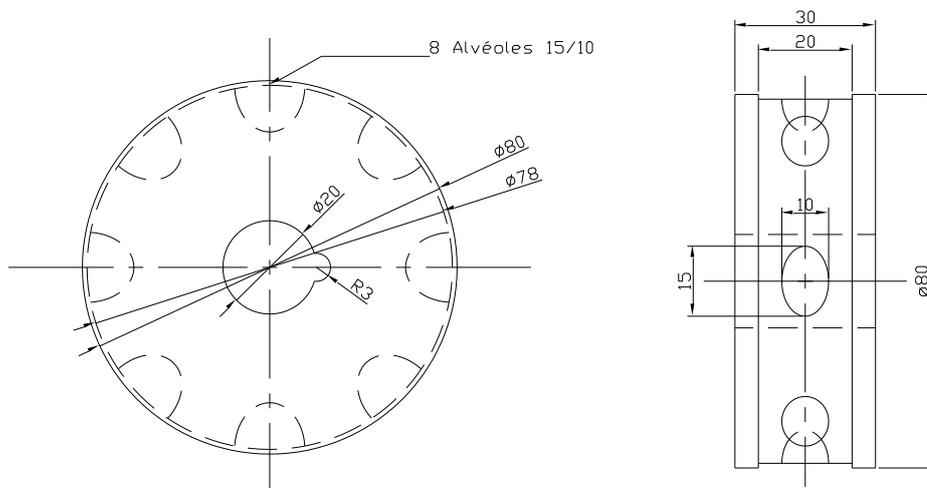


Figure 34: Elément distributeur V1.

- Elément V2

Un cylindre avec une rangée des 8 alvéoles, Les alvéoles ont une profondeur de 8 mm, et de dimension 5mm sur 10. Il convient pour les grains de maïs. (fig.35).

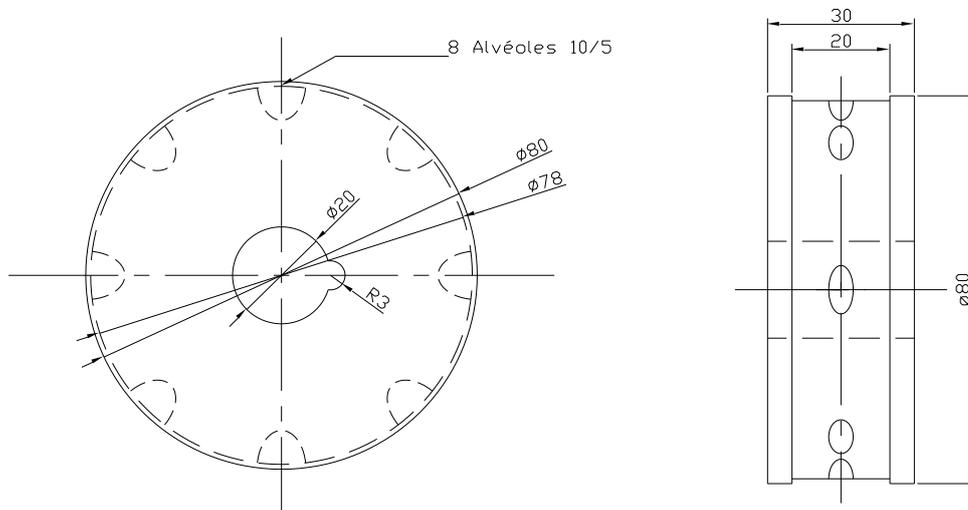


Figure 35: Elément distributeur V2.

9.3.4.2.2. C ouvert de l'élément distributeur

C'est un demi-cylindre qui couvre la moitié de l'élément distributeur, il est fabriqué en tôle galvanisée de 1 mm d'épaisseur. La fixation se fait à la base de la trémie par des boulons H. M6x10. (fig.36).

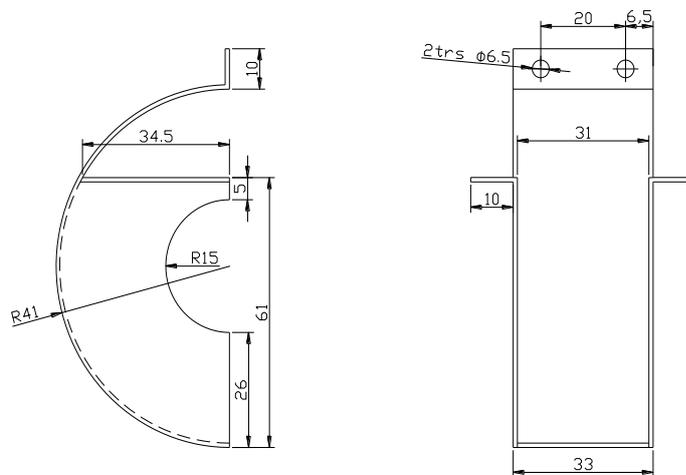


Figure 36: Couvert de l'élément distributeur.

9.3.4.3. Tube de descente

Il est placé juste au dessous de couvert qui contient l'élément distributeur. Il est muni d'un entonnoir et il est fixé à l'aide de crochets à la trémie. Il assure le transport des graines de l'élément distributeur vers le l'élément d'enterrage.

C'est un tube en plastique souple, avec un diamètre de $\varnothing 25$ mm et de 275 mm de longueur. (fig.37).

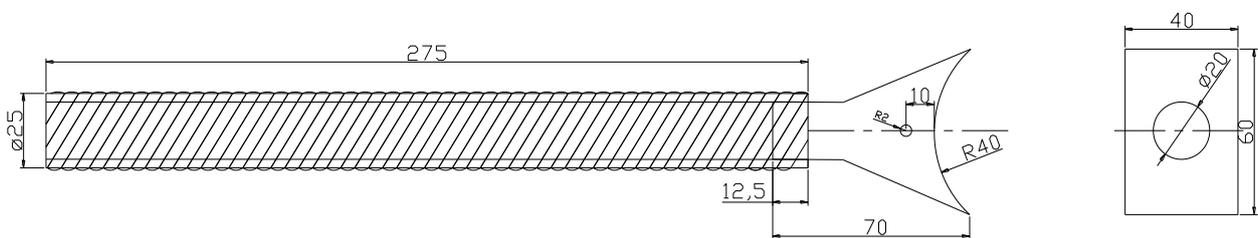


Figure 37: Tube de descente.

9.3.4.4. Organe de mise en terre (soc ouvreur)

L'ouverture du lit de semences est assurée par des socs en tôle d'acier (24cd4) de 4 mm d'épaisseur, avec leur forme d'étrave fuyante qui ouvre un sillon de manière progressive, et adopter au lit de semences bien émiettés.

On peut agir sur l'étrave pour changer la profondeur de semi, par retournement de ce dernier.

Le soc est composé par deux tôles de 40x120x4, entre autre il ya l'étrave, une tôle de 45x55x15, fixer par un boulon H, M8x15. On a deux types de soc, un pour le semis grain à grain, et autre pour le semis large en ligne (bande).

Le soc ouvreur est monté sur l'élément semeur par un âge (fer plat 25x15x230) avec un boulon de serrage H, M8x15. (fig.38 et 39).

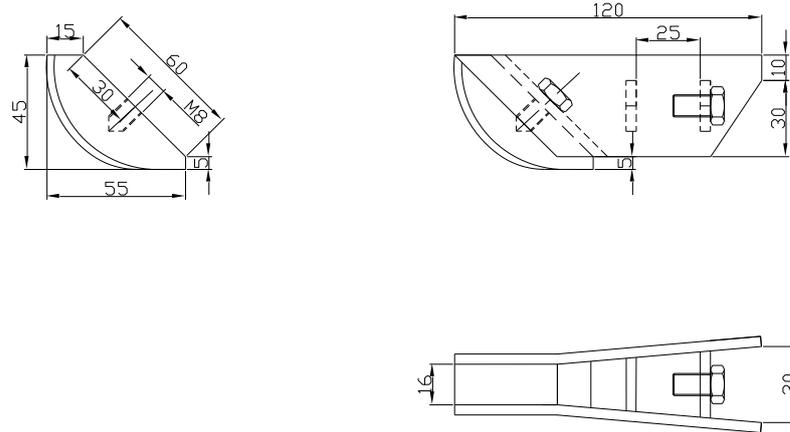


Figure 38: Soc de semis superficiel

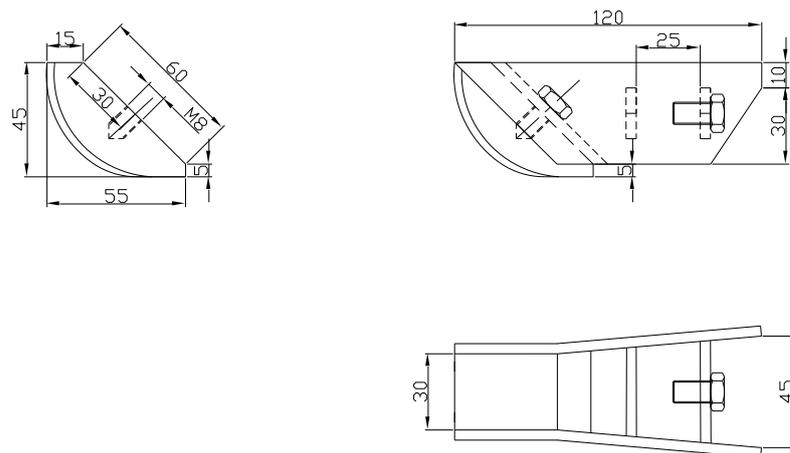


Figure 39: Soc de semis moyen

9.3.4.5. Socs couvreur

La dernière opération après la mise des graines dans le sillon, c'est la fermeture de sillon par le soc couvreur.

Ce dernier est composé par deux tôles triangulaires (tôle acier 42cd4) Ep : 5mmx100x60, soudé d'une forme de V pour assurer le déplacement de terre et fermer le sillon.

Le soc couvreur est monté sur l'élément semeur par un âge (fer plat 25x15x270) avec un boulon de serrage H, M8x15. (fig.40)

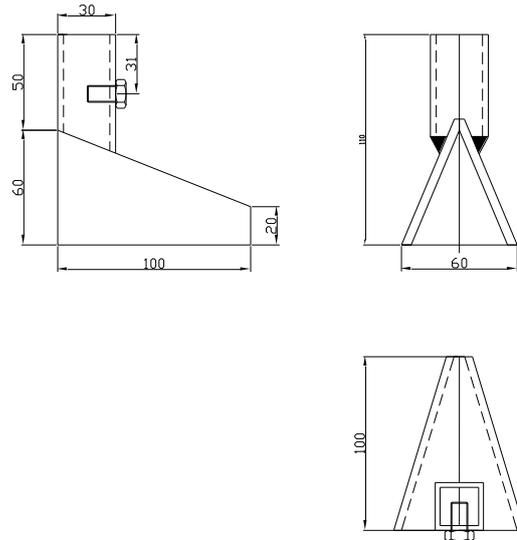


Figure 40: Soc couvreur.

9.3.5. Boite de distance

La boîte de distances se trouve soit à l'extrémité droite, soit à l'extrémité gauche du châssis. La boîte comporte un jeu de pignons interchangeables (10 pignons).

Pour modifier le rapport, on baisse le levier tendeur et on effectue le changement de pignons puis retendre la chaîne à l'aide du levier. (fig.41).

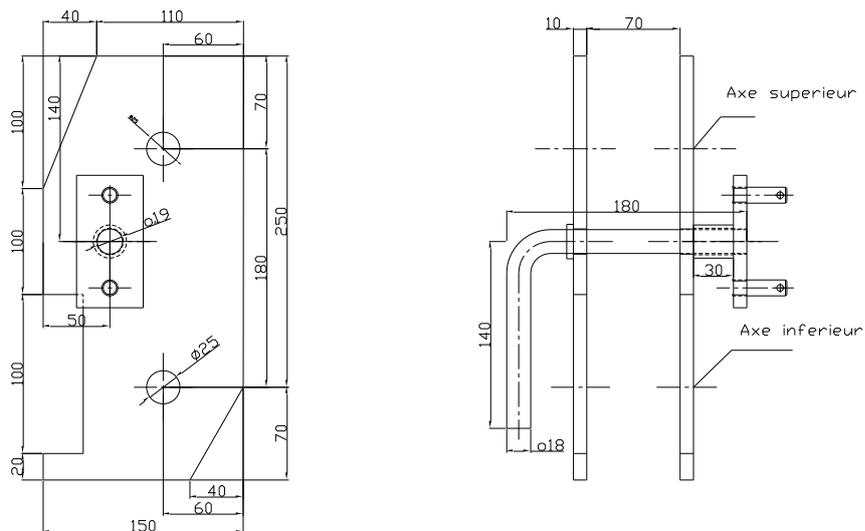


Figure 41: Boite de distance.

10. CALCULS DE RESISTANCE

Introduction aux calculs de résistance

De nos jours, le développement de la conception, et plus particulièrement dans le domaine de la construction mécanique, est toujours croissant. Par conséquent, les calculs concernant ces conceptions doivent être exécutés en utilisant des outils plus avancés afin d'assurer la fiabilité des résultats.

Pour déterminer la résistance mécanique ou le comportement d'une structure donnée ou d'un élément de machine sous de diverses situations de charge, plusieurs logiciels existent sur le marché, nous citerons par exemple AUTOCAD, SOLIDWORKS, CATIA, MATLAB et SAP ces différents programmes informatiques utilisent les notions vectorielles et matricielles pour le calcul des différentes contraintes au niveau des structures ou des pièces analysées. Ces notions sont illustrées par la METHODE DES ELEMENTS FINIS. On présente la méthode des éléments finis comme une méthode utilisée pour résoudre des problèmes de physique ou plus généralement des équations différentielles avec conditions aux limites.

La fonction d'analyse par éléments finis (FEA- Finite Element Application) est une procédure puissante permettant d'obtenir des solutions numériques aux problèmes de stabilité de déformation et de contraintes pour tous matériaux malléables et élastiques.

La méthode des éléments finis consiste à subdiviser ou discrétiser la pièce considérée en un ensemble d'éléments finis qu'on appelle maillage qui est triangulaire, cubique ou quadratique selon la forme de la pièce et de la précision recherchée. Ce maillage permet d'analyser la distribution des efforts, des déplacements et des contraintes sur toute la surface de la pièce et d'en prévoir ainsi la réaction au niveau de n'importe quel point, appelé nœud, de la surface de la pièce considérée.

Pour notre travail, qui consiste à calculer le comportement des pièces les plus sollicitées de notre semoir nous avons utilisé le module AMEF (analyse par la méthode des éléments finis) du programme informatique AutoCAD. Les résultats obtenus sont illustrés par des figures de la pièce étudiée montrant par des courbes iso - contraintes et iso - déformations le comportement de la pièce.

Les pièces étudiées de notre semoir sont celles les plus sollicitées et elles sont respectivement :

- la liaison du semoir avec le tracteur
- le châssis du semoir
- le bloc roue

Les comportements de ces différentes parties sont illustrés par :

- la répartition des contraintes normales
- la répartition des contraintes de cisaillement
- la déformation de la pièce après sollicitation.

L'intérêt de cette étude est d'optimiser la fabrication des différentes pièces, c'est-à-dire dimensionner correctement la pièce et choisir correctement le matériau à utiliser ou bien si les dimensions et ou le matériau sont imposés, cette méthode permettra une vérification de résistance. Actuellement au niveau des entreprises algériennes de fabrication des machines agricoles, les aciers utilisés sont généralement ordinaires c'est-à-dire de moyenne résistance mécanique.

Pour cela des calculs de résistances des matériaux relatif aux contraintes ont été réalisées par la méthode des éléments finis, pour cela nous avons choisi un maillage triangulaire suffisant pour l'étude des déformations planes.

Les calculs ont portés respectivement sur :

- **Les contraintes normales** suivant les axes X et Y :

Suivant l'axe X $\sigma_x = \frac{N_x}{S}$ X : sens d'avancement..... n° :01

Suivant l'axe Y..... $\sigma_y = \frac{N_y}{S}$ Y : sens perpendiculaire..... n° :02

- **Les contraintes de cisaillements** suivant XY :

$$\tau_{xy} = \frac{T_{xy}}{S} \dots\dots n^\circ :03$$

- **La contrainte de VON MISES** qui est une résultante composée de

$$(\tau_{xy} \text{ et } \sigma_x) \quad (\tau_{xy} \text{ et } \sigma_y)$$

La relation donnée par VON MISES est :

Contrainte idéale $\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3(\alpha_0 \tau)^2}$ n° :04

Avec : σ = Contrainte normale.

τ = Contrainte tangentielle

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{ad}}{\sqrt{3} \tau_{ad}}$$

10.1. Calcul du dispositif d'attelage

Les résultats sont illustrés sur les figures (fig.42 à fig.47) suivantes, qui montrent par des courbes iso-contraintes la variation des différentes contraintes.

L'analyse des différentes valeurs de ces contraintes montre que des points les plus sollicités sont résumés sur le tableau suivant. (tableau 4).

Ces résultats montrent que les points les plus sollicités se situent aux nœuds 131 et 105.

Tableau 4 : les valeurs Maximales et Minimales de chaque contrainte (attelage).

Contraintes	Max/ Min	Valeurs	Nœuds	XY coords
Déplacement	max d [mm]	49.3588x10 ⁻³	6	839.28, 831.67
Contrainte Von Mises	Max σ_{xy} [N/mm ²]	3.9280	131	959.28, 261.67
Contrainte normale (X)	Max σ_x [N/mm ²] Min σ_x [N/mm ²]	0.6454 -2.0158	145 4	979.28, 201.67 819.28, 781.67
Contrainte normale (Y)	Max σ_y [N/mm ²] Min σ_y [N/mm ²]	4.4182 -3.6100	131 105	959.28, 261.67 1064.98, 391.09
Contrainte de cisaillement	Max T_{xy} [N/mm ²] Min T_{xy} [N/mm ²]	1.5260 -1.2225	105 129	1064.98, 391.09 979.28, 261.67

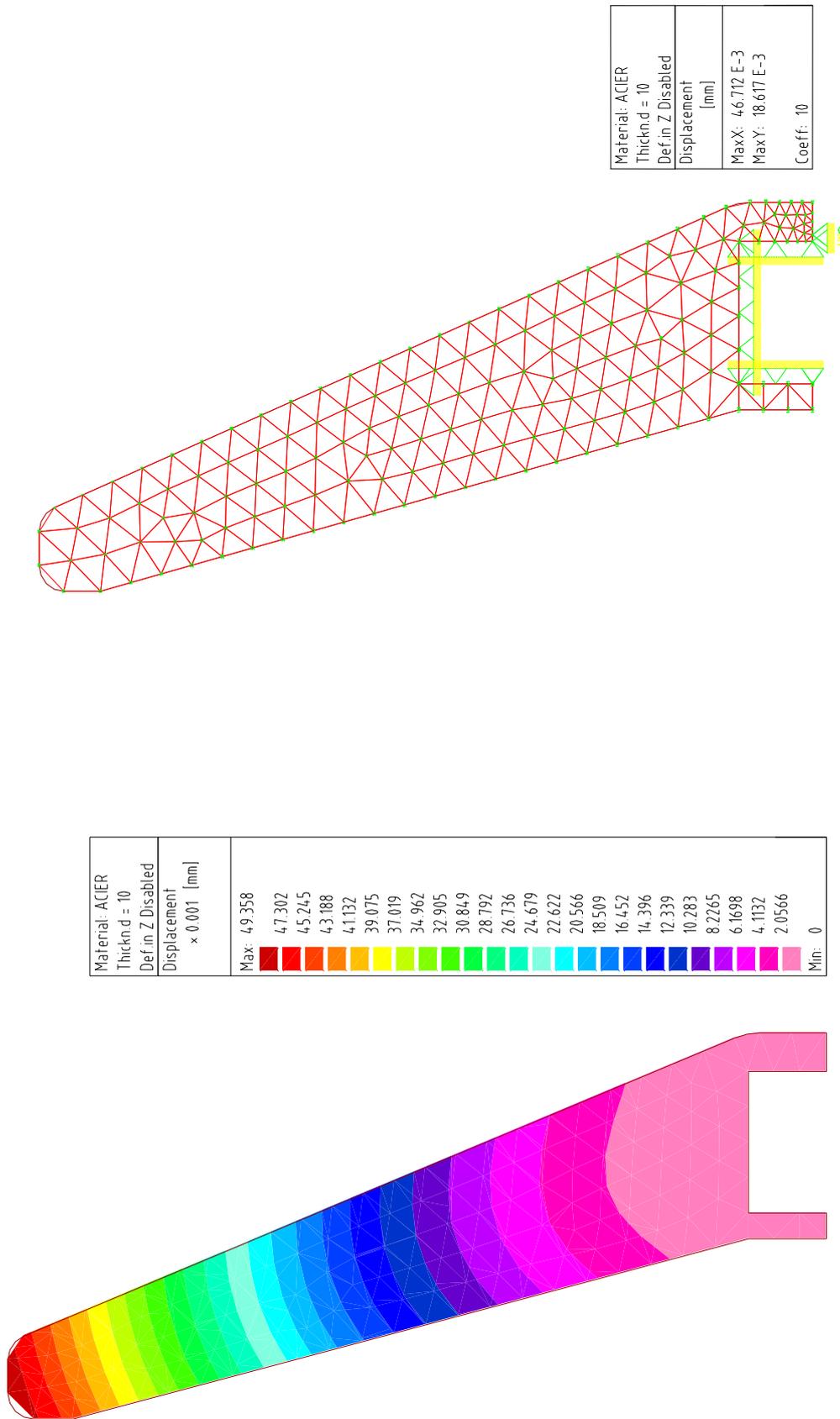


Figure 43: Déformation (déplacement).

Figure 42 : Maillage triangulaire.

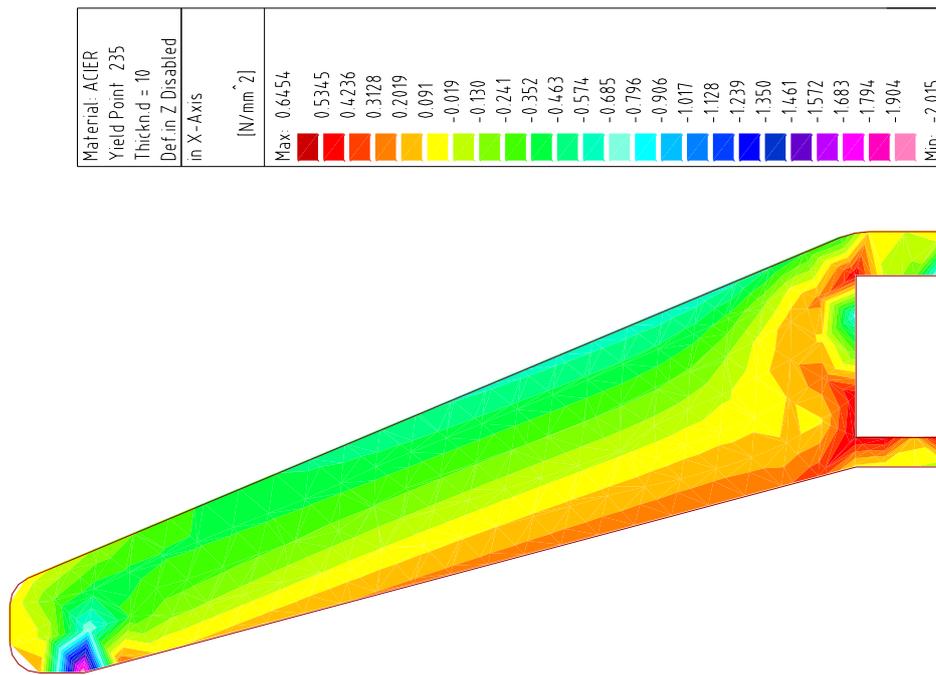


Figure 44 : Contraintes normales (X).

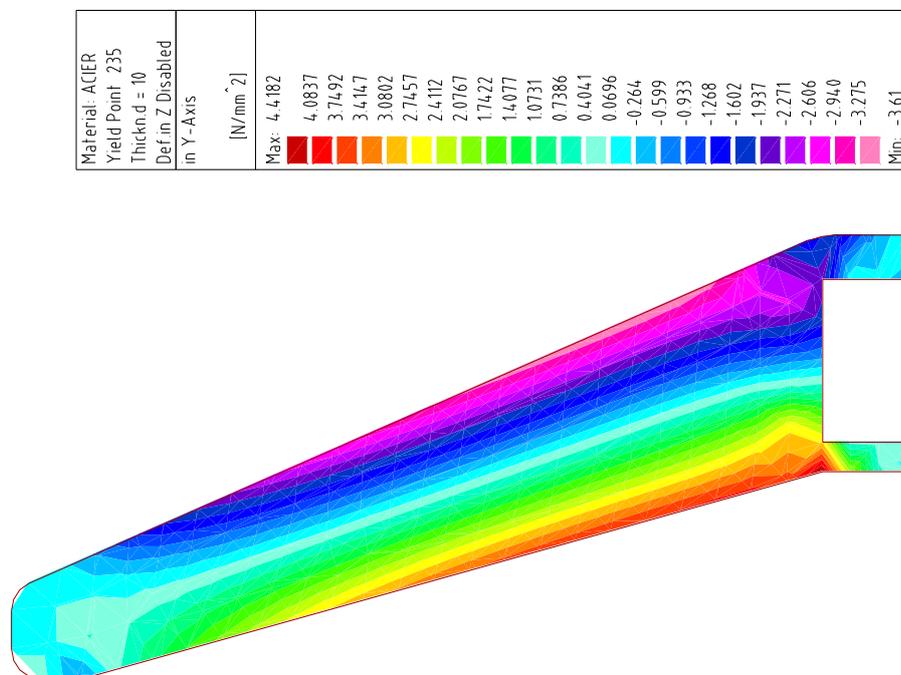


Figure 45 : Contraintes normales (Y).

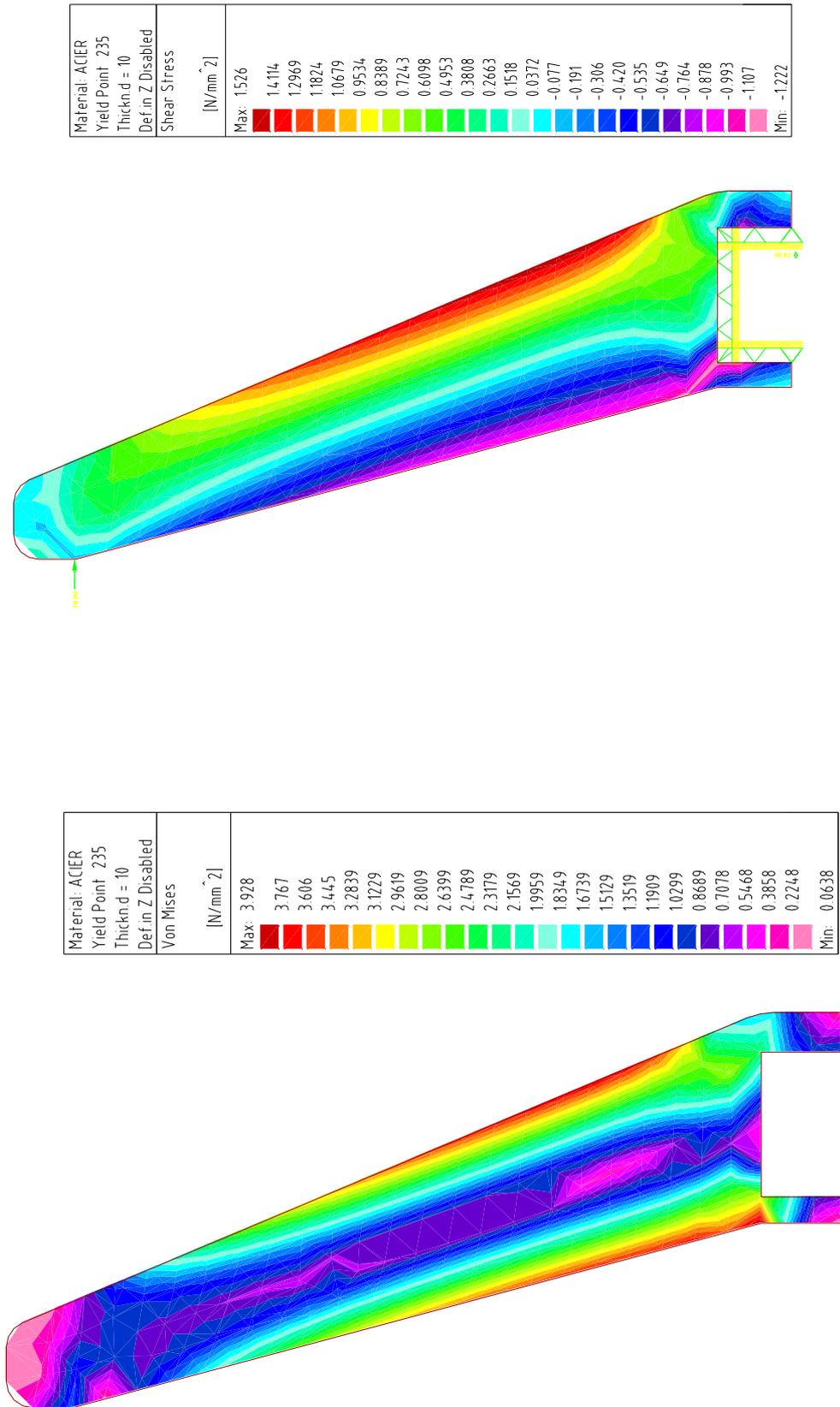


Figure 46 : Contrainte de cisaillement.

Figure 47 : Contrainte de VON MISES.

10.2. Calcul du châssis

Les résultats sont illustrés sur les figures (fig.48 à fig.53) suivantes, qui montrent par des courbes iso-contraintes la variation des différentes contraintes.

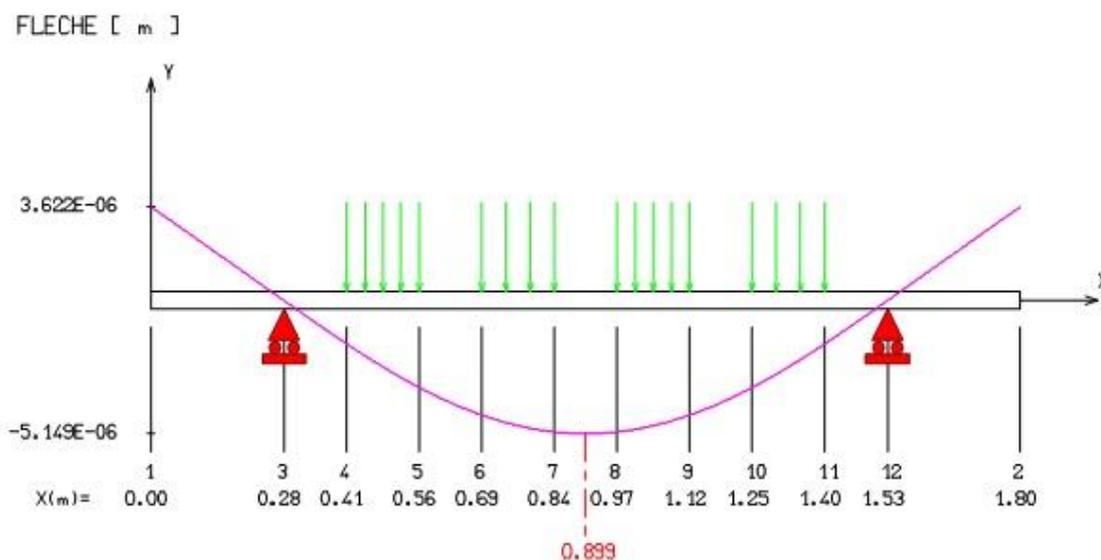


Figure 48: Déformation de la poutre de semoir.

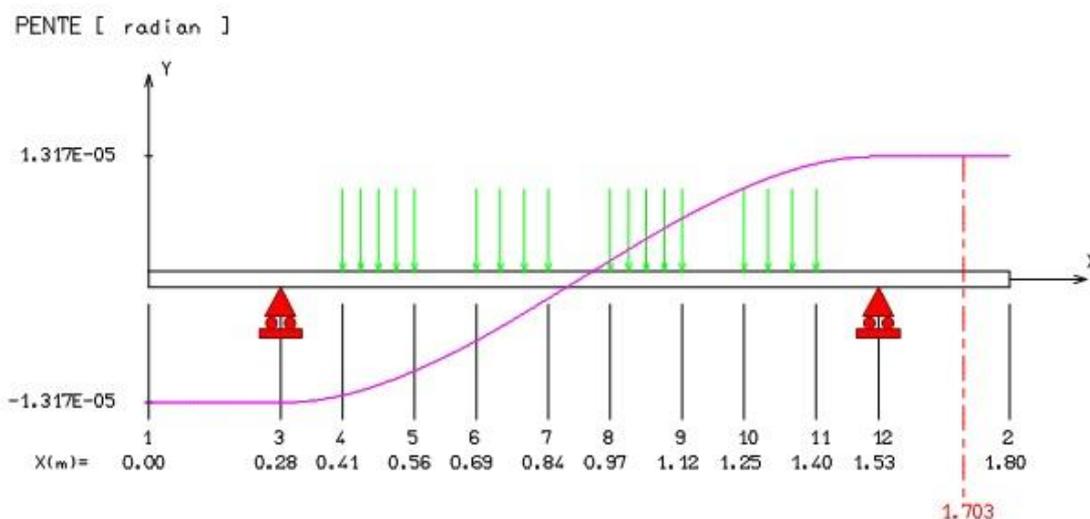


Figure 49: Pente de la poutre de semoir.

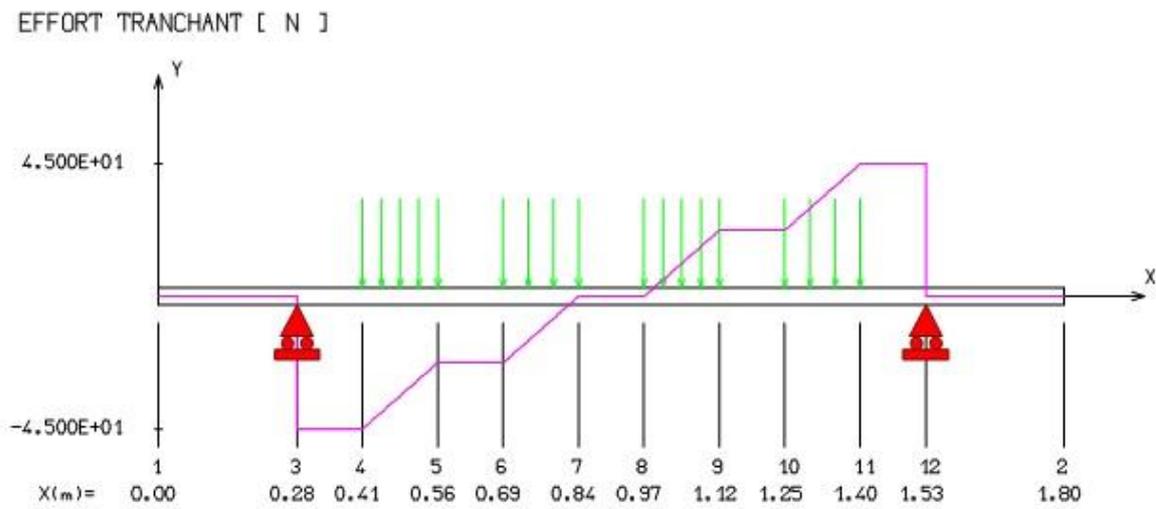


Figure 50: Effort tranchant de la poutre de semoir.

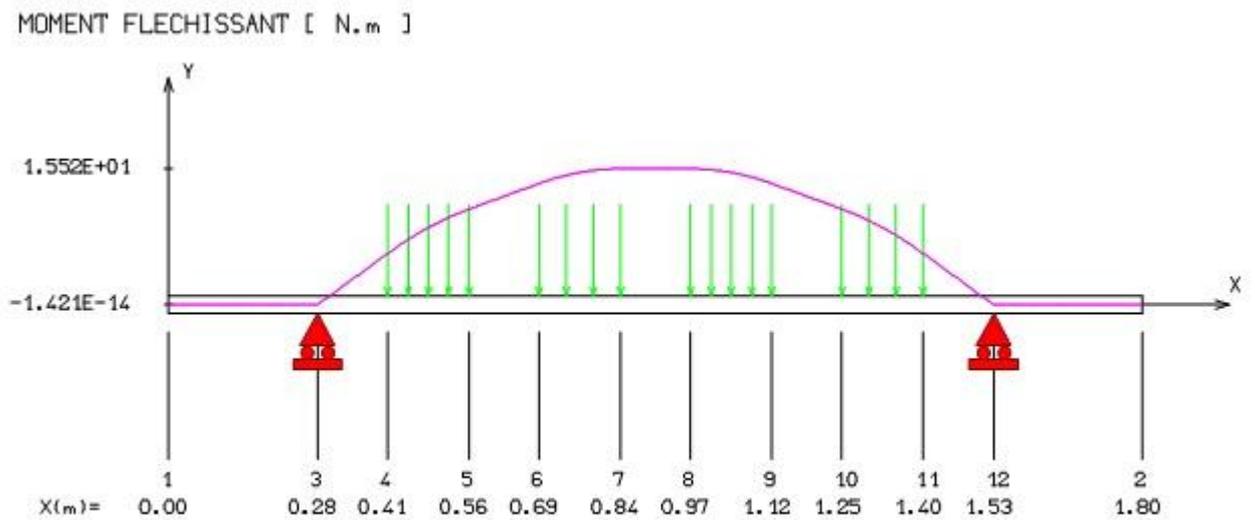


Figure 51: Moment fléchissant de la poutre de semoir.

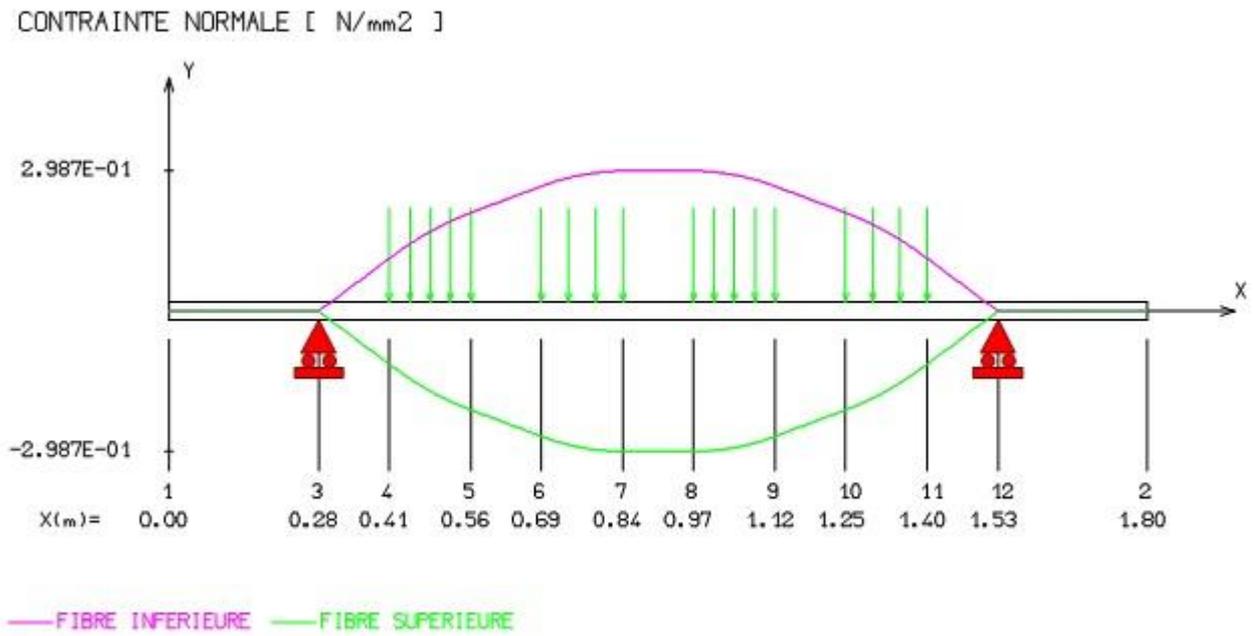


Figure 52: Contrainte normale de la poutre de semoir.

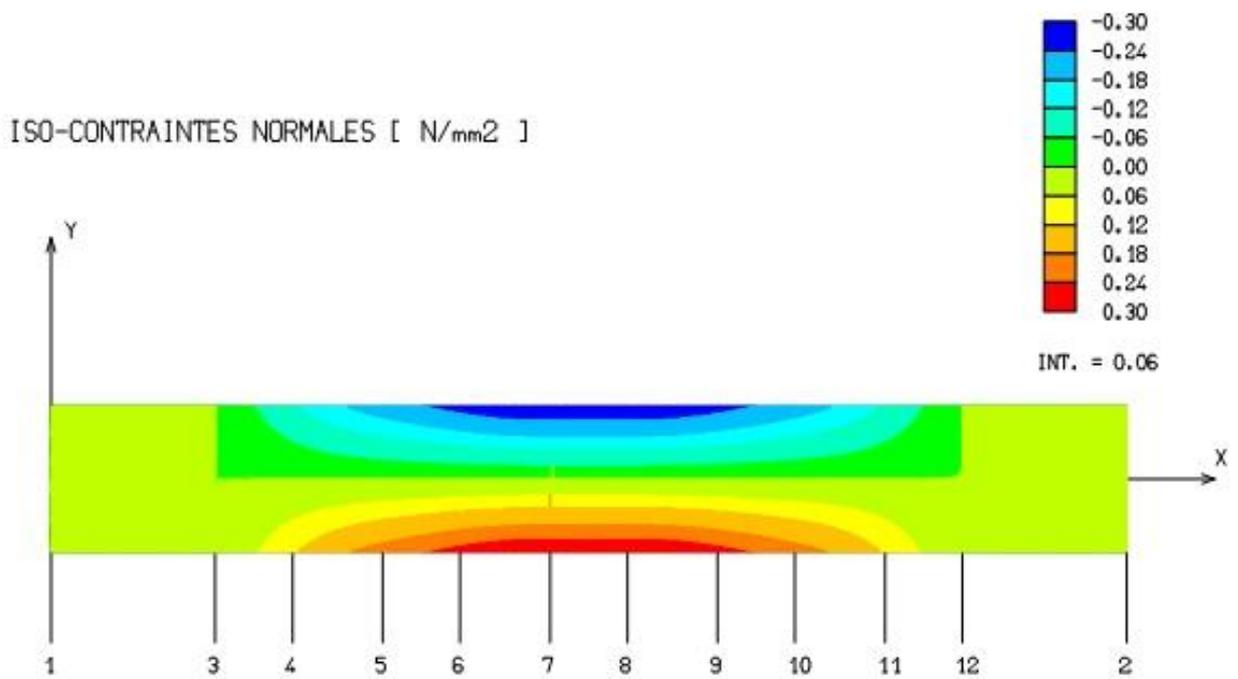


Figure 53: Iso-contrainte normale de la poutre de semoir.

L'analyse des différentes valeurs de ces contraintes montre que les points les plus sollicités sont résumés sur le tableau suivant. (Tableau 4).

Ces résultats montrent que les points les plus sollicités se situent aux nœuds :

(Les nœuds 3 et (7 à 8))

Tableau 5 : les valeurs Maximales et Minimales de chaque contrainte (châssis).

Contraintes	Max/ Min	Valeurs	Nœuds	XY coords
Déplacement	Max d_y [mm]	362.218×10^{-3}	0	0.00
	Min d_y [mm]	514.941×10^{-3}	(7 à 8)	899.00
Iso-contrainte normale (XY)	Max σ_x [N/mm ²]	2.987×10^{-1}	(7 à 8)	899.00
	Min σ_x [N/mm ²]	-2.987×10^{-1}	(7 à 8)	899.00
Contrainte de cisaillement	Max T_{xy} [N/mm ²]	45.00	3	275.00
	Min T_{xy} [N/mm ²]	45.00	12	1525.00

10.3. Calcul du bloc roue

Les résultats sont illustrés sur les figures (fig.54 à fig.59) suivantes, qui montrent par des courbes iso-contraintes la variation des différentes contraintes.

L'analyse des différentes valeurs de ces contraintes montre que des points les plus sollicités sont résumés sur le tableau suivant. (Tableau 6).

Ces résultats montrent que les points les plus sollicités se situent aux nœuds :

(Les nœuds 8, 9, 12 et 32)

Tableau 6 : les valeurs Maximales et Minimales de chaque contrainte (Bloc roue).

Contraintes	Max/ Min	Valeurs	Nœuds	XY coords
Déplacement	Max d [mm]	0.1626	123	1003.90, 1105.12
	Min d [mm]	-0.0386	1	885.87, 675.12
Contrainte Von Mises	Max σ_{xy} [N/mm ²]	192.0290	9	886.18, 730.12
Contrainte normale (X)	Max σ_x [N/mm ²]	79.6674	12	950.32, 675.12
	Min σ_x [N/mm ²]	-76.6908	32	936.40, 805.10
Contrainte normale (Y)	Max σ_y [N/mm ²]	41.6991	2	875.77, 717.79
	Min σ_y [N/mm ²]	-195.6560	8	861.18, 730.12
Contrainte de cisaillement	Max T_{xy} [N/mm ²]	33.0156	8	861.18, 730.12
	Min T_{xy} [N/mm ²]	-66.4325	9	886.18, 730.12

Conclusion

Cette partie est indispensable pour toute étude économique, pour évaluer plusieurs choses :

- ✓ Pour le choix du matériau (optimiser la conception de semoir).
- ✓ Pour l'évaluation du coût de revient de notre semoir.

En constate après les calculs de résistance de chaque sous ensemble, qu'il y a des points qui sont très sollicités. Donc ces points définir comment intervenir pour diminuer ces sollicitations ; que soit par renforcement des sous ensembles ou par l'augmentation et diminution de l'épaisseur de la pièce.

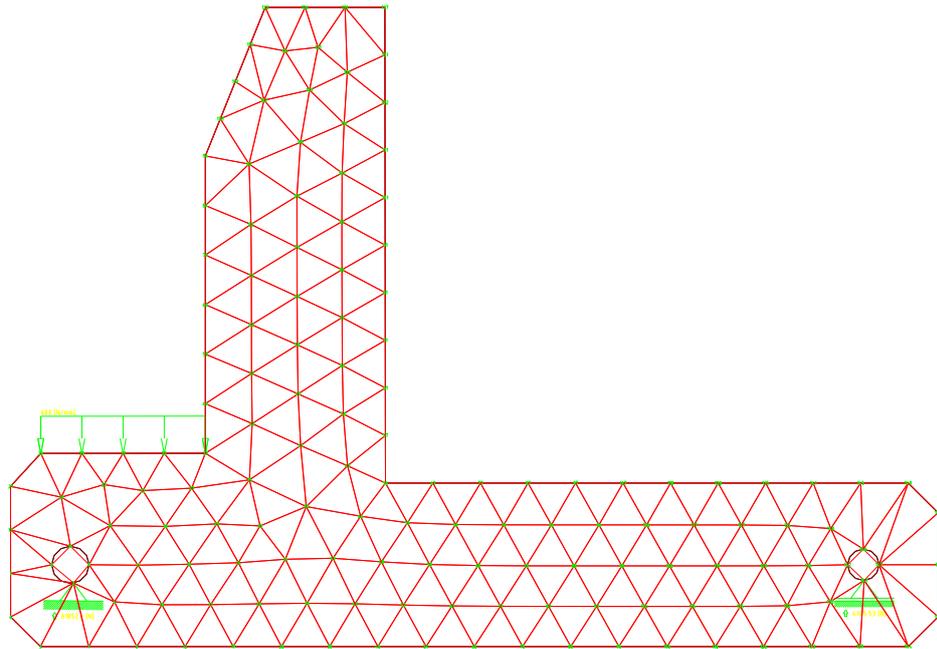


Figure 54 : Maillage triangulaire.

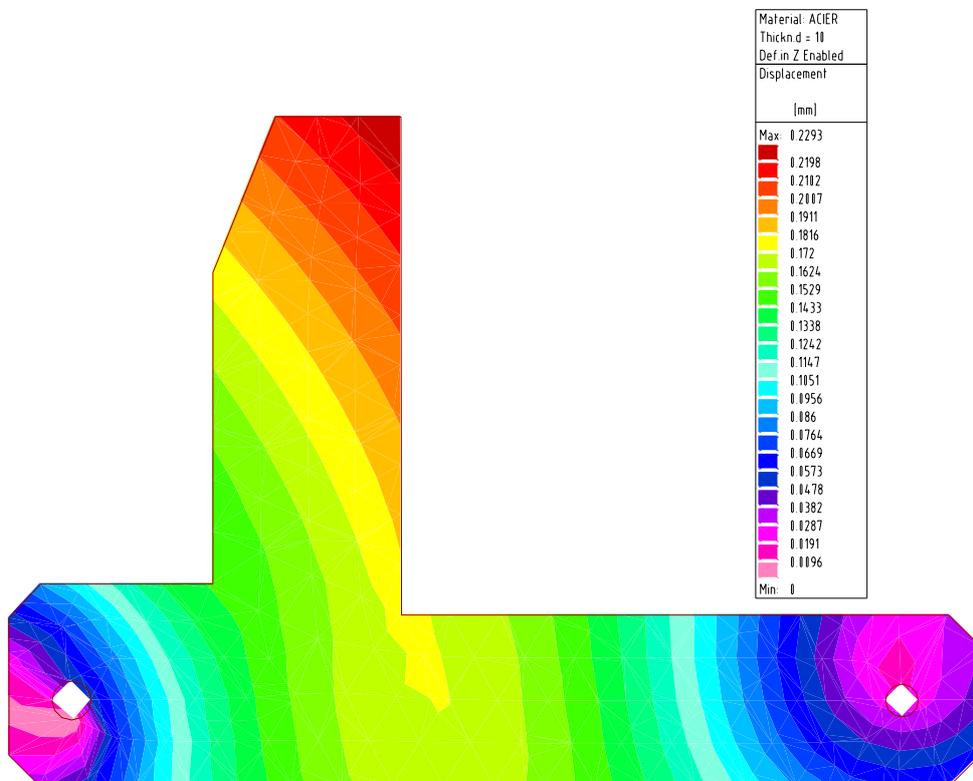


Figure 55 : Déformation (déplacement).

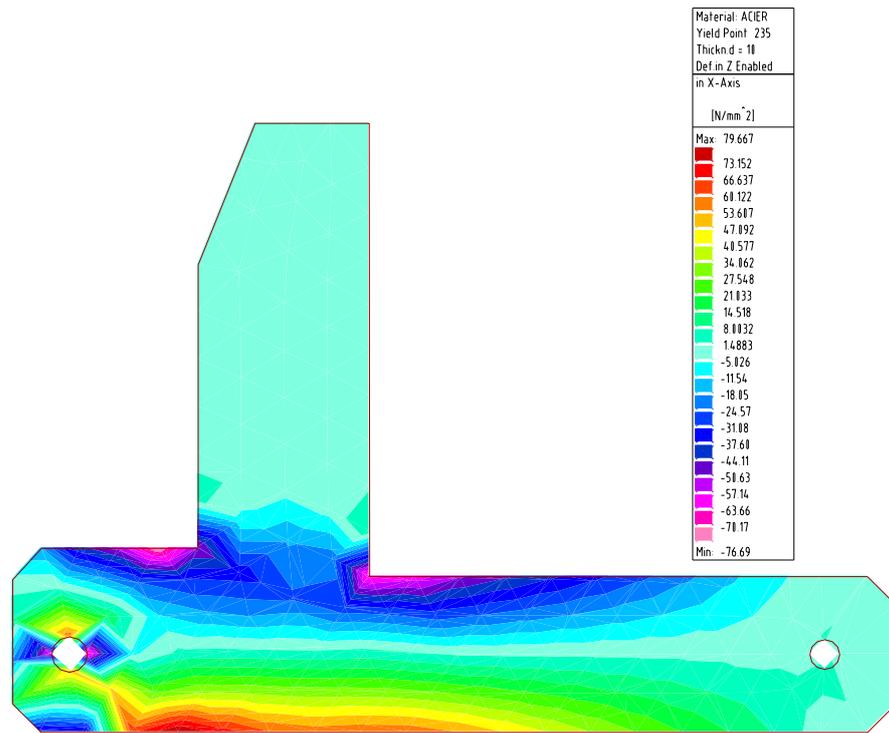


Figure 56 : Contraintes normales (X).

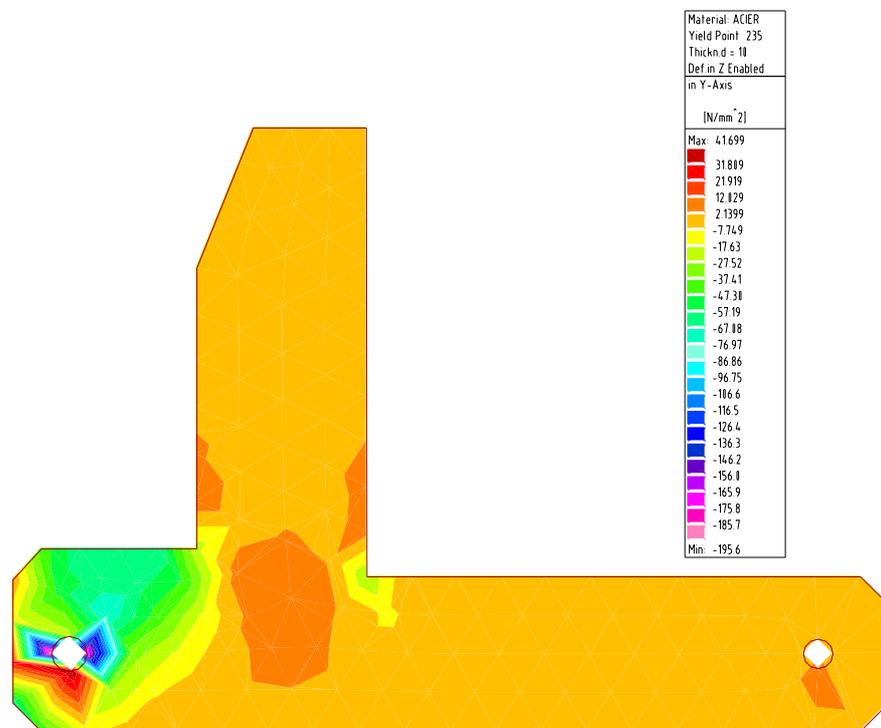


Figure 57 : Contraintes normales (Y).

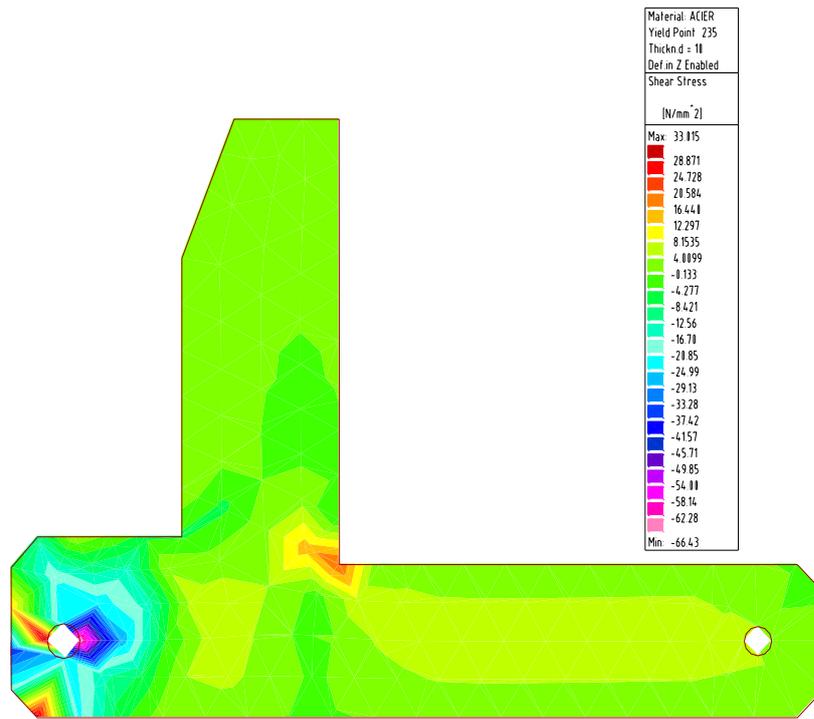


Figure 58 : Contraintes de cisailment.

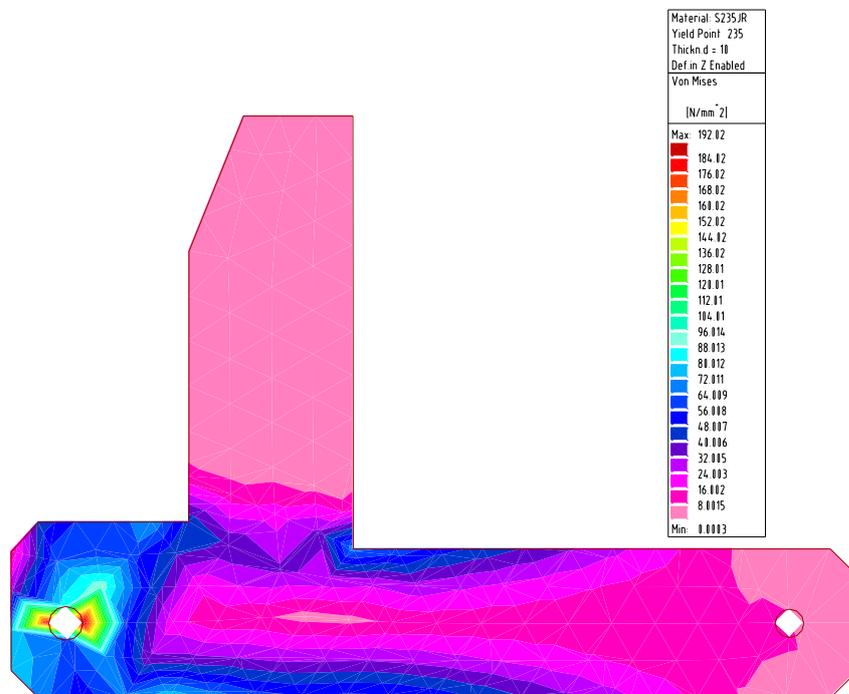


Figure 59 : Contraintes de VON MISES.

11- ETUDE ECONOMIQUE

Dans cette partie on détermine le prix de revient de notre semoir, a la base de nomenclature de tous les composants et le récapitulatif des matières.

11.1. Nomenclature

La nomenclature des produits, c'est la désignation générale de tous les composants de tous les sous-ensembles et tous les moyens d'assemblage (boulons, goupil, rondelles...) d'un produit ou d'une machine. Donc a partir de la quelle en peu avoir un aperçu général sur notre produit. Tableau 7.

Tableau 7 : Nomenclature de semoir.

Réf.	Désignation	N ^{bre}	Réf.	Désignation	N ^{bre}
SP	Semoir		SP-3-10-11-18	Rondelles grower W8	03
SP-1	CHASSIS S/E	01	SP-3-10-11-19	Rondelles plats M24	02
SP-1-1	Poutre	01	SP-3-10-12	Corps de crabot	01
SP-1-2	Bouchon de poutre	02	SP-3-10-13	Galet de crabot	02
SP-1-3	Béquille de châssis Ss/E	01	SP-3-10-14	Axe de galet	02
SP-1-3-1	Corps de béquille	01	SP-3-10-15	Goupil mécanique	02
SP-1-3-2	Support de béquille	01	SP-3-10-16	Chaine sur bloc roue (128)	01
SP-1-3-3	Contre bride de support	01	SP-3-10-17	Ressort de crabot	01
SP-2	Attelage S/E	01	SP-3-10-18	Pignon sur l'axe	01
SP-2-1	Montant	02	SP-4	Boîte à distance	01
SP-2-2	Renfort de montant	01	SP-4-1	Corps de boîte	02
SP-2-3	Axe d'attelage	01	SP-4-2	Tendeur sur boîte	01
SP-2-4	Goupil R d'axe	01	SP-4-3	Plaque de tendeur	01
SP-2-5	Barre d'attelage	01	SP-4-4	Levier de tendeur	01
SP-2-6	Goupil R de barre	02	SP-4-5	Ressort de levier	01
SP-2-7	Troisième point Ss/E	02	SP-4-6	Galet de chaine	02
SP-2-7-1	Chappe d'attelage	01	SP-4-7	Axe de galet	02
SP-2-7-2	Bride de fixation	01	SP-4-8	Goupil mécanique	02
SP-2-7-3	Gousset	02	SP-4-9	Chaine (68)	01
SP-2-7-4	Bride de fixation	02	SP-4-10	Pignon 14 dents	01
SP-2-7-5	Ecrou M16	04	SP-4-11	Pignon 17 dents	01
SP-2-7-6	Rondelles grower W16	04	SP-4-12	Pignon 19 dents	01
SP-3	Bloc roue S/E	02	SP-4-13	Pignon 23 dents	01
SP-3-1	Plaque de support âge roue	02	SP-4-14	Pignon 24 dents	01
SP-3-2	Support de moyeu (fourche)	02	SP-4-15	Pignon 26 dents	01
SP-3-3	Bride de bloc	01	SP-4-16	Pignon 28 dents	01
SP-3-4	Contre bride	01	SP-4-17	Pignon 30 dents	01
SP-3-5	Entretoise de fourche	01	SP-4-18	Axe de transmission sup	01
SP-3-6	Chappe d'articulation	02	SP-4-19	Axe de transmission inf.	01
SP-3-7	Tube entretoise	02	SP-4-20	Palier de l'axe	04
SP-3-8	Goupil mécaniques	02	SP-4-21	Pignon 22 dents	04

SP-3-9	Régleur de profondeur Ss/E	02	SP-4-22	Pignon d'entraînement	01
			SP-5	Elément semeur	04
SP-3-9-1	Axe de réglage	01	SP-5-1	Cornière de fixation	02
SP-3-9-2	Tube axe d'attelage	01	SP-5-2	Bride U	02
SP-3-9-3	Articulation de tube	01	SP-5-3	Bras de parallélogramme sup	01
SP-3-9-4	Support de l'axe	01	SP-5-4	Bras de parallélogramme inf	01
SP-3-9-5	Axe d'articulation	01	SP-5-5	Corps de l'élément	01
SP-3-9-6	Ecrou M18	02	SP-5-6	Support de trémie	01
SP-3-10	Tendeur bloc roue Ss/E	01	SP-5-7	trémie	01
SP-3-10-1	Plaque de tendeur	01	SP-5-8	couvercle de trémie	01
SP-3-10-2	Tube d'articulation	01	SP-5-9	Palier	02
SP-3-10-3	Levier de tendeur	01	SP-5-10	Axe de distributeur	01
SP-3-10-4	Galet de tendeur	02	SP-5-11	Elément distributeur T1	01
SP-3-10-5	Axe de galet	02	SP-5-12	Elément distributeur T2	01
SP-3-10-6	Ressort de tendeur	01	SP-5-13	Elément distributeur T3	01
SP-3-10-7	Boulon H, M10x30	04	SP-5-14	Elément distributeur V1	01
SP-3-10-8	Boulon H, M12x45	01	SP-5-15	Elément distributeur V2	01
SP-3-10-9	Goupil clips	01	SP-5-16	Couvert de l'élément	01
SP-3-10-10	Graisseur M10	01	SP-5-17	Plaque support d'âge	01
SP-3-10-11	Roue complète	02	SP-5-18	L'âge de soc ouvreur	01
SP-3-10-11-1	Moyeu usiné a 4 goujons	01	SP-5-19	Soc ouvreur à ligne simple	01
SP-3-10-11-2	Axe pour moyeu	01	SP-5-21	Soc ouvreur éclaté	01
SP-3-10-11-3	Roulement a rouleaux 30206	01	SP-5-22	Entonnoir de tube	01
			SP-5-23	Tube de descente	01
SP-3-10-11-4	Roulement a rouleaux 30209	01	SP-5-24	Plaque support de roue	01
			SP-5-25	Roue plombeuse	01
SP-3-10-11-5	Bague d'étanchéité	01	SP-5-26	Support de receleur	01
SP-3-10-11-6	Cache d'étanchéité	01	SP-5-27	Racleur	01
SP-3-10-11-7	Pignon de la roue 26 dents	01	SP-5-28	Ressort de réglage	02
SP-3-10-11-8	Jante rouge 4 goujons	01	SP-5-29	Axe de parallélogramme	02
SP-3-10-11-9	Pneu agraire 5.00/15	01	SP-5-30	Bague épaulée 27mm	04
SP-3-10-11-10	Support de décrottoir	01	SP-5-31	Bague épaulée 16mm	04
SP-3-10-11-11	Décrottoir de la roue	01	SP-5-32	Boulon H, M16x35	04
SP-3-10-11-12	Vis H, M8x25	03	SP-5-33	Boulon H, M12x35	04
SP-3-10-11-13	Ecrous H, M24	02	SP-5-34	Boulon H, M12x25	06
SP-3-10-11-14	Ecrous H, M16	04	SP-5-35	Vis de pression M12	02
SP-3-10-11-15	Graisseur M10	01	SP-5-36	Vis de pression M10	01
SP-3-10-11-16	Rondelles grower W24	02	SP-5-37	Ecrous H, M16	08
SP-3-10-11-17	Rondelles grower W18	04	SP-5-42	Ecrous H, M12	06
SP-5-38	Rondelles grower W17	08	SP-5-43	Rondelles plats M22	02
SP-5-39	Rondelles grower W16	08	SP-5-44	Rondelles plats M16	08
SP-5-40	Rondelles grower W12	06	SP-5-45	Rondelles plats M14	06
SP-5-41	Graisseur M10	01	SP-5-46	Rondelles plats M10	02

11.2. Récapitulatif

Le récapitulatif des matières, c'est l'ensemble de toute la matière qui sert à la fabrication de notre produit. Ou c'est l'addition de chaque type de matière (UPN, tôle, fer plat ; fer rond.....) et de nuance (E24-2, 42CD 4, XC 38...) pour connaître leur poids et en fin le poids totale de produit.

A partir de cette nomenclature on peu connaître la consommation de matière première (Acier, tube, fer plat, rond.....) par chaque produit et aussi facilite la tache de commande et débitage de la matière surtout en cas de production en sérier. Tableau.8

Tableau 8 : Récapitulatifs matières.

Désignation	Dimension	N ^{br}	Matière	Poids
UPN	UPN 100x3600		E24-2	38
Fer plat	Plat 110x10x2600		E24-2	22.5
	Plat 100x10x1120		E24-2	09
	Plat 100x6x2000		E24-2	9.5
	Plat 90x10x300		E24-2	2.1
	Plat 60x8x300		E24-2	1.15
	Plat 50x6x4000		E24-2	10
	Plat 40x6x200		E24-2	0.4
	Plat 40x4x1000		E24-2	1.3
	Plat 35x10x360		E24-2	01
Tôle	Tôle Ep : 10		E24-2	50
	Tôle Ep : 8		E24-2	05
	Tôle Ep : 6		E24-2	2.5
	Tôle Ep : 4		E24-2	13
	Tôle Ep : 2		E24-2	01
	Tôle Ep : 1		E24-2	07
Tôle acier	Tôle Ep : 30		42-cd4	01
	Tôle Ep : 15		42-cd4	0.5
	Tôle Ep : 4		42-cd4	3.5
Fer rond	Rond Ø16		A33	08
Fer carré	Carre 20x20		E24-2	
Acier rond	Rond Ø55		XC-38	09
	Rond Ø30		XC-38	1.7
	Rond Ø24		XC-38	1.1
	Rond Ø22		XC-38	0.6
	Rond Ø20		XC-38	7.4
	Rond Ø18		XC-38	2.25
	Rond Ø12		XC-38	0.2
Tube noir	Tube 27/33		Tu37b	3.25
	Tube 20/25		Tu37b	01
Tube carré	Carré 40x40		E24-2	1.8
Visseries	Boulon H, M18x80	01		
	Boulon H, M16x160	02		
	Boulon H, M16x45	16		
	Boulon H, M16x35	08		
	Boulon H, M12x45	16		
	Boulon H, M12x30	16		
	Boulon H, M12x20	16		
	Boulon H, M10x25	08		
	Boulon H, M8x20	02		
	Boulon H, M6x20	06		
	Ecrou H, M24	08		
	Ecrou H, M18	04		
	Ecrou H, M16	24		
	Ecrou H, M8	12		
	Boulon à tête creuse M12	08		
	Boulon à tête creuse M8	04		
Rondelle Grower W24	04			

	Rondelle Grower W18	04		
	Rondelle Grower W16	48		
	Rondelle Grower W12	16		
	Rondelle plate M22	04		
	Rondelles plats M16	08		
	Rondelles plats M14	06		
	Rondelles plats M10	08		
	Goupille R ø4	08		
	Goupille R ø6	04		
	Goupille mécanique ø5	10		
	Circlips ø30	02		
	Ressort de tendeur	03		
	Ressort de parallélogramme	08		
	Chaîne long	01		
	Chaîne moyenne	01		
	Chaîne courte	04		
	Pignons à chaîne	10		
	Palier a roulement (PM)	08		
	Clavette ø5	04		
	Tube plastique Ø25	04		
	Moyeu de roue 4 goujons	02		
	Roulement Réf : 30209 (SNR)	02		
	Roulement Réf : 30206 (SNR)	02		
	Pneu avec jante 5.00/15	02		
	Chambre à air 5.00/15	02		
	Graisser M10	02		
	Baguette de soudage OK 4600 ø 4mm			
	Baguette de soudage OK 4600 ø 5mm			
	Plaque de châssis (PM)	01		
	Revit 4x2	04		
	Diluant cellulosique			
	Peinture antirouille			
	Peinture verte			
	Peinture rouge			
	Main d'ouvre			

Donc après la définition générale de nomenclature et récapitulatif de matière, le travail de technique s'arrête et en passe au service de l'approvisionnement, au niveau de ce service le prix total de notre semoir est défini.

Réalisation et montage

12. REALISATION et MONTAGE

a- Introduction

Après conception, et réalisation des différentes composantes du semoir, un montage des sous-ensembles a été effectué.

b- Lieu de réalisation

La conception, la réalisation et le montage de notre semoir ont été entièrement réalisés au niveau de l'entreprise étatique de matériels agricoles et industriel MAGI de ROUBA.

c- Moyens (machines outils)

Pour la réalisation de notre semoir, plusieurs machines outils ont été utilisées, les principales sont citées ci-dessous :

1. Cisaille et scié mécanique : pour le débitage de matières.
2. Perceuse : pour percer l'ensemble des pièces.
3. Tour universel : pour tourner tous qui est axes et arbres.
4. Fraiseuse : pour fabriquer les éléments distributeur.
5. Oxycoupeuse : pour couper les formes un peu compliquée.
6. Four à mazout : pour forger les pièces.

12.1. Photos des principaux éléments du semoir

Au niveau de cette partie, les différentes composantes sont illustrées par les photos suivantes :

12.1.1. Liaison avec le tracteur



Photo 1 : Vue de profil, système d'attelage.



Photo 2 : Vue de face, système d'attelage.



Photo 3 : Vue d'arrière, système d'attelage.

12.1.2. Roues porteuses



Photo 4 : Vue dessus, bloc roue.



Photo 5 : Vue de profil, bloc roue.



Photo 6 : Vue de système régleur, bloc roue

12.1.3. Elément semeur



Photo 7 : Parallélogramme, élément semeur.



Photo 8 : Emplacement de parallélogramme sur châssis.

12.2. Montage et vue d'ensemble

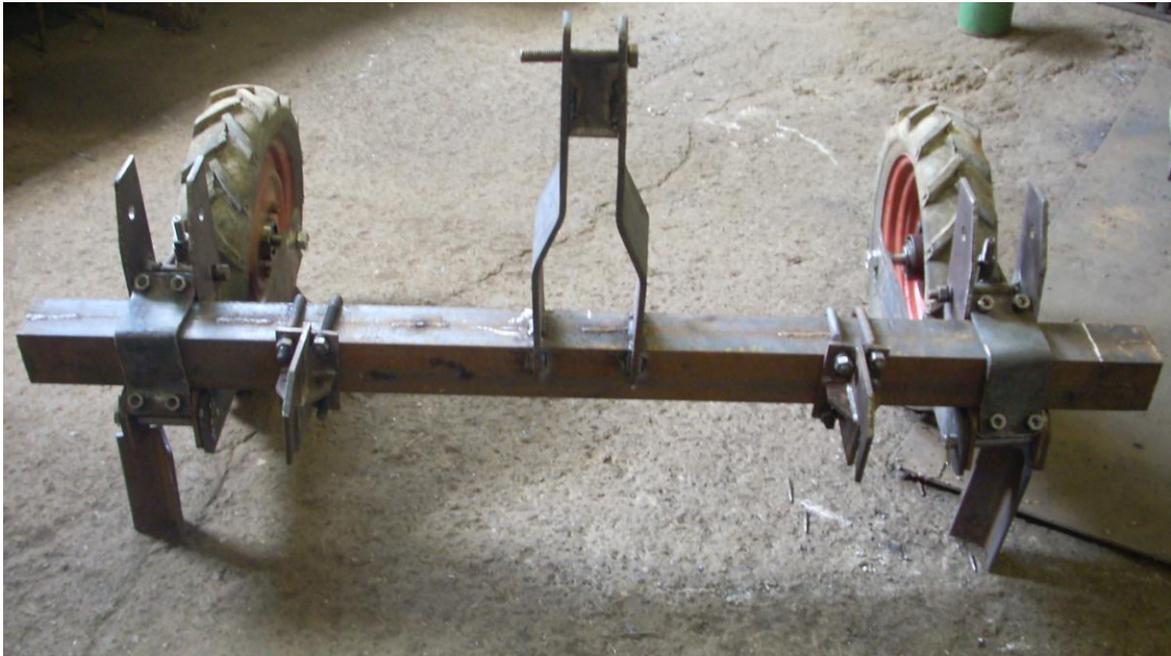


Photo 9 : Vue de face, attelage et bloc roue sur châssis.



Photo 10 : Vue de coté d'ensemble.

12.2.1. Schémas cinématiques

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail qui nous a permis de proposer un semoir pour cultures maraîchères, nous souhaiterons présenter quelques uns de ses avantages :

Le semoir réalisé présente les avantages suivants :

- Le semoir réalisé est adapté aux petites parcelles en pente et en dévers ce qui permet d'éviter la lourde tâche de l'éclaircissage. Le semoir conçu est facilement utilisable au niveau des serres en l'adaptant aux petits tracteurs ou motoculteurs.
- Le semoir réalisé s'adapte facilement aux contraintes suivantes :

Il est utilisable au niveau de parcelles de petite taille d'environ 0,5 Ha maximum. Pour cela lors de sa conception nous avons pris en considération sa maniabilité, donc nous avons agit sur sa taille et son poids qui est de 150 kilogrammes.

Nous avons également tenu compte de la distance entre les éléments semeurs, ceux-ci sont au nombre de 04, mais il y a possibilité d'en ajouter deux autres dans le cas des semences de très petites tailles qui exigent une distance entre lignes faibles, elle peut être de 15 cm environ.

- Dans le cas de l'utilisation du semoir au niveau d'une serre, la largeur des passages de roues doit être réduite au minimum par l'utilisation de pneus étroits.

- La conception a également tenu compte de la pente et du dévers de la parcelle parfois importants. Pour cela :

- L'outil de traction (motoculteur) doit avoir un centre de gravité assez bas. Il doit avoir aussi une bonne adhérence et assez de puissance pour effectuer des semis en remontant les pentes.

Dans le cas où les sols sont légers et le lit de semence soufflé, il est impératif que le semoir soit léger pour ne pas trop s'enfoncer dans le sol. C'est également un paramètre que nous avons pris en considération au niveau de la partie calcul de résistance qui nous orientera sur le choix des matériaux et des dimensions à utiliser.

- Un autre paramètre très important pour l'agriculteur a été étudié, il s'agit du prix de revient du semoir. Ce prix est compris entre 250 000,00 et 300 000,00 DA. Ce prix est nettement inférieur à ceux des semoirs importés.

Enfin, tout prototype de machine agricole doit nécessairement passer par des essais de fiabilité et de vérification de ses performances et de résistance.

Sommaire

Introduction générale	1
PREMIERE PARTIE: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Position du semis dans l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture maraîchère	12
1.1. Généralités pour la mise en place d'une culture.....	12
1.2. Les principales précautions et étapes de l'itinéraire technique pour la mise en place d'une culture maraîchère.....	13
2. Importance et exigence du semis sur le développement de culture	15
2.1. Généralités sur les exigences des semis	15
2.2. Exigences des semis en cultures maraichères	17
2.2.1. <i>Le semis en place ou plein champ</i>	18
2.2.2. <i>Le semis en pépinière (sous abris)</i>	18
3. Caractéristiques d'un bon semis de cultures maraîchères	19
3.1. La date de semis.....	19
3.2. Le lit de semences	19
3.3. La régularité de semis	20
4. Classification des semoirs	22
4.1. Les semoirs en lignes:	22
4.1.1. <i>Les semoirs en lignes mécanique</i>	22
4.1.2. <i>Les semoirs en lignes pneumatiques</i>	22
- Les semoirs pneumatiques à distribution centralisées	22
- Les semoirs pneumatiques à multidistribution.....	22
4.2. Les semoirs de précision ou monograines.....	23
4.3. Les semoirs spécialisés.....	23
4.3.1. <i>Les semoirs de semis direct</i>	23
4.3.2. <i>Les semoirs de petites graines et les plastisemeuses</i>	23
5. Fonctionnement d'un semoir	24
Semoir monograine pneumatique GASPARDO MT	24
La distribution	24
L'élément semeur	24
Système d'enterrage et de recouvrement.....	25

6. Caractéristiques techniques des semoirs	26
6.1. La trémie	26
6.1.1. <i>Semoir en ligne</i>	26
6.1.2. <i>Semoir monograine</i>	26
6.2. Les organes de distribution	27
6.2.1. <i>Les semoir en ligne mécanique</i>	27
- Le cylindre a cannelure:.....	27
- Le cylindre à ergots :.....	27
6.2.2. <i>Les semoir en ligne pneumatique</i>	27
6.2.3. <i>Les semoir monograines</i>	28
6.2.3.1. Distribution mécanique	28
1-Distribution à disque horizontal:.....	28
2-Distribution à disque vertical:	28
3-Distribution à disque oblique:	28
6.2.3.2. Distribution pneumatique	29
1- Distribution à dépression avec disque	29
2- Distribution à dépression avec disque et roue à ailettes	29
6.3. Les organes d'enterrage	30
6.3.1. <i>Les semoir en ligne</i>	30
6.3.2. <i>Les semoirs monograine</i>	30
6.4. Les organes de recouvrement	31
6.5. Les principaux réglages de semoir	32
6.5.1. <i>Les semoir en ligne</i>	32
6.5.1.1. Réglage de densité de semis:.....	32
6.5.1.2. Ecartement ligne de semis:.....	32
6.5.1.3. La profondeur de semis :	33
6.5.1.4. Organe de recouvrement	33
6.5.1.5. Vitesse d'avancement :.....	33
6.5.1.6. Les traceurs :	33
6.5.1.7. Jalonnage :.....	33
6.5.2. <i>Les semoir de précision monograine</i>	34
6.5.2.1. Réglage de densité de semis :	34
6.5.2.2. Ecartement ligne de semis :	34
6.5.2.3. La profondeur de semis :	34

6.5.2.4. Réglage aplomb :.....	34
6.5.2.5. Organe de rappuyage :.....	34
6.5.2.6. Traceur :	35
6.5.2.7. Vitesse d'avancement du semoir:.....	35
6.5.2.8. <i>Largeur de travail</i>	35
6.5.2.9. <i>Capacité de travail</i>	35
6.6. Liaison avec tracteur	36
6.6.1. <i>Les semoirs semi-portés</i>	36
6.6.1.1. Attelage fixe	36
6.6.1.2. Attelage oscillant.....	36
6.6.2. <i>Les semoirs traînés</i>	36
Conclusion	36

DEUXIEME PARTIE: CONCEPTION DU SEMOIR

Introduction	38
7. Généralités sur la conception et la fabrication d'une machine	38
Idée d'un nouveau produit.....	38
Établissement d'un cahier des charges	38
Conception – fabrication du Prototype.....	38
Expérimentation et modifications du prototype	38
Fabrication et Suivis des présérie.....	39
Amélioration du produit	39
Industrialisation.....	39
8. Conception et fabrication du prototype	40
8.1. Représentation par le dessin technique	40
8.1.1. <i>Dénominations des différents éléments</i>	40
<i>Dessins de conception</i> :.....	40
<i>Le schéma</i> :	40
<i>L'avant-projet</i> :	40
<i>Le projet</i> :	40
8.1.2. <i>Dessins de définition de produit fini</i>	40
8.1.3. <i>Dessins de fabrication</i>	41
8.2. Préparation de différentes composantes et précautions à prendre	41
8.3. Assemblage de différentes composantes.....	41

9. Principales composantes et dimensionnement du semoir	43
9.1. Les différentes composantes avec leurs dimensionnements	43
9.1.1. Attelage.....	43
9.1.2. Châssis	43
9.1.3. Élément semeur	43
9.1.3.1. Trémie	43
9.1.3.2. Parallélogramme.....	44
9.1.3.3. Distribution mécanique	44
9.1.3.4. Mise en terre.....	44
9.1.3.5. Recouvrement.....	44
9.1.4. Mécanisme d'entraînement et boîte de vitesses	44
9.2. Choix des matériaux (éco conception)	45
9.2.1. Définition.....	45
9.2.2. Les impacts de l'industrie agricole sur l'environnement	45
9.3. Projection des différents organes	47
9.3.1. Châssis	47
9.3.2. Attelage.....	47
9.3.3. Bloc roue	48
9.3.4. Élément semeur	48
9.3.4.1. Trémie	48
9.3.4.2. Distribution.....	49
9.3.4.2.1. Différente forme de l'élément distributeur.....	50
- Eléments distributeur de la Gamme T.....	50
- Élément T_1	50
- Élément T_2	50
- Élément T_3	51
- Élément distributeur de la Gamme V.....	51
- Élément V_1	51
- Élément V_2	52
9.3.4.2.2. C ouvert de l'élément distributeur.....	52
9.3.4.3. Tube de descente	53
9.3.4.4. Organe de mise en terre (soc ouvreur)	53
9.3.4.5. Socs couvreurs.....	54
9.3.5. Boîte de distance	55

10. CALCULS DE RESISTANCE	56
Introduction aux calculs de résistance	56
10.1. Calcul du dispositif d'attelage.....	58
10.2. Calcul du châssis	62
10.3. Calcul du bloc roue.....	65
Conclusion	66
11- ETUDE ECONOMIQUE	70
11.1. Nomenclature	70
11.2. Récapitulatif	72
TROISIEME PARTIE: REALISATION ET MONTAGE	
12. REALISATION et MONTAGE	75
a- Introduction	75
b- Lieu de réalisation.....	75
c- Moyens (machines outils)	75
12.1. Photos des principaux éléments du semoir.....	75
12.1.1. Liaison avec le tracteur.....	76
12.1.2. Roues porteuses.....	77
12.1.3. Elément semeur	79
12.2. Montage et vue d'ensemble.....	80
12.2.1. Schémas cinématiques.....	81
CONCLUSION GENERALE	83
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

Références bibliographiques

- I. **BARTHELEMY P., BOISGONTIER D., LAJOUX P.** 1989. CHOISIR LES OUTILS DE SEMIS. Institut technique des céréales et des fourrages PARIS. Ed. PERSPECTIVES AGRICOLES.114p.
- II. **BOUVET J. et al.**, 2003 L'éco-conception pour les mécaniciens, comment concilier conception et environnement pour un développement durable. CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MÉCANIQUES (CETIM).2003.51p. Disponible en ligne sur (www.basse-normandie.ademe.fr/servlet/getBin?name...pdf). (Consulter le 22/04/2010).
- III. **BERNARD Y.** 2001. Préconception de Produits. MHDR. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE.PARIS.184p.
- IV. **CHAVALIER A.** 1975. GUIDE DE DESSINATEUR INDUSTRIEL. 6^{ème} Edition. PARIS.1975.319p.
- V. **GOULET F. et al.**, 2009. Les agriculteurs innovent par eux même pour leur système de culture. 15p. Article disponible sur ([http://www.prodinra.inra.fr-prodinra-pinra-data-2009-03-prod-20082051639-20090310051625833\(1\).pdf](http://www.prodinra.inra.fr-prodinra-pinra-data-2009-03-prod-20082051639-20090310051625833(1).pdf)) (consulter le 25/07/2009).
- VI. **ITB.** 2006. Guide de culture de la betterave industrielle. Semis. Institut technique de la betterave. p.24-27. Disponible sur (www.itbfr.org). (Consulter le 26/02/2010).
- VII. **ITB.** 2008. Un bon semis pour un bon départ de la culture. Institut technique de la betterave. Article n° :891.26 février 2008. Disponible sur (www.itbfr.org). (Consulter le 26/02/2010).
- VIII. **MARIOMREAU A., BILLOT F.** 2000. Un semoir de précision polyvalent, 2000. Article Disponible sur ([http://www.cemagref.fr-information-presse-inf-media-im-47-semoir\(1\).pdf](http://www.cemagref.fr-information-presse-inf-media-im-47-semoir(1).pdf).) (Consulter le 25/07/2009).

- IX. MAUCHAND M.** 2007. MODELISATION POUR LA SIMULATION DE CHAINES DE PRODUCTION DE VALEUR EN ENTREPRISE INDUSTRIELLE COMME OUTIL D'AIDE A LA DECISION EN PHASE DE CONCEPTION / INDUSTRIALISATION. Thèse doctorat. L'École Centrale de Nantes et l'Université de Nantes.262p.Disponible en ligne sur (www.univ-valenciennes.fr/these/These/20Magali/20Bosch/20Mauchand.pdf) (Consulter le 12/02/2010).
- X. OESTGES O.** 1994. La mécanisation des travaux agricoles Tome 1 ; matériel du travail du sol, de semis & de plantation, de fertilisation d'entretien des cultures, de protection des plantes.248p.
- XI. SIRET P.** 1989.Problème économique posés par le choix d'un semoir en culture légumières. Ingénieur régional IGER-BCMEA, Nîmes. P.59-61.
- I. SOLTNER D.** 2005. Les grandes productions végétales. Tome 1 : Le sol. Ed.2005.20^{ème} Edition .p.44-46, p.214-226.
- II. TRICOT N.** 2009. Sécuri-conception: une nouvelle approche pour maîtriser les risques liés à l'utilisation des agroéquipements. Convention CCMSA / Cemagref - 21 janvier 2009.28p.
- III. VERGNIAUD P.** Incidences de la mécanisation sur les cultures légumières de plein champ. Ingénieur DPE.INRA. p.90-90 Disponible sur ([ciheam.Org / om /pdf / r04/ CI010345.pdf](http://ciheam.Org/om/pdf/r04/CI010345.pdf)). (Consulter le 19/03/2010).
- IV. Cites web :**
- [hptt : www.dlg-test.de/pbdocs/4656.pdf](http://www.dlg-test.de/pbdocs/4656.pdf).
 - [hptt : www.Kuhn-seedliner.com](http://www.Kuhn-seedliner.com).

Annexes

Annexe 1 :

Les plans des sous ensemble (attelage, châssis, bloc roue) et quelques plans de définition des pièces importantes.

			0.0096	245.0044			
12	825.95	0.00	36.6596	0.1855	0.2872	-0.0752	0.3912
	756.91	0.00	17.6933	0.3368	0.2328		
			0.1872	305.8709			
13	886.95	0.00	35.6870	0.9231	-0.3792	0.5202	0.2452
	750.55	0.00	9.5794	-0.1882	-0.8126		
			-0.1702	230.1997			
14	903.87	0.00	38.5980	0.7191	-0.1457	0.3171	0.0075
	771.87	0.00	7.3232	-0.6492	-0.8024		
			-0.2385	25.7743			
15	876.41	0.00	33.2113	0.8690	-0.3173	0.4393	0.4259
	732.09	0.00	10.9302	0.1662	-0.5770		
			-0.0453	239.4111			
16	858.39	0.00	31.8204	0.8057	-0.1535	0.1606	0.7390
	721.36	0.00	13.2288	0.7101	-0.1824		
			0.1670	259.8000			
17	832.61	0.00	33.2957	0.8980	0.0785	-0.2486	1.0220
	732.15	0.00	16.7008	0.9565	0.0130		
			0.3105	284.7593			
18	898.15	0.00	32.6544	1.0130	-0.3634	0.5730	0.1498
	728.11	0.00	8.1650	-0.4899	-1.0032		
			-0.2560	41.8498			
19	913.94	0.00	35.3481	1.2593	-0.2347	0.5261	-0.0007
	748.07	0.00	6.0835	-1.1835	-1.4175		
			-0.4254	23.9786			
20	882.41	0.00	30.4870	0.8101	-0.2916	0.4016	0.4155

711.51	0.00	10.1423	0.1873	-0.5197		
			-0.0313	240.4025		
21 864.79	0.00	28.6222	0.9436	-0.1126	0.0471	0.9573
696.73	0.00	12.3143	0.9553	-0.1147		
			0.2528	267.4817		
22 839.28	0.00	30.0403	1.3468	0.0982	-0.3679	1.5177
707.39	0.00	15.6775	1.4224	0.0028		
			0.4562	284.5308		

Values in Nodes

----- Load Displ. Von-Mises in direct. Shear Str. Main Str.

Num.	X-Coord	Fx	dx	svM	sX	Txy	s1
	Y-Coord	Fy	dy	sY		s2	
	Supp.			sZ		Angle	

* E-3

[N] [mm] [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²]

```
=====
```

23 907.75	0.00	29.5772	1.1369	-0.3677	0.6191	0.0985
704.67	0.00	7.0226	-0.7236	-1.1899		
			-0.3274	36.9816		
24 924.01	0.00	32.1568	1.7173	-0.3081	0.7037	-0.0038
724.27	0.00	4.9388	-1.6312	-1.9355		
			-0.5818	23.3838		
25 890.70	0.00	27.4450	0.7465	-0.2716	0.3695	0.3807
687.77	0.00	9.0937	0.1714	-0.4809		
			-0.0301	240.4681		
26 872.45	0.00	25.5725	1.0681	-0.0853	-0.0282	1.1239
672.26	0.00	11.2515	1.1232	-0.0860		
			0.3114	271.3350		

27	845.95	0.00	26.9082	1.7375	0.1285	-0.4793	1.9574
	682.63	0.00	14.6339	1.8318	0.0028		
			0.5881	284.6859			
28	917.53	0.00	26.5533	1.2776	-0.3742	0.6654	0.0676
	680.75	0.00	5.9349	-0.9346	-1.3764		
			-0.3927	33.5819			
29	934.08	0.00	29.0606	2.0922	-0.3686	0.8520	-0.0036
	700.47	0.00	3.8912	-1.9922	-2.3572		
			-0.7083	23.1914			
30	899.55	0.00	24.4640	0.6912	-0.2552	0.3479	0.3386
	663.45	0.00	8.0251	0.1348	-0.4590		
			-0.0361	239.6342			
31	880.29	0.00	22.6668	1.1718	-0.0608	-0.0898	1.2579
	647.75	0.00	10.1929	1.2518	-0.0669		
			0.3573	273.8950			
32	852.61	0.00	23.9195	2.0746	0.1551	-0.5764	2.3366
	657.86	0.00	13.5817	2.1843	0.0028		
			0.7018	284.8007			
33	927.28	0.00	23.6504	1.4139	-0.3806	0.7077	0.0489
	656.70	0.00	4.9315	-1.1171	-1.5466		
			-0.4493	31.2566			
34	944.15	0.00	26.0837	2.4031	-0.4193	0.9756	-0.0031
	676.68	0.00	2.9407	-2.2903	-2.7065		
			-0.8129	23.1012			

Values in Nodes

----- Load Displ. Von-Mises in direct. Shear Str. Main Str.

608.34	0.00	11.4940	2.7330	0.0016		
		0.8790	284.9793			
43 947.64	0.00	18.2457	1.6898	-0.3951	0.7906	0.0266
607.96	0.00	3.0944	-1.4556	-1.8773		
		-0.5552	28.0745			
44 964.29	0.00	20.5531	2.8810	-0.4971	1.1658	-0.0022
629.08	0.00	1.3287	-2.7484	-3.2433		
		-0.9737	23.0022			
45 902.78	0.00	15.4975	1.3376	-0.0128	-0.1994	1.4693
579.99	0.00	7.3870	1.4424	-0.0396		
		0.4289	277.6613			
46 932.34	0.00	16.0027	0.6767	-0.2447	0.3867	0.1467
585.76	0.00	4.5954	-0.2354	-0.6268		
		-0.1440	225.3428			

Values in Nodes

-----	Load	Displ.	Von-Mises in direct.		Shear Str.	Main Str.	
Num.	X-Coord	Fx	dx	svM	sX	Txy	
	Y-Coord	Fy	dy	sY		s2	
	Supp.			sZ		Angle	
		* E-3					
		[N]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]

47 872.61	0.00	15.9490	2.8027	0.2131	-0.7875	3.1554
583.58	0.00	10.4750	2.9446	0.0023		
		0.9473	284.9834			
48 958.71	0.00	15.8958	1.8742	-0.4088	0.8479	0.0183
584.57	0.00	2.2294	-1.6652	-2.0922		
		-0.6222	26.7335			

49	974.36	0.00	18.0212	3.0637	-0.5267	1.2385	-0.0018
	605.28	0.00	0.6649		-2.9235		-3.4485
					-1.0351		22.9710
50	922.85	0.00	14.1375	0.6745	-0.1178	0.0731	0.6448
	565.85	0.00	5.4382		0.6378		-0.1248
					0.1560		264.5249
51	905.34	0.00	12.9775	1.7155	0.0496	-0.3585	1.9126
	552.30	0.00	6.9494		1.8436		-0.0194
					0.5679		280.8935
52	879.28	0.00	13.6503	2.9738	0.2273	-0.8385	3.3476
	558.82	0.00	9.4816		3.1223		0.0020
					1.0049		285.0404
53	944.26	0.00	13.9858	0.8323	-0.2642	0.4572	0.0894
	564.41	0.00	3.5580		-0.5016		-0.8552
					-0.2297		37.7222
54	968.70	0.00	13.6900	1.9892	-0.4163	0.8824	0.0141
	560.97	0.00	1.5564		-1.7949		-2.2253
					-0.6634		26.0014
55	984.42	0.00	15.6543	3.2162	-0.5518	1.2993	-0.0015
	581.48	0.00	0.0938		-3.0696		-3.6199
					-1.0864		22.9527
56	928.90	0.00	12.3396	0.6984	-0.1017	0.0409	0.6912
	545.53	0.00	4.8480		0.6891		-0.1038
					0.1762		267.0475
57	911.30	0.00	10.9215	1.8639	0.0745	-0.4219	2.0845
	527.66	0.00	6.2260		1.9959		-0.0141

64	892.61	0.00	9.6113	3.2385	0.2476	-0.9146	3.6449
	509.29	0.00	7.5869	3.3986		0.0014	
			1.0939		285.0680		
65	961.66	0.00	10.0074	0.8512	-0.2507	0.4524	0.0652
	517.00	0.00	2.2857	-0.5828		-0.8987	
			-0.2501		34.9212		
66	988.08	0.00	9.7382	2.1442	-0.4247	0.9268	0.0093
	513.16	0.00	0.5118	-1.9701		-2.4041	
			-0.7184		25.0901		
67	1004.56	0.00	11.4305	3.4487	-0.5902	1.3922	-0.0012
	533.88	0.00	-0.7790	-3.2923		-3.8812	
			-1.1647		22.9295		
68	943.70	0.00	8.5939	0.7449	-0.0708	-0.0197	0.7735
	497.54	0.00	3.5428	0.7730		-0.0713	
			0.2106		271.3349		
69	924.90	0.00	7.3594	2.0419	0.1051	-0.4999	2.2890
	478.36	0.00	4.7404	2.1746		-0.0093	
			0.6839		282.8934		
70	899.28	0.00	7.8720	3.3385	0.2554	-0.9434	3.7572
	484.53	0.00	6.6924	3.5031		0.0012	
			1.1275		285.0771		

Values in Nodes

-----	Load	Displ.	Von-Mises in direct.		Shear Str.	Main Str.
Num.	X-Coord	Fx	dx	svM	sX	Txy
	Y-Coord	Fy	dy	sY		s2
	Supp.			sZ		Angle

* E-3

	[N]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
71	970.37	0.00	8.2421	0.8524	-0.2438	0.4466	0.0564
	492.81	0.00	1.7499		-0.6078		-0.9080
				-0.2555		33.9127	
72	997.81	0.00	8.0244	2.2084	-0.4284	0.9452	0.0075
	489.26	0.00	0.1090		-2.0420		-2.4779
				-0.7411		24.7577	
73	1014.63	0.00	9.5770	3.5362	-0.6046	1.4272	-0.0011
	510.08	0.00	-1.0850		-3.3760		-3.9795
				-1.1942		22.9219	
74	951.39	0.00	6.9551	0.7646	-0.0583	-0.0444	0.8054
	473.08	0.00	2.9419		0.8031		-0.0606
				0.2234		272.9459	
75	931.82	0.00	5.8528	2.1105	0.1173	-0.5308	2.3673
	453.67	0.00	4.0494		2.2421		-0.0079
				0.7078		283.2728	
76	905.95	0.00	6.3186	3.4207	0.2618	-0.9671	3.8496
	459.77	0.00	5.8361		3.5889		0.0011
				1.1552		285.0850	
77	979.24	0.00	6.6520	0.8596	-0.2385	0.4433	0.0484
	468.58	0.00	1.2707		-0.6365		-0.9234
				-0.2625		32.9132	
78	1007.64	0.00	6.4856	2.2707	-0.4327	0.9636	0.0059
	465.38	0.00	-0.2208		-2.1107		-2.5493
				-0.7630		24.4779	
79	1024.70	0.00	7.8960	3.6089	-0.6166	1.4562	-0.0010

86	969.50	0.00	4.0027	0.7449	-0.0412	-0.0675	0.7959
	419.72	0.00	1.7482		0.7905		-0.0466
				0.2248			274.6110
87	945.16	0.00	3.3467	2.2654	0.1429	-0.5956	2.5444
	403.35	0.00	2.8106		2.3967		-0.0049
				0.7619			283.9292
88	919.28	0.00	3.7608	3.5384	0.2711	-1.0014	3.9818
	410.25	0.00	4.2447		3.7116		0.0009
				1.1948			285.1020
89	1000.68	0.00	3.9920	1.0498	-0.2497	0.5038	0.0313
	419.86	0.00	0.3603		-0.8719		-1.1529
				-0.3365			29.1506
90	1028.53	0.00	3.9355	2.4396	-0.4454	1.0171	0.0055
	417.83	0.00	-0.6890		-2.2889		-2.7398
				-0.8203			23.9073
91	1044.84	0.00	5.0477	3.7207	-0.6360	1.5016	-0.0011
	438.69	0.00	-1.5083		-3.5522		-4.1871
				-1.2565			22.9209
92	965.47	0.00	2.9488	1.3471	0.0428	-0.2890	1.5026
	395.10	0.00	1.8115		1.4454		-0.0144
				0.4465			281.2002
93	986.60	0.00	2.9870	0.3690	-0.0882	0.0966	0.3121
	396.96	0.00	0.9492		0.2889		-0.1115
				0.0602			256.4393
94	950.58	0.00	2.4058	2.3823	0.1586	-0.6358	2.6787
	379.09	0.00	2.3121		2.5184		-0.0017

			-0.0237	225.5244			
108	965.15	0.00	1.0098	2.4328	0.1535	-0.6260	2.7389
	331.12	0.00	1.2776	2.5873		0.0020	
			0.8223	283.6102			
109	939.28	0.00	1.2448	3.6432	0.2787	-1.0332	4.0982
	335.96	0.00	2.1717	3.8188		-0.0008	
			1.2292	285.1358			
110	1033.87	0.00	1.3877	1.5392	-0.1410	0.6264	0.1245
	349.38	0.00	-0.3433	-1.3535		-1.6190	
			-0.4483	22.9694			
111	1059.47	0.00	1.3854	2.6038	-0.3101	0.9757	0.0611
	346.78	0.00	-0.7593	-2.5032		-2.8745	
			-0.8440	20.8316			
112	1075.05	0.00	2.0472	3.7421	-0.6456	1.5094	-0.0077
	367.29	0.00	-1.2321	-3.5793		-4.2171	
			-1.2675	22.9092			
113	992.27	0.00	0.8856	1.0513	0.0543	-0.1018	1.2234
	329.27	0.00	0.5527	1.2146		0.0454	
			0.3807	274.9769			
114	1019.21	0.00	0.8388	0.6871	0.0409	0.3612	0.2749
	327.96	0.00	0.0054	-0.2826		-0.5166	
			-0.0725	32.9389			
115	975.05	0.00	0.5337	2.4225	0.1011	-0.5494	2.7125
	307.65	0.00	0.7677	2.5969		-0.0145	
			0.8094	281.8811			
116	945.95	0.00	0.7387	3.6822	0.2791	-1.0706	4.1258

311.20	0.00	1.5628	3.8279	-0.0189		
		1.2321	285.5531			
117 1045.15	0.00	0.8535	1.8404	0.0041	0.6541	0.2339
326.39	0.00	-0.3846	-1.6282	-1.8579		
		-0.4872	19.3542			
118 1069.89	0.00	0.8959	2.6425	-0.1572	0.8651	0.1191
324.09	0.00	-0.6410	-2.5892	-2.8655		
		-0.8239	17.7143			

Values in Nodes

----- Load Displ. Von-Mises in direct. Shear Str. Main Str.

Num.	X-Coord	Fx	dx	svM	sX	Txy	s1
	Y-Coord	Fy	dy	sY		s2	
	Supp.			sZ		Angle	

* E-3

[N] [mm] [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²]

```
=====
```

119 1085.12	0.00	1.3910	3.5725	-0.6158	1.4344	-0.0134
343.49	0.00	-1.0048	-3.4291	-4.0315		
		-1.2135	22.7795			
120 1004.62	0.00	0.4229	0.8246	0.0947	0.1678	0.9840
306.12	0.00	0.2133	0.9523	0.0631		
		0.3141	259.3164			
121 1031.74	0.00	0.4196	1.2040	0.1734	0.5153	0.4035
305.26	0.00	-0.1146	-0.7502	-0.9803		
		-0.1730	24.0659			
122 989.81	0.00	0.1635	2.2720	0.0761	-0.0443	2.6237
284.33	0.00	0.2479	2.6229	0.0754		
		0.8097	270.9958			

123	952.61	0.00	0.3725	3.4821	0.3912	-1.1466	3.9358
	286.44	0.00	0.9967	3.5649		0.0203	
			1.1868	287.9252			
124	1057.38	0.00	0.4958	2.2489	0.1536	0.6607	0.3373
	304.81	0.00	-0.3407	-2.0390		-2.2227	
			-0.5656	15.5383			
125	1079.69	0.00	0.6069	2.6797	-0.0052	0.7458	0.1909
	305.29	0.00	-0.5063	-2.6462		-2.8422	
			-0.7954	14.7292			
126	1095.19	0.00	0.9093	3.1483	-0.4912	1.2289	0.0044
	319.69	0.00	-0.7424	-3.0426		-3.5382	
			-1.0601	21.9646			
127	1019.22	0.00	0.1151	0.6888	0.2815	0.3915	0.6324
	283.74	0.00	0.0171	0.1956		-0.1553	
			0.1431	41.8685			
128	1046.13	0.00	0.1604	1.6198	0.0723	0.5665	0.2667
	283.52	0.00	-0.1107	-1.3846		-1.5789	
			-0.3937	18.9369			
129	979.28	0.00	0.0000	2.8878	0.5609	-1.2225	3.2545
	261.67	0.00	0.0000	2.6997		0.0061	
	Fixed		0.9782	294.4106			
130	1006.78	0.00	0.0000	0.5832	0.5099	-0.0210	1.0745
	261.67	0.00	0.0000	1.0738		0.5091	
	Fixed		0.4751	272.1301			

Values in Nodes

-----	Load	Displ.	Von-Mises	in direct.	Shear Str.	Main Str.	
Num.	X-Coord	Fx	dx	svM	sX	Txy	s1
	Y-Coord	Fy	dy	sY		s2	
	Supp.			sZ	Angle		
		* E-3					
		[N]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
131	959.28	0.00	0.1108	3.9280	0.0717	-0.3888	4.4527
	261.67	0.00	0.4580	4.4182		0.0372	
			1.3470		275.0710		
132	1073.06	0.00	0.2879	2.8212	0.2391	0.7013	0.4005
	285.27	0.00	-0.2365	-2.6480		-2.8093	
			-0.7227		12.9548		
133	1105.26	0.00	0.5690	1.9506	-0.3783	0.6571	-0.1577
	295.90	0.00	-0.5192	-2.1145		-2.3352	
			-0.7479		18.5612		
134	1034.28	0.00	0.0000	0.4235	-0.1957	0.1411	-0.1470
	261.67	0.00	0.0000	-0.5555		-0.6042	
	Fixed			-0.2254		19.0566	
135	1061.78	0.00	0.0000	1.4208	-0.7186	0.5457	-0.4907
	261.67	0.00	0.0000	-1.7970		-2.0250	
	Fixed			-0.7547		22.6714	
136	959.28	0.00	0.0243	1.7978	0.0223	-0.1691	2.0298
	241.67	0.00	0.1745	2.0156		0.0080	
			0.6114		274.8146		
137	979.28	0.00	0.0000	2.1135	0.5759	-1.2053	1.6279
	241.67	0.00	0.0000	0.2468		-0.8051	
	Fixed			0.2468		318.8871	

			-0.0118	238.9055		
145	979.28	0.00	0.0000	0.7826	0.6454	-0.3985 0.9001
	201.67	0.00	0.0000	0.2766	0.0219	
	Fixed		0.2766	327.4146		
146	1119.28	0.00	0.0141	0.6695	-0.0174	-0.1513 0.0143
	227.97	0.00	-0.1632	-0.7088	-0.7404	
			-0.2179	348.1782		
147	1089.28	0.00	0.0000	0.9991	-0.1846	-0.5753 0.4029
	221.67	0.00	0.0000	-0.1605	-0.7480	
	Fixed		-0.1035	314.4016		
148	1119.28	0.00	-0.0454	0.1876	0.0336	0.1068 0.1556
	201.67	0.00	-0.1408	0.0622	-0.0598	
			0.0287	228.8100		
149	1089.28	0.00	0.0000	1.0548	-0.9974	-0.5124 -0.1261
	201.67	0.00	0.0000	-0.4275	-1.2988	
	Fixed		-0.4275	300.4601		

max./min.Values Nodes XY-coord.

=====

Displacement max dx [mm] : 46.7129 * E-3 5 865.31, 831.67
 min dx [mm] : -0.0454 * E-3 148 1119.28, 201.67

Displacement max dy [mm] : 18.6179 * E-3 4 819.28, 781.67
 min dy [mm] : -1.5083 * E-3 91 1044.84, 438.69

Displacement max d [mm] : 49.3588 * E-3 6 839.28, 831.67

Von Mises max svM [N/mm²]: 3.9280 131 959.28, 261.67

Stress in X-Axis max sX [N/mm²]: 0.6454 145 979.28, 201.67

min sX [N/mm²]: -2.0158 4 819.28, 781.67

Stress in Y-Axis max sY [N/mm²]: 4.4182 131 959.28, 261.67

min sY [N/mm²]: -3.6100 105 1064.98, 391.09

Stress in Z-Axis max sZ [N/mm²]: 1.3470 131 959.28, 261.67

min sZ [N/mm²]: -1.2779 105 1064.98, 391.09

Shear Stress max Txy [N/mm²]: 1.5260 105 1064.98, 391.09

min txy [N/mm²]: -1.2225 129 979.28, 261.67

Main Stress max s1 [N/mm²]: 4.4527 131 959.28, 261.67

min s1 [N/mm²]: -0.6720 4 819.28, 781.67

Main Stress max s2 [N/mm²]: 0.5091 130 1006.78, 261.67

min s2 [N/mm²]: -4.2557 105 1064.98, 391.09

Annexe 3 :**Calcul de châssis par (RDM)**

Flexion d'une poutre droite |

Utilisateur : Institut National Agronomique - I.N.A. EL HARRACH - ALGER

Nom du projet :

Date : 20 Mai 2010

| Données du problème |

| Matériau |

Nom du matériau = Acier

Module d'Young = 210000 MPa

Masse volumique = 8000 kg/m³

Limite élastique = 250 MPa

| Noeuds [m] |

Noeud 1 : X = 0.000

Noeud 2 : X = 1.800

Noeud 3 : X = 0.275

Noeud 4 : X = 0.405

Noeud 5 : X = 0.555

Noeud 6 : X = 0.685

Noeud 7 : X = 0.835

Noeud 8 : X = 0.965

Noeud 9 : X = 1.115

Noeud 10 : X = 1.245

Noeud 11 : X = 1.395

Noeud 12 : X = 1.525

| Section(s) droite(s) |

Noeuds 1 --> 2

Carré creux : c = 100.0 t = 6.0 (mm)

Aire = 22.56 cm²

Moment quadratique : $I_Z = 333.59 \text{ cm}^4$

Fibre supérieure : $V_Y = 50.00 \text{ mm}$ $W_{el.Z} = 66.72 \text{ cm}^3$

Fibre inférieure : $V_Y = 50.00 \text{ mm}$ $W_{el.Z} = 66.72 \text{ cm}^3$

Poids de la structure = 324.86 N ($g = 10.00 \text{ m/s}^2$)

| Liaison(s) nodale(s) |

Noeud 3 : Flèche = 0

Noeud 12 : Flèche = 0

| Cas de charge(s) |

Charge linéairement répartie : Noeuds = 4 -> 5 $p_{Yo} = -150.00$ $p_{Ye} = -150.00 \text{ N/m}$

Charge linéairement répartie : Noeuds = 6 -> 7 $p_{Yo} = -150.00$ $p_{Ye} = -150.00 \text{ N/m}$

Charge linéairement répartie : Noeuds = 8 -> 9 $p_{Yo} = -150.00$ $p_{Ye} = -150.00 \text{ N/m}$

Charge linéairement répartie : Noeuds = 10 -> 11 $p_{Yo} = -150.00$ $p_{Ye} = -150.00 \text{ N/m}$

| Résultats |

| Déplacements nodaux [m , °] |

Noeud	Flèche	Pente
1	0.000003	-0.000535
2	0.000003	0.000535
3	0.000000	-0.000535
4	-0.000001	-0.000504
5	-0.000002	-0.000398
6	-0.000003	-0.000266
7	-0.000004	-0.000083
8	-0.000004	0.000083
9	-0.000003	0.000266
10	-0.000002	0.000398
11	-0.000001	0.000504
12	0.000000	0.000535

DY maximal = $2.56807\text{E-}06 \text{ m}$ à $X = 1.800 \text{ m}$

DY minimal = $-3.65084\text{E-}06 \text{ m}$ à $X = 0.901 \text{ m}$

| Efforts intérieurs [N N.m N/m²] |

TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant SXX = Contrainte normale

Noeud	TY	MfZ	SXX
1	0.00	-0.00	-1.460E-10
3	0.00	0.00	2.919E-10
3	-45.00	0.00	4.732E-10
4	-45.00	5.85	8.768E+04
4	-45.00	5.85	8.768E+04
5	-22.50	10.91	1.636E+05
5	-22.50	10.91	1.636E+05
6	-22.50	13.84	2.074E+05
6	-22.50	13.84	2.074E+05
7	0.00	15.52	2.327E+05
7	0.00	15.52	2.327E+05
8	0.00	15.52	2.327E+05
8	-0.00	15.52	2.327E+05
9	22.50	13.84	2.074E+05
9	22.50	13.84	2.074E+05
10	22.50	10.91	1.636E+05
10	22.50	10.91	1.636E+05
11	45.00	5.85	8.768E+04
11	45.00	5.85	8.768E+04
12	45.00	0.00	1.473E-09
12	0.00	0.00	1.425E-09
2	0.00	0.00	1.313E-10

Moment flechissant maximal = 15.52 N.m à 0.835 m

Moment flechissant minimal = -0.00 N.m à 0.275 m

Contrainte normale maximale = 2.327E+05 N/m² à 0.835 m

Contrainte normale minimale = -2.327E+05 N/m² à 0.835 m

| Action(s) de liaison [N N.m] |

Noeud 3 RY = 45.00

Noeud 12 RY = 45.00

Résumé.

Notre travail a porté sur la conception d'un semoir pour cultures maraîchères. La première partie de ce travail a porté sur la mise en évidence de l'importance du semis pour le bon développement de la culture notamment les cultures maraîchères. Les constats établis justifient l'intérêt de la conception et la réalisation d'un semoir présentant un certain nombre d'avantages d'ordre technique et surtout d'ordre économique. Le semoir a été réalisé au niveau de l'entreprise étatique de MAGI (Matériels Agricoles et Industriels) de Rouïba.

Le prix du semoir conçu et réalisé est de l'ordre de 300 000,00 DA ; il est beaucoup moins élevé que ceux des semoirs importés. Le semoir réalisé présente aussi un avantage, il est adapté aux petites parcelles en pente et en dévers ce qui permet d'éviter la lourde tâche de l'éclaircissage.

Il est utilisable au niveau de parcelles de petite taille d'environ 0,5 Ha maximum. Pour cela lors de sa conception nous avons pris en considération sa maniabilité, nous avons donc agit sur sa taille et son poids qui est de 150 kilogrammes. Son utilisation au niveau des serres est aussi un paramètre intéressant.

Mots clés : semoir, système d'attelage, bloc roue, élément semeur, graine, sol.

Abstract.

Our work concerned the design of a seeder for market gardening. The first part of this work concerned the description of the importance of sowing for the good development of the culture in particular the market gardening. The established official reports justify the interest of the design and the realization of a seeder presenting a certain number of advantages of technical order and especially of economic order. The seeder was produced on the level of the official company of MAGI (Farm equipment and Industrial) of Rouïba.

The price of the designed and produced seeder is about 300 000,00 DA; it is much less low than those of the imported seeders. The seeder carried out has also an advantage, it is adapted to the small cant and inclined pieces what makes it possible to avoid the heavy task of polishing.

It is usable on the level of pieces of maximum small size of approximately 0,5 ha. For that at the time of its design we took into account his handiness, we thus have acts on his size and its weight which is of 150 kilograms. Its use on the level of the greenhouses is also an interesting parameter.

Keywords: planter, coupling system, wheel unit, metering unit, seed, soil.

ملخص:

هدا على تصميم مزارع للخضروات. وركز الجزء الأول من هذا العمل على تسليط الضوء على أهمية الزرع لتطوير السليم النمو بما ركز عملنا في ذلك محاصيل الخضار. النتائج التي توصلنا إليها تبرر الاهتمام بتصميم وتنفيذ زراع مع عدد من المزايا الفنية والاقتصادية الى حد كبير. وأجرى (العتاد أفلحي و الصناعي) بالروبية. MAGI الإنشاء في المؤسسة العامة

تم تحديد السعر التصنيع نحو 300.000,00 دج هو أقل بكثير من تلك المستوردة. المناورة كما حققت ميزة ، انه مناسب للمساحات الصغيرة والمنحدرة وبالتالي تجنب المهمة الصعبة المتمثلة في التخفيف.

وهو يستخدم في مساحات صغيرة من الحد الأقصى حوالي 0.5 هكتار. للقيام بذلك خلال تصميم أخذنا في الاعتبار القدرة على المناورة به ، ولذلك تصرفنا على حجمه ووزنه 150 كجم. استخدامه في البيوت البلاستيكية هو أيضا مثيرة للاهتمام.

الكلمات المفتاحية: الزراع، نضام الربط، عجلة الوحدة، وحدة الزرع، البدرة، التربة.