

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945 – Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrotechnique et Automatique



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **Master Académique**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique

Mémoire de fin d'études

Conception et évaluation des performances d'un système automatisé de transplantation des plantes

Présentés par :

CHOUFI AHLEM

BELAID RANIA

Sous la direction :

Dr. KADDECHE MOUNIA

Pr. KECHIDA SIHEM

2024/2025

Remerciements

Tout d'abord, nous rendons grâce à ALLAH Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail, et nous a guidés à chaque étape de ce parcours.

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos encadrantes, **Dr. KADDECHE Mounia** et **Pr. KECHIDA Sihem**, pour leur suivi assidu, leurs conseils avisés, leur soutien constant et leur disponibilité tout au long de la réalisation de ce projet. Leurs encouragements et leurs recommandations ont grandement contribué à la qualité et au succès de ce travail.*

*Nous remercions également chaleureusement **Pr. Belhadi Salim** pour son aide et ses conseils qui nous ont permis d'améliorer la qualité du projet et de trouver des solutions technologiques très ingénieuses, et pour sa précieuse contribution à l'évaluation de notre manuscrit.*

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à l'équipe du Pôle Pro, notamment BenKirat, Mme Barket et Mme Khaloufi, pour leur aide précieuse et leur soutien tout au long du projet.

*Nous souhaitons exprimer toute notre reconnaissance à **M. Ouerfella Rabeh** pour son soutien généreux, sa collaboration fructueuse et ses efforts appréciés, qui ont eu un impact positif sur la réussite de ce travail.*

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire et pour le temps qu'ils y ont consacré.

Nos respects à tous les enseignants du département de Génie Électrotechnique et Automatique ainsi que ceux des départements de Mécanique et du Tronc Commun Sciences et Techniques, pour leur engagement et la qualité de leur enseignement durant toute notre formation.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire. Leur soutien, leurs encouragements et leurs contributions, même discrètes, ont été essentiels.

Merci à tous.

أنوار التمام لنا تجلت ولولا الله ما كنا وصلنا
الحمد لله شكرا وامتنانا على البدء والختام أحمدك ربي حمدا بلغ لمنتهاه
بكل حب أهدى ثمرة نجاحي وتخرجي
إلى الراحل الباقي في قلبي من عوضني عن حنان الأب خالي رحمه الله
إلى من سهرت الليالي من أجلي وضحت براحتها وسعادتها لتصنع مني
ما أنا عليه اليوم
إلى من كانت لي أما وأبا وسندا اليد الحانية التي لم تتخل عني يوما إليك
أمي كل كلمات الشكر لا تفيك حقك وإن كان لهذا الإنجاز معنى فهو لأنك
كنت خلفه بدعواتك
إلى ضلعي الثابت سندي وعزوتي أخي العزيز سيف من ساندني في كل
خطوة من خطوات حياتي ووقف بجانبني طوال مشوار حلمي
إلى من كان دعائها سر نجاحي جدتي الغالية أدامها الله لي وأطال عمرها
إلى أنس عمري ومخزن ذكرياتي إخوتي شروق، ضياء، يحيى وبراء
وإلى باقي عائلتي من رافقتي حبهم ودعائهم ودعمهم
كما لا يفوتني أن أخص إهدائي بذكر الدكتور بن عالية نذير، بوزعرورة
فوزي وفراغة هدى من لم يتوانوا في تقديم يد العون التمني لي بالتوفيق
والسداد
وإلى كل شخص أحمل له المحبة والتقدير وكل من له أثر على حياتي ولم
يذكره قلبي



بلعيد رانيا

الحمد لله الذي يسر البدايات وأكمل النهايات وبلغنا الغايات

الحمد لله الذي ما تم جهد إلا بعونه

أهدي ثمرة تخرجني الى من قال فيهم الرحمن واخفض لهما جناح الذل
من الرحمة

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها واحتضنتني قلبها قبل يديها وسهلت
لي الشدائد بدعائها من ساندتني في كل تلك الليالي المظلمة ومسحت
دمعتي إلى القلب الدافئ أُمي الغالية أدامها الله تاجاً فوق رأسي

إلى من زين اسمي بأجمل الألقاب من دعمني بلا حدود ومن علمني أن
الدنيا كفاح وسلاحها العلم قوتي وعزوتي وفخري أبي الغالي أدامه الله
لي

إلى ملاذي وسندي الذي لا يمل ولا يميل سر بسمتي وداعمي النفسي
والقلب الحنون الصادق من ساندوني بكل حب عند ضعفي ومن وقفوا
بجانبي في كل الشدائد العقد المتين إخوتي "وائل أكرم وصال أيوب لينة
" أدامهم الله لي كتفا لا يميل

إلى نكهة الطفولة من ساندوني بكل مرحلة من مراحل حياتي ومن يقترن
دفع العائلة بوجودهم عمي (حليم وهو أبي الثاني) عماتي (فيروز،
نعيمه، سارة) وخالتي (فايزة)

إلى من شجعني وكان سنداً لي بعد عائلتي صديقتي العزيزات رفيقات
الدرب من شاركوني اللحظات الصعبة قبل الجميلة (خديجة، رانية،
خولة...) وإلى كل من ساندني في إتمامي لدراستي



شوفي أحلام

Résumé

L'agriculture est une activité essentielle dans le monde, impliquant environ 27 % de la population mondiale, et 13 % en Algérie. Le semis constitue une étape cruciale du processus de culture, influencée par le type de sol, le climat et la localisation. La germination et la croissance des graines dépendent principalement du type de semence, de son diamètre et de la profondeur de semis.

Le semoir joue un rôle fondamental en assurant une répartition précise des graines et une profondeur adaptée, tout en réduisant le temps et les efforts de travail. En Algérie, c'est un outil indispensable pour améliorer la productivité agricole.

Notre projet vise à concevoir un semoir adapté aux cultures intercalaires, capable d'assurer un semis précis, un bon espacement entre les lignes, le labourage du sol et le recouvrement des graines, contribuant ainsi à une agriculture plus efficace et performante.

Mots-clés : Agriculture, semis, cultures intercalaires, semoir de précision, préparation du sol, espacement des graines, germination, productivité agricole, outils agricoles, agriculture durable, Algérie, efficacité agricole

Abstract

Agriculture is a vital activity worldwide, employing about 27% of the global population, and 13% in Algeria. Sowing is a key stage in the farming process, influenced by soil type, climate, and location. Seed germination and growth depend on the seed type, diameter, and sowing depth.

The seed drill plays a crucial role in ensuring accurate seed distribution and optimal depth, reducing time and effort while improving productivity. In Algeria, it is an essential tool for food security and agricultural development.

Our project focuses on designing a seed drill adapted for intercropping. It ensures precise sowing holes, optimal seed spacing, soil tilling, and proper seed coverage, enhancing agricultural efficiency and yield.

Key-words : Agriculture, seed drill, sowing, seed germination, seed spacing, soil tilling, intercropping, sowing depth, agricultural productivity, farming efficiency, food security, Algeria, sustainable farming.

ملخص

تُعد الزراعة من الأنشطة الأساسية في العالم، حيث يعمل بها نحو 27٪ من السكان عالميًا، و13٪ في الجزائر. ويُعدّ البذر مرحلة مهمة في عملية الزراعة، ويتأثر بنوع التربة، والمناخ، والموقع الجغرافي. كما تعتمد إنبات البذور ونموها على نوع البذور وقطرها وعمق الزرع.

يلعب المزارعة (semoir) دورًا حيويًا في توزيع البذور بدقة وضمان العمق المناسب، مما يوفر الوقت والجهد ويُحسّن الإنتاجية. في الجزائر، يُعد أداة ضرورية لتحقيق الأمن الغذائي وتحسين المردود الزراعي.

يركز مشروعنا على تصنيع مزارعة مخصصة للزراعات البينية، يضمن دقة في فتحات البذر وتوزيعًا مثاليًا للبذور، كما يقوم بحرث التربة وتغطية البذور بعد الزرع، مما يُعزز من كفاءة الزراعة.

الكلمات المفتاحية: الزراعة، المزارعة، البذر، إنبات البذور، التربة، الزرع، الزراعة البينية، توزيع البذور، عمق الزرع، حرث التربة، تغطية البذور، الإنتاجية الزراعية، الكفاءة الزراعية، الأمن الغذائي، الجزائر

Liste des figures

Figure I.1	L'agriculture manuelle	2
Figure I.2	Une batteuse en 1881	3
Figure I.3	Un tracteur de l'industrie moderne	9
Figure I.4	Herse	9
Figure I.5	Charrue	9
Figure I.6	Machine de culture avec remorque de pulvérisation d'engrais et de pesticides	10
Figure.I.7	Machine à semis	10
Figure.I.8	Machine de soulèvement	10
Figure I.9	Machine d'engrais chimique centrifuge	11
FigureI.10	Machine d'engrais	11
Figure I.11	Faucheuse de fourrage	11
Figure I.12	Véhicule de transport	12
Figure I.13	Nombre de tracteurs dans le monde arabe	13
Figure I.14	Le parcours de la technologie de semis et de pulvérisation de graines	16
Figure II.1	Setup de la procédure adoptée	21
Figure II.2	Schématisation des roues	22
Figure II.3	L'unité de semis	23
Figure II.4	Schématisation de la poulie	23
Figure II.5	Schématisation du moteur	24
Figure II.6	La structure principale	24
Figure II.7	Le rouleau	25
Figure II.8	Réservoir à graines	25
Figure II.9	Prototype Finale	26
Figure II.10	Le prototype	27
Figure III.1	Les principales pièces composant la machine Agri-Sync	33
Figure III.2	Les étapes de dessin de la herse	34
Figure III.3	Les étapes de dessin du bras levant la partie coupante du soc de labour	35
Figure III.4	Les étapes de dessin du squelette du labour	36
Figure III.5	Les étapes de dessin de la partie coupante de la herse	37
Figure III.6	Schématisation de l'assemblage du semis	38
Figure III.7	Principales étapes du dessin d'un des bacs du semis	39
Figure III.8	Dessin du rouleau	40

Figure III.9	Schématisation d'axe	40
Figure III.10	Schématisation de la poulie	41
Figure III.11	Schématisation du réservoir	42
Figure III.12	Schématisation de la chaise du fermier	43
Figure III.13	Schématisation des composantes de la roue	44
Figure III.14	Schématisation des roues	45
Figure III.15	Schématisation de la gente de la roue	45
Figure III.16	Schématisation de la roue	46
Figure III.17	L'assemblage des roues	47
Figure III.18	Schématisation de la forme extérieure du moteur	48
Figure III.19	Schématisation approximative du panneau solaire	49
Figure III.20	Schématisation de la forme extérieure de la machine	49
Figure III.21	L'assemblage de la machine Agri-Sync	50
Figure III.22	Aspect finale de la machine Agri-Sync	51

Liste des tableaux

Tableau I.1	Diamètres des différentes graines	7
Tableau I.2	Détails pour la plantation des graines	7
Tableau I.3	Répartition générale des terres en Algérie (DSASI, MADR, 2009)	15
Tableau II.1	Dimension des différentes pièces du prototype	27
Tableau II.2	Résumé des Caractéristiques calculées du moteur	30

Sommaire

- i. Remerciement
- ii. Dédicaces
- iii. Résumé
- iv. Liste des Figures est des tableaux

Introduction générale	1
-----------------------	---

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.Introduction	2
I.2. Historique de la mécanisation de l'agriculture	2
I.2.1. Historique de la Politique de Développement de l'Agriculture en Algérie	4
I.3. Problèmes des agriculteurs	5
I.4. Semi-plantation des graines	6
I.5. Classification et espacement des semis	6
I.6. Méthodes de plantation	6
I.7. Facteurs affectant la levée des graines	8
I.8. Les machines mécaniques dans le cadre de la mécanisation agricole	8
I.9. Taux de mécanisation de l'agriculture en Algérie	12
I.10. Les différents types de terres existant en Algérie	14
I.10.1. Les terre et l'agriculture en Algérie	14
I.11. Politique de l'agriculture du sud algérien	16
I.11.1. Présentation Les régions du sud algérien	16
I.11.2. La politique agricole et ses objectifs	16
I.12. Revue de la littérature et thème principal du projet	17
I.13. Conclusion	19

CHAPITRE II : CONCEPTION DU PROTOTYPE SOUS SOLIDWORKS

II.1. Introduction	20
II.2. Méthodologie	20
II.3. L'objectif du projet	22
II.4. Conception sous SolidWorks	22
II.4.1. Les roues	22
II.4.2. L'unité de semis	23

II.4.3. La polie	23
II.4.4. Le moteur	24
II.4.5. La structure principale	24
II.4.6. Le rouleau couvreur qui permet de remettre la terre sur la graine après la semis	25
II.4.7. Réservoir à graines	25
II.5. L'assemblage	26
II.6. Le prototype	27
II.7. Choix des matériaux et des composants	27
II.7.1. Matériaux utilisés	28
II.7.2. Composants mécaniques	28
II.8. Fonctionnement de la machine	28
II.8.1. Étapes de fonctionnement	28
II.8.2. Commande de réglage	29
II.9. Partie de calcul	29
II.10. Analyse du prototype	30
II.11. Conclusion	31
 CHAPITRE III : LE DESSIN ET LA CONCEPTION DE LA MACHINE AGRI-SYNC	
III.1. Introduction	39
III.2. Présentation des différentes vues SolidWorks	39
III.2.1. Le soc de labour (Le herse)	41
III.3. L'unité de semis	45
III.4. Rouleau et axe porteur	47
III.5. Dessin de Poulie	48
III.6. Le réservoir d'eau	49
III.7. Le siège du conducteur	50
III.8. Les composantes des roues	50
III.9. L'assemblage des roues	54
III.10. Moteur	55
III.11. Panneaux solaires	56
III.12. Structure externe de la machine agricole Agri-Sync	56
III.13. La machine Agri-Sync après assemblage	57
III.14. Conclusion	59
Conclusion générale	60

Annexe A	61
Annexe B	62
Bibliographie	94

Introduction Générale

Le secteur agricole est reconnu depuis l'Antiquité pour son importance cruciale dans la vie humaine, source de nourriture et de stabilité économique et sociale. Cependant, avec le temps, l'agriculture a connu des évolutions radicales grâce à la technologie. Les machines agricoles modernes ont contribué à améliorer la productivité et à réduire l'effort physique des agriculteurs, tout en réduisant les délais et les coûts. Cependant, malgré ces progrès, ces machines se contentent d'une seule tâche, ce qui oblige l'agriculture à passer par de nombreuses étapes. Ceci constitue un obstacle à l'efficacité et à la rapidité d'exécution face à la demande croissante de nourriture.

C'est à partir de cette problématique que notre projet a été lancé. Il visait à concevoir et à fabriquer une machine agricole durable et multifonctionnelle, capable d'effectuer simultanément les opérations agricoles de base (labour, semis et arrosage) et de s'adapter à tous les types de terrains agricoles. Cela permettrait de faire évoluer les méthodes actuelles.

Dans le premier chapitre de ce mémoire, est présenté un aperçu général du machinisme agricole et de son évolution au fil du temps. Les méthodes traditionnelles et modernes, ainsi que l'émergence de la technologie et son impact sur la satisfaction des exigences de la production agricole sont présentés.

Le deuxième chapitre, est consacré à la conception du prototype de la machine **Agri-Sync** à l'aide du logiciel SolidWorks. Ceci a permis de fabriquer le modèle et de le tester sur le terrain. Les résultats ont été satisfaisants. Un ensemble de dessins techniques expliquant les différents composants ainsi que le fonctionnement de la machine **Agri-Sync** et les matériaux utilisés.

Dans le dernier chapitre, est dédié à la conception du modèle final de la machine **Agri-Sync** sous SolidWorks. Les différentes sections du chapitre exposent les étapes de conception et de développement, en prenant en compte les erreurs commises lors de la création du prototype. Cela garantit une amélioration significative des aspects techniques et d'ingénierie, gage de l'efficacité et de l'efficience de la machine **Agri-Sync** sur le terrain.

Ce projet représente une avancée majeure vers l'intégration de la technologie dans l'agriculture durable. Il vise à apporter une solution innovante et pratique au problème des multiples étapes de l'agriculture grâce à une machine unique, efficace et facile à utiliser.

Chapitre I

Etude bibliographique

I.1. Introduction

Face aux défis croissants auxquels le secteur agricole est confronté, notamment la rareté des ressources et les effets du changement climatique, il est devenu crucial de développer des technologies faciles à comprendre, à appliquer et à utiliser pour les agriculteurs. Ces innovations visent à améliorer la productivité tout en réduisant l'effort, le temps et les coûts. Parmi ces innovations, les machines de replantation des graines se distinguent, car elles exécutent simultanément les opérations de labour, de semis et d'irrigation.

Ces machines avancées représentent une révolution dans le domaine de la mécanisation agricole, permettant une plantation précise et efficace, en particulier pour les cultures semencières. Elles réduisent également le besoin en main-d'œuvre et permettent une diminution des coûts d'exploitation. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'importance de ces machines, leur fonctionnement ainsi que leurs avantages économiques et environnementaux, en insistant sur leur rôle dans l'amélioration de la qualité de la production agricole et dans la conservation des ressources.

I.2. Historique de la mécanisation de l'agriculture

La mécanisation en générale est une substitution plus étendue du machinisme du travail manuel dans la sphère de la production [1]. En effet, l'agriculture mécanisée est un processus qui consiste à l'utilisation de machines mécaniques agricoles pour travailler dans l'agriculture et remplacer progressivement le travail manuel à l'aide d'outils simples. L'histoire de l'agriculture a fait appel à l'utilisation d'outils anciens comme la main humaine, les animaux et charrue (voir figure I.1) [2].



Figure I.1. L'agriculture manuelle [2]

Après la Première Guerre mondiale, le moteur à combustion interne remplace la machine à vapeur, qui elle-même remplaçait la force animale et humaine. En tant que doctrine, le machinisme agricole a pu se développer avec l'invention de la machine à vapeur et la disponibilité du charbon, puis du moteur à combustion interne [3].

La révolution industrielle a contribué à soutenir la révolution agricole aux 18 et 19 siècles en général et la révolution de la mécanisation en particulier. La grande révolution de la mécanisation fournit rapidement à l'agriculture de nouvelles machines révolutionnant les techniques alors en place. En 1834, l'industriel américain McCormick met au point la première moissonneuse-batteuse. En 1837 aujourd'hui, Mathieu de Dombasle invente une nouvelle charrue (**voir figure I.2**) [4].



Figure I.2. Une batteuse en 1881 [4]

Aujourd'hui, avec la révolution des NTIC (Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication), le machinisme agricole passe à une nouvelle étape, avec un usage accru de l'informatique, des données satellites et GPS voire de drones et de robots afin d'améliorer les rendements [3].

L'utilisation de machines agricoles dans la réalisation d'opérations agricoles telles que l'irrigation, le labour et la récolte est plus rapide que les machines primitives et plus garantie pour la croissance des cultures correctement [5]. Aussi, elle a permis de ;

- ✓ Réduire l'effort physique des agriculteurs.
- ✓ Réduire les coûts des services agricoles.
- ✓ Augmentation de la productivité.

- ✓ Augmentation de la superficie des terres agricoles : L'utilisation de machines agricoles facilite le processus Récupérer des terres agricoles.
- ✓ Économie de viande : L'utilisation de tracteurs conduit à la fourniture d'animaux pour nourrir les humains.
- ✓ Préparation des aliments [5].

I.2.1. Historique de la Politique de Développement de l'Agriculture en Algérie

Depuis son indépendance, l'Algérie a mis en œuvre diverses politiques agricoles, héritées du colonialisme français et issues de ses propres efforts de développement. Ces politiques se sont déroulées en quatre phases historiques principales :

➤ 1962-1979 : L'Agriculture Algérienne Post-Indépendance

- L'Algérie a hérité d'un système agricole dual : un secteur moderne colon et un secteur traditionnel marginalisé.
- **L'autogestion agricole (1962-1973)** a vu la nationalisation des terres des colons et la création de fermes autogérées sous la supervision de l'ONRA. Malgré des ressources importantes, elle a souffert de faible productivité, d'inefficacité administrative, de problèmes de commercialisation, de désintérêt des travailleurs et de défis techniques et de motivation.
- **Le secteur agricole privé** comprenait des exploitations de subsistance, familiales marchandes et modernes. Sa productivité en céréales était inférieure à celle du secteur autogéré (sauf pour les cultures maraîchères et oléicoles), limitée par le manque de soutien étatique et la concentration inégale des terres.
- **La Révolution Agraire de 1971** visait à réorganiser la production, créer des industries de transformation et remodeler le monde rural. Elle a impliqué la création du FNRA, la nationalisation des terres des absentéistes, la limitation des grandes propriétés et l'intégration des zones steppiques. Elle a permis la suppression de la grande propriété et le regroupement des terres nationalisées en unités plus efficaces.

➤ **Depuis 2000 : La Politique du Renouveau Agricole et Rural**

- Cette politique visait initialement à compenser les faiblesses de l'agriculture du nord et a évolué vers une stratégie nationale de développement agricole et rural (horizon 2013).
- Les deux objectifs majeurs étaient de relancer l'économie agricole (sécurité alimentaire, modernisation) et de revitaliser les espaces ruraux (amélioration des conditions de vie, valorisation des ressources naturelles).
- Le Plan National de Développement Agricole (PNDA) a pour objectifs d'assurer l'accès à des produits alimentaires de qualité, d'accroître la production nationale, d'utiliser durablement les ressources, de promouvoir les exportations, de sauvegarder l'emploi agricole et d'améliorer les revenus des agriculteurs.

I.3. Problèmes des agriculteurs

Lors des cultures, les agriculteurs rencontrent souvent des problèmes, du semis à la récolte, parfois liés aux intempéries. Dans les champs, il est important d'utiliser le bon type de semences et de choisir une méthode de semis adaptée aux conditions du sol et aux conditions météorologiques. Cela demande des efforts et du temps considérables au début de la culture. En particulier,

1. En début de saison, les agriculteurs ont besoin d'un équipement mécanisé pour nettoyer ou enlever la culture précédente avant de commencer la nouvelle culture.

Tous les agriculteurs n'ont pas les moyens d'acheter un tracteur pour effectuer ce travail.

2. Lors du semis, ils ont également besoin d'un équipement adapté et abordable.
3. Après le semis, il est nécessaire d'éviter la pousse des mauvaises herbes grâce à une installation bien équipée.
4. Comme pour les problèmes mentionnés ci-dessus, il peut être nécessaire de labourer le sol à plusieurs reprises pendant la culture.

De plus, La politique agricole en Algérie fait face à plusieurs contraintes majeures **[09]** :

- Superficie agricole limitée (moins de 4 % du territoire national).
- Climat aride avec des précipitations irrégulières.
- Réseau d'irrigation insuffisant.
- Régression des terres agricoles due à l'urbanisation croissante.

- Exode rural causé par l'instabilité politique et sécuritaire.
- Insuffisance des capacités techniques de l'État.

I.4. Semi-plantation des graines

Comme mentionné précédemment, le semis est l'un des aspects les plus importants des problèmes de culture. Semer des graines signifie planter la graine à un endroit précis et la recouvrir de terre. À ce moment-là, les agriculteurs doivent labourer le sol une ou deux semaines avant la plantation et pendant le semis. Cela signifie qu'ils doivent labourer le sol au moins deux fois pendant la culture. La plantation des cultures consiste à placer les graines dans le sol pour obtenir une bonne germination et une bonne densité de culture.

Un semis parfait donne :

- ✓ Une quantité correcte de graines par unité de surface.
- ✓ Une profondeur de semis correcte.
- ✓ Un espacement correct entre les rangs et entre les plants.
- ✓ Un taux de semis correct.

I.5. Classification et espacement des semis

L'objectif principal de toute opération de plantation est d'établir une densité et un espacement optimaux, l'objectif ultime étant d'obtenir un rendement net maximal par unité de surface.

Les exigences en matière de densité et d'espacement dépendent des facteurs suivants :

- Le type de culture.
- Le type de sol.
- Le niveau de fertilité du sol.
- La quantité d'humidité disponible.

I.6. Méthodes de plantation

1. **Diffusion** : Dispersion aléatoire de graines sur la surface du champ.
2. **Semis** : Le semis consiste à déposer les graines dans des sillons en un flux continu et à les recouvrir de terre. L'espacement entre les graines n'est pas uniforme.
3. **Hill dropping** : Placer un groupe de graines à intervalles à peu près égaux dans les rangées.

4. **Plantation de précision** : Placement précis de graines individuelles à intervalles à peu près égaux dans les rangées.
5. Les graines utilisées en agriculture ont différents diamètres. Elles sont listées ci-dessous.

Tableau I.1. Diamètres des différentes graines

Nom de la graine	Diamètre (mm)
Roquette	2.5
Betterave	7.5
Brocoli	3.5
Chou	3.5
Carotte	3.5
Chou-fleur	3.5
Maïs	13.5
Concombre	9
Laitue	6
Gombo	7.5
Oignon	6
Pois	10
Radis	4
Tournesol	2.5
Maïs haricot mungo	4
Maïs haricot mungo vert	3
Maïs haricot mungo noir	3
Arachides	4.5

Non seulement la taille des grains est importante, mais il faut également respecter une distance précise entre la graine et la profondeur de plantation. Ces informations sont indiquées ci-dessous.

Tableau I.2. Détails pour la plantation des graines

Nom de la graine	Distance entre les graines (cm)	Profondeur de plantation (cm)
Betterave	3-5	1.5

Brocoli	45-60	0.5-1.5
Chou	45	0.5-1.5
Carotte	3-5	1.5
Chou-fleur	45-60	0.5-1.5
Maïs	15-25	2.5
Gombo	30	2.5
Oignon	5-8	1.5-3
Roquette	30	2.5-4
Poivron	60	1.5
Radis	2.5	1.2
Pomme de terre	25-30	10

Ces spécifications doivent être respectées car sans elles, les plantes pousseront de manière aléatoire et cela posera des problèmes à l'agriculteur lors de la récolte.

I.7. Facteurs affectant la levée des graines

Le respect des règles ci-dessus empêche la germination et la levée des graines. Plusieurs autres facteurs influencent la germination et la levée des graines.

- La profondeur de semis doit être uniforme.
- La répartition des graines doit être uniforme sur les rangs.
- Le déplacement transversal par rapport au rang doit également être pris en compte.
- L'ameublissement du sol est également évité.
- La terre doit être uniformément recouverte par les graines.
- L'engrais est mélangé aux graines lors du semis.

I.8. Les machines mécaniques dans le cadre de la mécanisation agricole

Les machines mécaniques étaient initialement limitées au labourage, qui était passé aux opérations de nivellement et de lissage du sol, planification, culture, entretien après la plantation, la récolte, le battage, le vannage et le transfert de la récolte.

Les machines mécaniques les plus importantes sont résumées ci-dessous :

- **Les tracteurs** : le tracteur agricole est la source de force motrice de toutes les machines agricoles de la ferme, il effectue de nombreuses tâches (**voir figure I.3**) [5].



Figure I.3. Un tracteur de l'industrie moderne

- **Machines pour préparer la terre avant la plantation (Herse et charrue)** : avant la plantation, le sol doit être préparé (nivellement, lissage, compactage...) pour améliorer les propriétés naturelles du sol en utilisant des charrues et des herse pour lisser la surface du sol et exterminer les mauvaises herbes [6].



Figure I.4. Herse



Figure I.5. Charrue

- **Semoirs et planteuses** : Ce sont des machines agricoles générales et spécialisées, des machines d'élague, de fertilisation, de souligner, de pulvérisation de pesticides, de semis et de plantation [5].



Figure I.6. Machine de culture avec remorque de pulvérisation d'engrais et de pesticides



Figure I.7. Machine à semis



Figure I.8. Machine de soulèvement

- **Machines de service aux cultures** : les plus importantes sont les machines à engrais, les machines de pulvérisation de pesticides et de produits chimiques.



Figure I.9. Machine d'engrais chimique centrifuge [5]



Figure I.10. Machine d'engrais

- **Machines de récolte** : comme des faucheuses telles que des faucheuses de fourrage vert, récolteuse de cultures souterraines et des dispositifs de nettoyage et de séparation des grains [6].



Figure I.11. Faucheuse de fourrage

- **Machines pour la préparation et le transport de la récolte** : après la récolte, le produit agricole a besoin d'être préparé pour la consommation ou le stockage, tels que des machines pour nettoyer le champ des résidus de récolte, des broyeurs de fourrage et des moyens de transport [5].



Figure I.12. Véhicule de transport

I.9. Taux de mécanisation de l'agriculture en Algérie

Dans son histoire, la mécanisation de l'agriculture algérienne est passée par différentes phases ; elle a d'abord connu une période favorable notamment entre 1974 et 1988 ; phase qui correspond à l'entrée en production de l'industrie du machinisme agricole (CMA et CMT) et la phase qui s'étale de 1988 à 1993 correspondant à une période de crise (ENPMA, 1994) [6].

Dans la phase actuelle et d'après les résultats du recensement général de l'agriculture (RGA, 2003) il ressort que [6] :

- Le nombre de tracteurs en service au niveau national (toute puissance confondue) est de 97176, le parc reste dominé par les tracteurs de marque Cirta fabriqués par CMT de Constantine. La surface agricole utile par tracteur est de 87ha alors qu'elle était de 75ha en 1993. Il faut noter enfin que la puissance moyenne n'a pas évolué ; les premiers tracteurs à quatre roues CX100 d'une puissance de 100 CV ont été mis sur le marché en 2001, cette gamme est complétée par la production du tracteur 80 CV en deux versions (2RM et 4RM) et du tracteur de 140 CV de puissance. La demande exprimée pour les tracteurs de grandes puissances est insignifiante.

- Le nombre d'outils aratoires répertorié est de 140647 unités, ce qui correspond à un indice de 1,4 unité/tracteur. Les charrues à socs et les outils à disques sont prédominants par rapport aux instruments à dents (chisels et cultivateurs) mieux indiqués en aridoculture. On retiendra que le recensement n'a pas mis en évidence le nombre de herse et de rouleaux indispensables au rappuyage de la ligne de semis.
- Le nombre de semoirs ne dépasse pas 9106 unités et ne satisfait que 68% des besoins. Celui des épandeurs d'engrais est de 8191 avec un taux de couverture de l'ordre de 61%. Ce décompte ne précise pas la part des semoirs combinés de celle des semoirs simples. Le traitement des cultures est assuré par 13862 pulvérisateurs entre jet projeté et jet porté.
- Le parc moissonneuse batteuse est quand à lui constitué de 8222 machines. Chaque machine permet de prendre en charge une superficie de 494ha (ce chiffre était de 336ha en 1993).

Au niveau du monde arabe, la Syrie se classe au premier rang pour le degré d'avancement de la mécanisation agricole avec un taux de 20.8%, suivie de l'Algérie avec un pourcentage de 19.58%, puis de l'Egypte avec un pourcentage de 18.75% [5].

La figure I.13 montre le nombre de tracteurs dans le monde arabe.

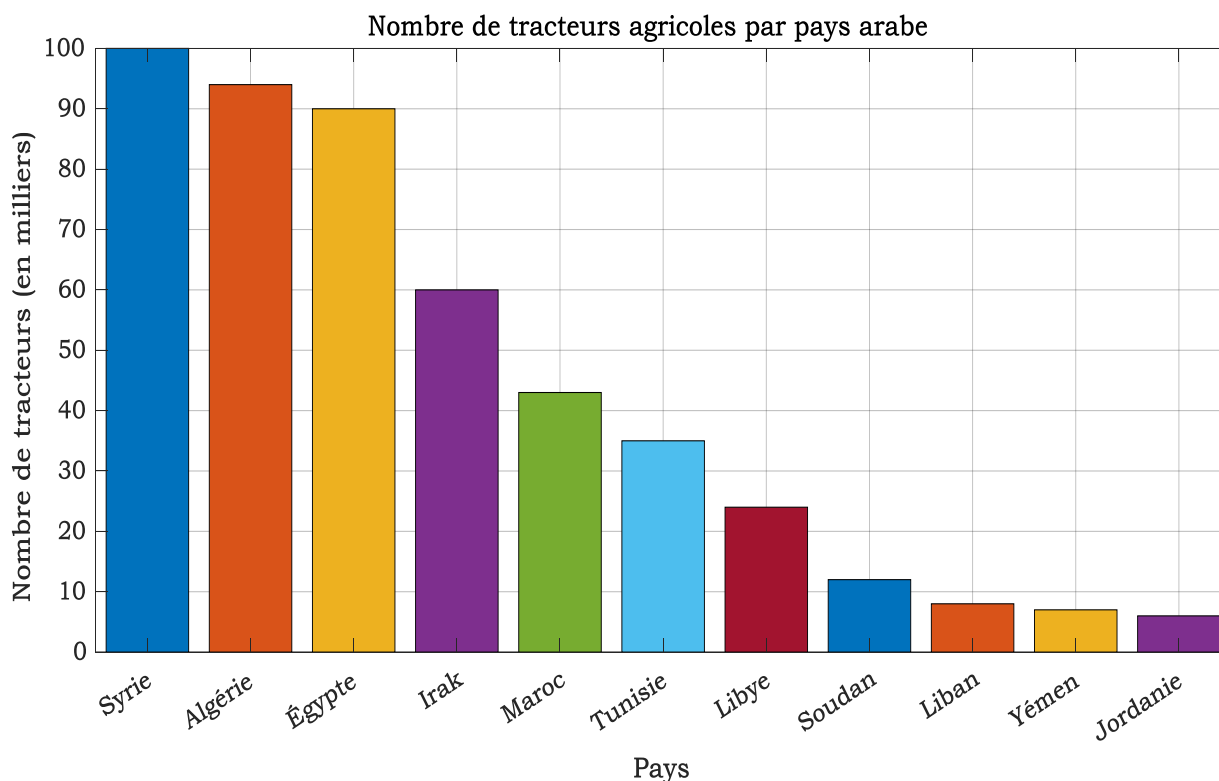


Figure I.13. Nombre de tracteurs dans le monde arabe

I.10. Les différents types de terres existant en Algérie

En raison de l'expansion de la superficie de l'Algérie qui estimée à 2 381 741 km², sa situation astronomique entre les longitudes 9 ouest et 12 est de Greenwich et entre les latitudes 19 et 37 nord, et son extension géographique du nord au sud 1 900 km et d'est en ouest varie entre 1200 km sur le littoral et 1 800 sur la ligne Tindouf Ghadamès. Tout cela l'a distingué par deux sections topographiques dans lesquelles nous différons par la qualité du terrain, et ce sont l'Atlas pré- saharien. (Plaines, plateaux, hauts plateaux des collines de l'Atlas) et post-Atlas saharien (Sahara) [7]. Les terres en général surtout en Algérie diffèrent d'un type à l'autre, selon la différence leurs sols.

- **Le sol**

Le sol est la fine couche de roche broyée de la croûte terrestre qui recouvre la surface de la terre, et il est le produit des conditions météorologiques tels que la chaleur, le vent et la pluie, et des conditions vitales : les humains et les autres êtres vivants. Ils travaillent en collaboration sur de longues périodes pour changer la nature des roches d'origine en sol matures [8].

I.10.1. Les terre et l'agriculture en Algérie

- **Présentation de l'agriculture en Algérie**

L'agriculture est un mot dérivé de deux mots agri, qui signifie le champ ou le sol, et du mot culture, qui signifie soin. Sur cette base, on peut dire que l'agriculture est le soin de la terre. Il comprend toutes les activités menées par l'agriculteur, telles que la culture de la terre pour produire des récoltes.

Ainsi, l'agriculture est une science, un art, une profession et une compétence pour investir la terre et les ressources humaines et un moyen pour la vie.

L'agriculture est d'une grande importance car elle est la principale source de nourriture pour le monde [9], et est un secteur stratégique de l'économie nationale algérienne, qui joue toujours un rôle important. Ainsi, l'Algérie a consacré une grande partie de ses efforts à l'intensification de l'agriculture, que ce soit par l'expansion verticale (doubler la capacité de production en augmentant le rendement agricole) ou l'expansion horizontale (mise en état de nouvelles surfaces pour l'exploitation agricole), tel que défini par la politique agricole en Algérie récemment [10].

L'agriculture assure environ 70 % des besoins alimentaires du pays. La production agricole algérienne est dominée par les grandes cultures, en particulier les céréales, le maraîchage, l'arboriculture, la culture des palmiers et les productions animales (ovins, bovins et poulets) .

Les exportations agricoles sont essentiellement représentées par les dattes et l'huile d'olive, et depuis peu par les produits de l'agroalimentaire [11].

L'Algérie tente depuis son indépendance de relever le secteur agricole pour atteindre Pour le développement et l'autosuffisance, que l'Algérie n'a pas encore atteints, elle importe encore 50% de ses céréales, lait et sucre [10].

La terre est l'élément de base de toute production agricole, et sur la base de sa qualité est déterminés la qualité et le volume de la production agricole [9].

A titre d'information, le secteur de l'agriculture englobe une superficie agricole totale égale à 42,46 millions d'hectares dont 8,42 millions d'hectares de surface agricole utile EN 1998[10, 12]. Soit 3,4% de la superficie totale du pays. [10], Selon les statistiques de 2006, il est classé en quatre sections :

- 1) **Terres cultivables** : Il est représenté dans les terres réellement utilisées pour l'agriculture en plus des terres inutilisées quelles études ont prouvé la possibilité de remise en état, et est représenté dans les terres de repos pour une période pâturages, prairies naturelles et égouts [9].
- 2) **Terres de cultures saisonnières** : ce sont les terres affectées à diverses cultures saisonnières, telles que les légumineuses, les céréales ou l'agriculture industrielle [9].
- 3) **La superficie cultivée (terres de culture permanentes)** : a superficie cultivée est la superficie des terres cultivées annuellement, multipliée par le nombre de Cultures plantées successivement au cours de la même année [9].
- 4) **Terres irriguées** : l'aménagement de la superficie des terres irriguées permet d'augmenter la productivité agricole et la quantité de production, grâce à l'intensification agricole, ainsi que le fait que les cultures ne sont pas affectées par le manque de pluie et la sécheresse., l'État a cherché à augmenter la superficie des terres irriguées [9].

Tableau I.3 : Répartition générale des terres en Algérie (DSASI, MADR, 2009) [12]

Type de terre		Superficie
Terre labourables	Cultures herbacées	4 069 380
	Terres au repos	3 423 502
Culture permanentes	Plantations fruitières	823 165
	Vignobles	82 743
	Prairies naturelles	24 550
Total Superficie Agricole Utile (SAU)		8 423 340

Pacages et parcours	-	32 955 880
Terres improductives des exploitations agricoles	-	1 087 700
Total Superficie Agricole Totale (SAT)		42 466 920

En résumé, tous les types de terres en Algérie, quels que soient leur sol et leur climat, peuvent être investis dans l'agriculture pour élever le niveau du secteur économique en général et le secteur agricole en particulier, et atteindre le développement et l'autosuffisance, en la récupérer, la préparer et essayer de trouver des solutions à tous les problèmes qui entravent l'agriculture.

I.11. Politique de l'agriculture du sud algérien

I.11.1. Présentation Les régions du sud algérien

Les régions du sud algérien disposent d'un territoire immense qui couvre environ $\frac{3}{4}$ du territoire national [13]. Il comprend les régions steppiques de l'ouest de l'Algérie et les régions désertiques de l'est de l'Algérie.

Ces régions disposent aussi de ressources hydriques importantes constituées en majorité de réservoirs d'eau souterraine non renouvelable. Mais la difficulté de leur exploitation, conjuguée à la fragilité des écosystèmes sahariens et aux limites des ressources en sols, rendent l'activité agricole assez complexe et tracent la portée et les limites du développement agricole dans ces régions [13].

I.11.2. La politique agricole et ses objectifs

Les opinions diffèrent pour déterminer la définition de politique agricole mais on peut dire que la politique agricole est une branche de la politique économique et est un ensemble de mesures, Législation et lois adoptées par l'État pour promouvoir le secteur agricole, ou est une manière dont l'État gère le secteur agricole afin d'atteindre ses objectifs prévus. Il varie en fonction des conditions particulières et générales internes de chaque Pays et en chaque période [14]. Mais ces objectifs restent toujours pour Réaliser trois (03) points principaux [9] :

- ✓ Augmenter la production agricole (végétale et animale).
- ✓ Réaliser la satiété des consommateurs de produits agricoles.
- ✓ Augmenter les profits des producteurs agricoles.

I.12. Revue de la littérature et thème principal du projet

La **figure 14**, intitulée « Le parcours de la technologie des semis et de la pulvérisation des graines », présente une chronologie des développements de la technologie des semis agricoles.

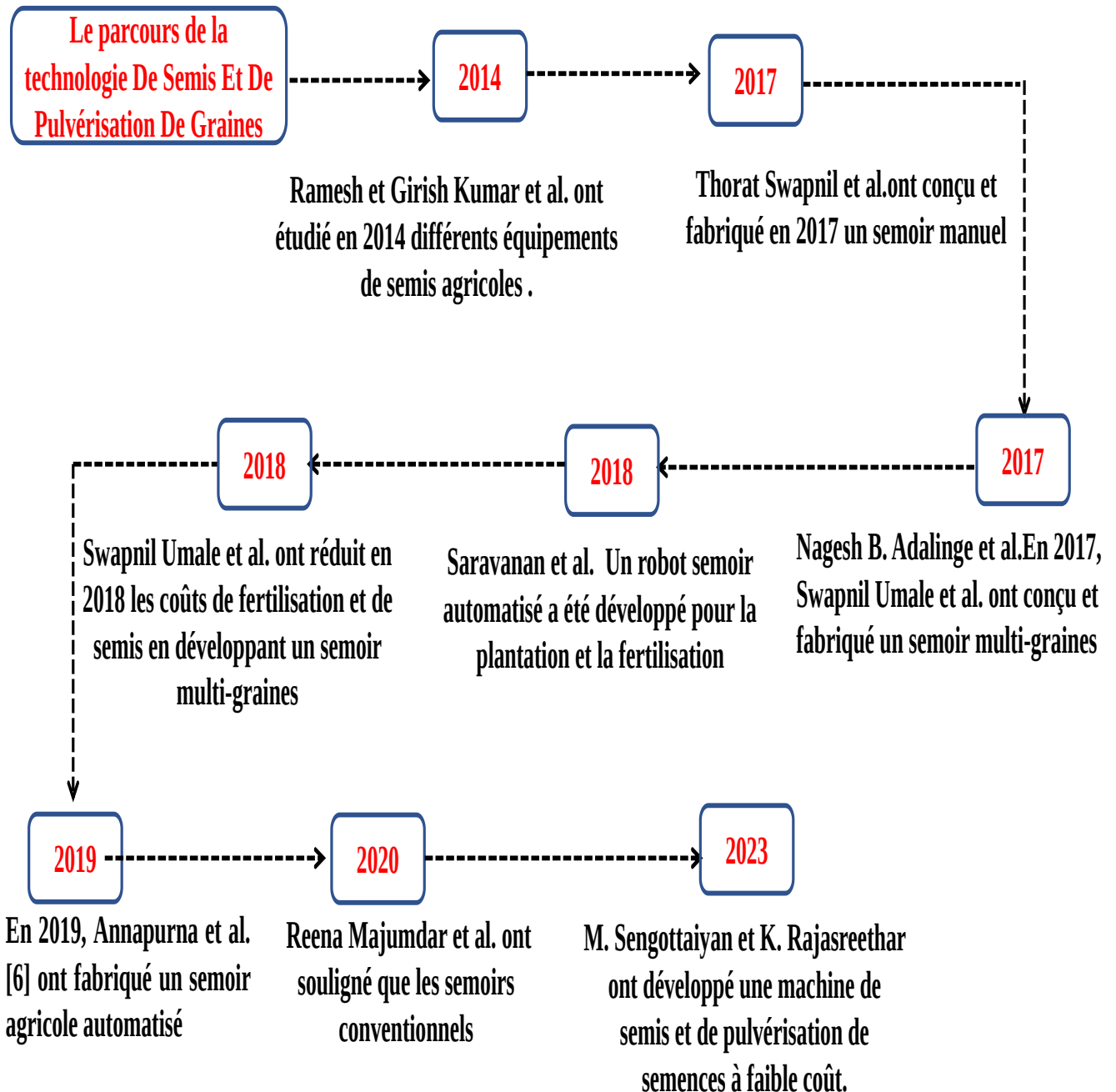


Figure I.14. Le parcours de la technologie de semis et de pulvérisation de graines

Ramesh et Girish Kumar et al. [15] ont étudié en 2014 différents équipements de semis agricoles afin de réduire les difficultés de plantation et de fertilisation, de réduire les coûts,

d'augmenter le taux de production et d'éviter les difficultés liées au semis manuel. Les machines mentionnées ci-dessus ne nécessitent qu'une seule personne pour leur utilisation, ce qui réduit les coûts de main-d'œuvre.

Thorat Swapnil et al. **[16]** Ont conçu et fabriqué en 2017 un semoir manuel, réduisant ainsi les efforts des agriculteurs et augmentant ainsi l'efficacité des semis. Fabriqué à partir de matières premières, ce semoir était très économique et très pratique pour les petits exploitants. L'article présentait un système avancé d'amélioration des processus agricoles, tels que la culture sur labour, grâce à l'assistance robotisée. Ce travail a porté sur un véhicule à quatre roues actionnées par un moteur à courant continu. Grâce à cette machine, une flexibilité de distance et un contrôle de la profondeur ont été obtenus pour différentes semences.

Nagesh B. Adalinge et al. **[17]** En 2017, Swapnil Umale et al. Ont conçu et fabriqué un semoir multi-graines. Ce semoir a apporté un soutien considérable aux petits agriculteurs. Ce matériel est conçu pour semer à des profondeurs et distances spécifiques. L'espacement et la profondeur varient selon la culture et l'état du sol. Il est conclu que cette machine réduit les efforts et les coûts totaux du semis.

Swapnil Umale et al. **[18]** Ont réduit en 2018 les coûts de fertilisation et de semis en développant un semoir multi-graines. Cet appareil peut travailler avec précision sur tout type de sol. Il est utilisé pour tous les types de cultures et répond aux besoins de base du semis. Différents types et tailles de graines peuvent être semés grâce à cette machine. Elle réduit de 50 % les coûts et les efforts lors du semis. Elle peut également être utilisée pour la distribution d'engrais.

En 2018, Saravanan et al. **[19]** Un robot semoir automatisé a été développé pour la plantation et la fertilisation. Il n'altère pas la texture du sol et augmente la production alimentaire. Respectueux de l'environnement, il ne produit ni émissions de carbone ni bruit. L'utilisation de capteurs réduit les coûts de main-d'œuvre et la précision. Comparé aux méthodes traditionnelles, le rendement est augmenté de 150 % en termes d'efficacité, de productivité et de temps/durée.

En 2019, Annapurna et al. **[20]** ont fabriqué un semoir agricole automatisé pour semer et désherber pendant les saisons de culture.

En 2020, Reena Majumdar et al. Ont souligné l'inefficacité des semoirs conventionnels, leur lenteur et leur coût de main-d'œuvre élevé. Ils ont insisté sur la nécessité de perfectionner les machines agricoles pour optimiser la production agricole sans altérer la texture du sol, notamment en Inde, deuxième producteur agricole mondial, mais confronté à des difficultés pour répondre à la demande alimentaire future **[21]**.

En 2023, M. Sengottaiyan et K. Rajasreethar ont conçu et fabriqué un semoir-pulvérisateur combiné pour améliorer l'efficacité et la précision des semis. Ce dispositif mécanique permet de semer des graines de différentes tailles avec un espacement approprié, réduit le temps et la main-d'œuvre nécessaires au semis et à la pulvérisation, et est abordable et adapté aux petits exploitants agricoles grâce à sa construction simple et son faible coût. Cette méthode de semis, manuelle ou automatique, existe, mais il s'agit d'une version simplifiée accessible aux agriculteurs non formés. Ils ont finalement conclu que cette machine est malléable et qu'elle peut remplir la même fonction pour différentes semences [22].

I.13. Conclusion

En tenant en compte l'étude bibliographique minutieuse, réalisée spécialement pour répondre aux besoins de l'agriculteur algérien (du sud algérien entre autres) et dans le but d'optimiser les performances du semoir. Il est donc nécessaire de concevoir une version simplifiée et économique de notre machine.

Effectivement, il faut prendre en compte les caractéristiques du sol algérien, et de la nature des plantations. D'autre part, il est impératif de maîtriser le système de dosage pour garantir une meilleure distribution des semences aux champs, tout en les protégeant des dommages pendant le processus.

Chapitre II

Conception du Prototype Sous SolidWorks

II.1. Introduction

Après une étude approfondie des besoins agricoles et une analyse des différentes machines existantes, ce chapitre marque la transition entre l'approche théorique et la réalisation pratique à travers la conception et la fabrication d'un prototype d'une machine agricole multifonctionnelle capable d'effectuer simultanément le labour, le semis et l'irrigation.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les étapes de développement du prototype, en commençant par la modélisation 3D à l'aide du logiciel SolidWorks, jusqu'à la construction physique de la machine et l'assemblage de ses composants, avec une description fonctionnelle de chaque partie.

Ce prototype constitue une étape cruciale pour évaluer la faisabilité de notre concept, tester les solutions techniques envisagées, et observer leur comportement dans des conditions réelles de travail. Les difficultés rencontrées lors de la fabrication seront également exposées, ainsi que les ajustements apportés pour les surmonter, en établissant un lien clair entre le design virtuel et la réalisation concrète.

II.2. Méthodologie

La méthodologie adoptée pour la réalisation de ce projet repose sur une démarche structurée et itérative, allant de l'identification des exigences techniques jusqu'à la fabrication et l'amélioration du prototype final.

Dans un premier temps, les besoins spécifiques liés au travail agricole ont été analysés, notamment la nécessité de combiner plusieurs opérations (labour, semis et irrigation) dans une seule machine afin de gagner en efficacité, en temps et en coût.

Ensuite, une sélection rigoureuse des matériaux a été effectuée en tenant compte de plusieurs critères, notamment la résistance mécanique, la durabilité, la légèreté et le coût. Des matériaux appropriés comme l'acier pour les structures porteuses, et des plastiques techniques pour certains composants ont été choisis pour répondre aux contraintes d'usage dans un environnement agricole.

La solution technique a ensuite été modélisée à l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), avec des calculs de dimensionnement pour garantir la solidité et le bon fonctionnement des différentes parties (châssis, système de labour, mécanisme de semis, dispositif d'irrigation, etc.).

Le prototype a été fabriqué en suivant les plans de conception. Toutes les pièces mécaniques ont été assemblées, les systèmes de mouvement installés, et les mécanismes de

semis et d'irrigation intégrés. Un essai a ensuite été réalisé dans des conditions proches de l'utilisation réelle pour évaluer l'efficacité de la machine.

À la lumière des résultats obtenus, des ajustements ont été apportés au design, en particulier au niveau du réglage de la profondeur du labour et du dosage des graines et de l'eau. Ce processus a été répété jusqu'à obtenir une solution satisfaisante répondant aux objectifs du projet.

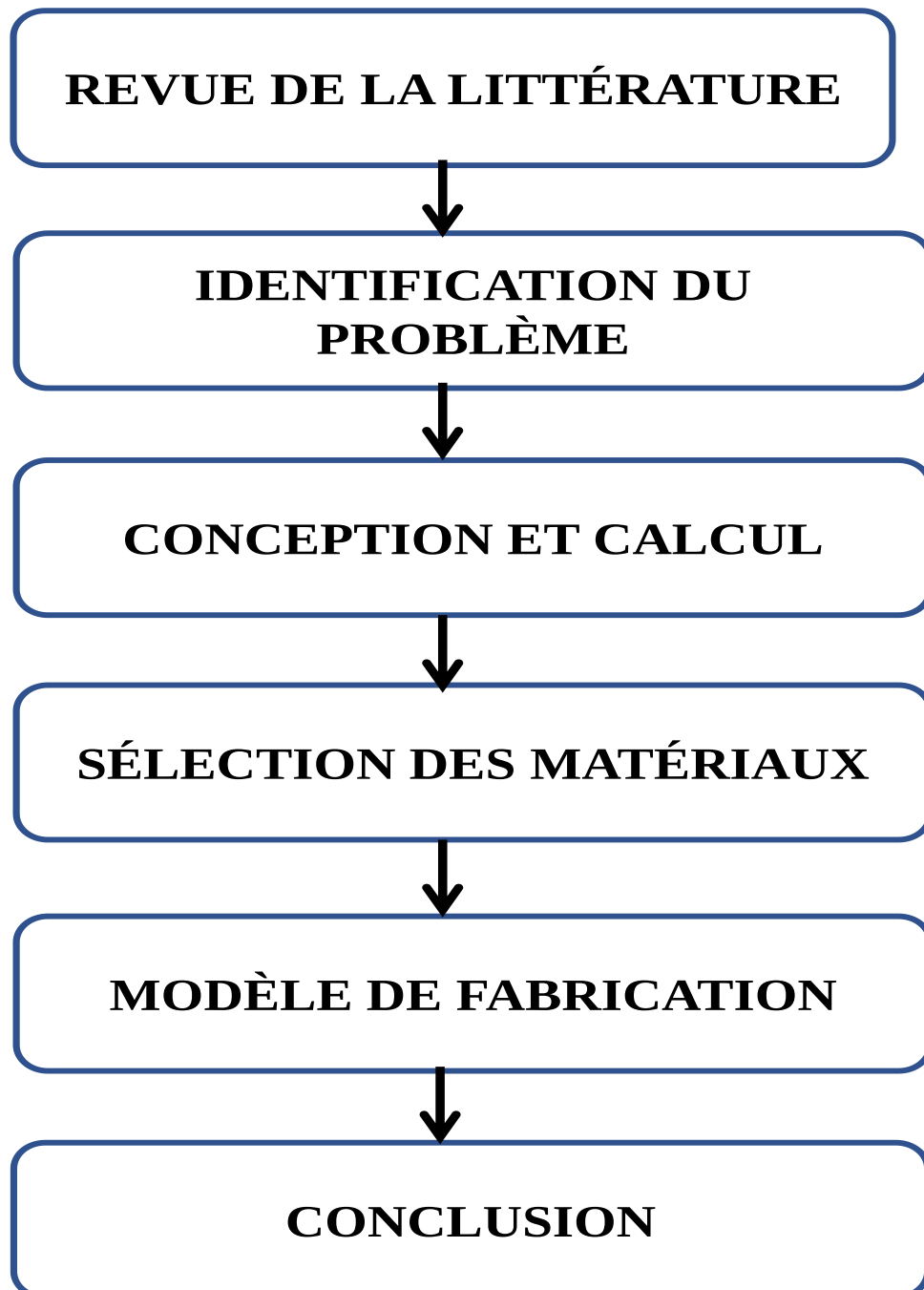


Figure II.1. Setup de la procédure adoptée

II.3. L'objectif du prototype

Le prototype réalisé a pour objectif de concrétiser le concept théorique d'une machine agricole multifonctionnelle, capable d'effectuer simultanément trois opérations essentielles : le labour, le semis et l'irrigation.

Il constitue une étape clé pour évaluer la faisabilité du design, en transformant les schémas et modélisations virtuelles en un dispositif réel pouvant être testé sur le terrain.

À travers le développement de ce prototype, nous visons à :

- Vérifier la faisabilité pratique de la conception.
- Étudier la compatibilité et l'interaction entre les différentes pièces mécaniques.
- Tester les performances du système dans des conditions réelles d'utilisation.
- Identifier les éventuels problèmes techniques avant la fabrication du modèle final.
- Évaluer l'efficacité de la combinaison des trois fonctions dans une seule machine.

Ce prototype ne représente pas la version finale de la machine, mais une version expérimentale qui permet d'effectuer des ajustements et des améliorations en fonction des résultats obtenus sur le terrain.

II.4. Conception sous SolidWorks

II.4.1. Les roues

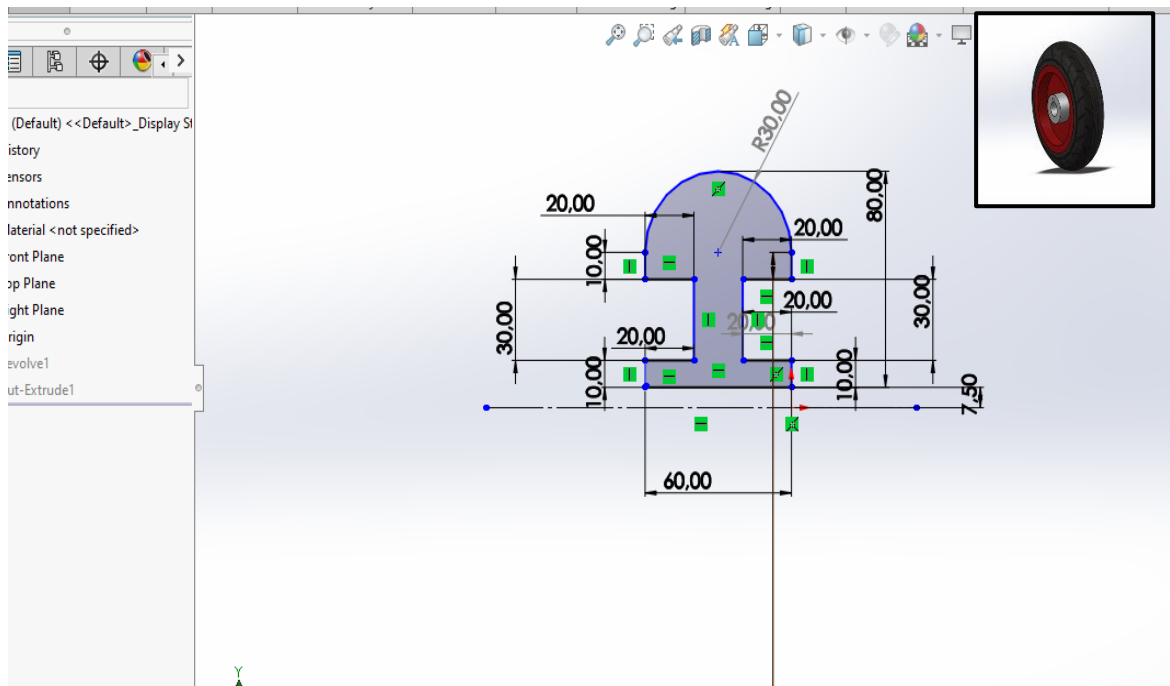


Figure II.2. Schématisation des roues

II.4.2. L'unité de semis

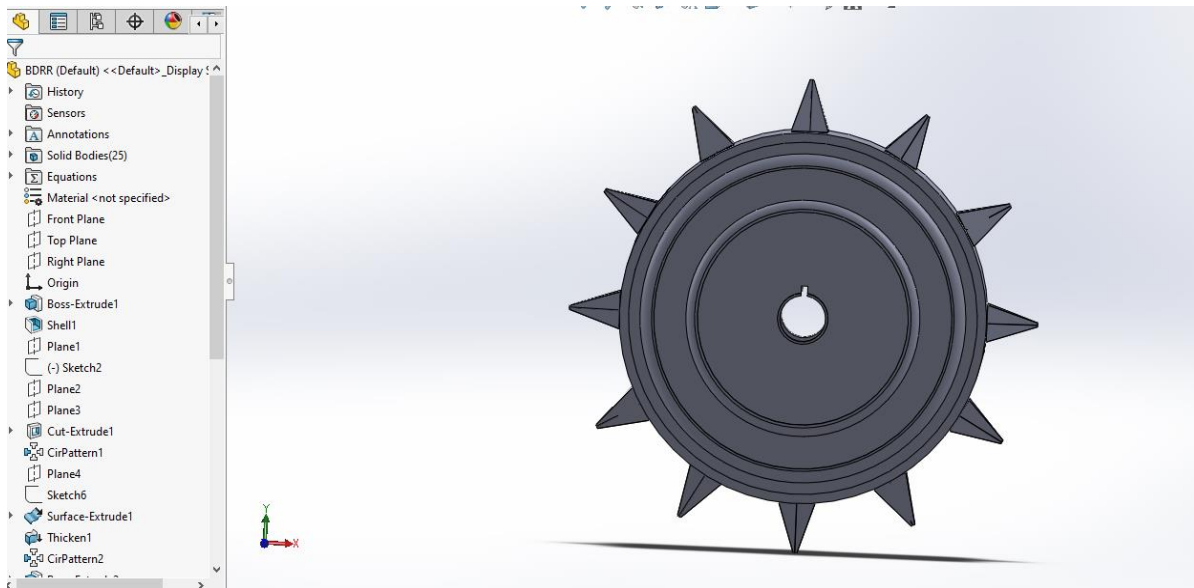


Figure II.3. L'unité de semis

II.4.3. La polie

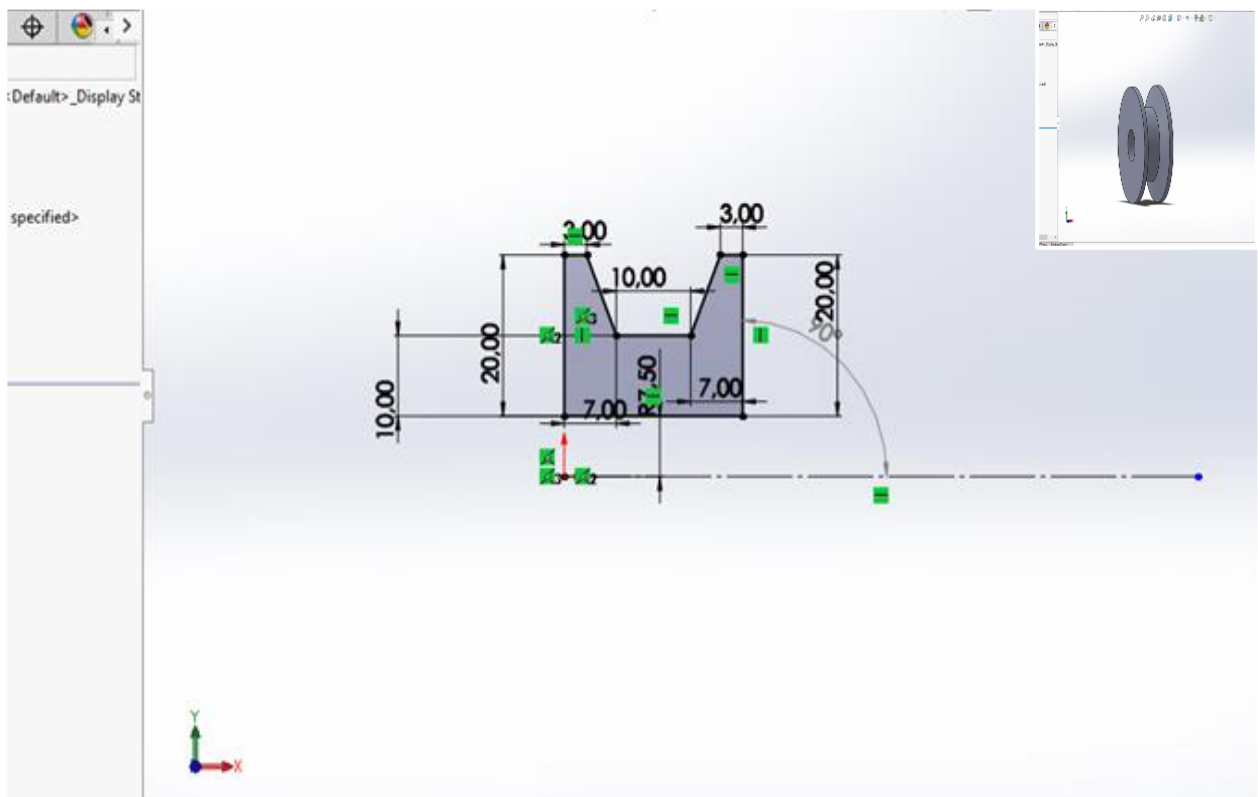


Figure II.4. Schématisation de la poulie

II.4.4. Le moteur

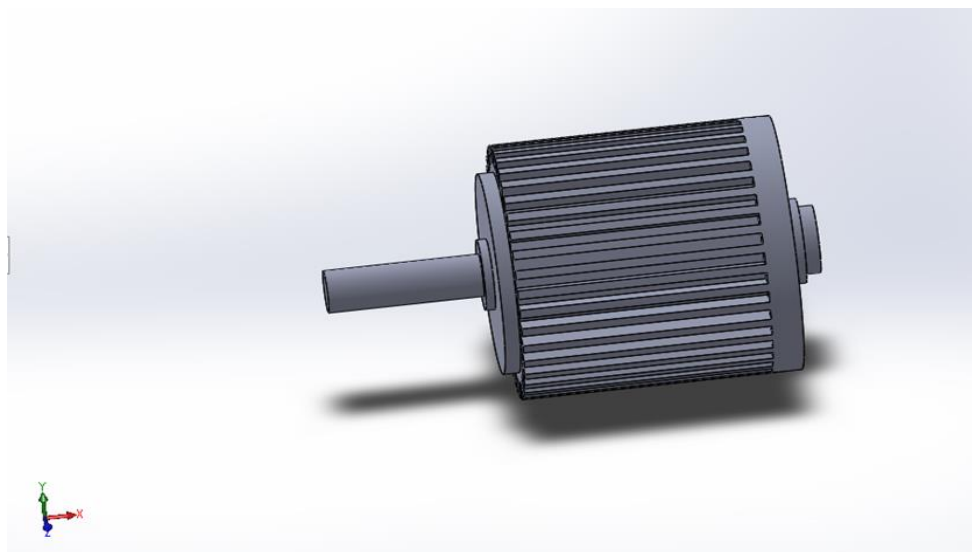


Figure II.5. Schématisation du moteur

II.4.5. La structure principale

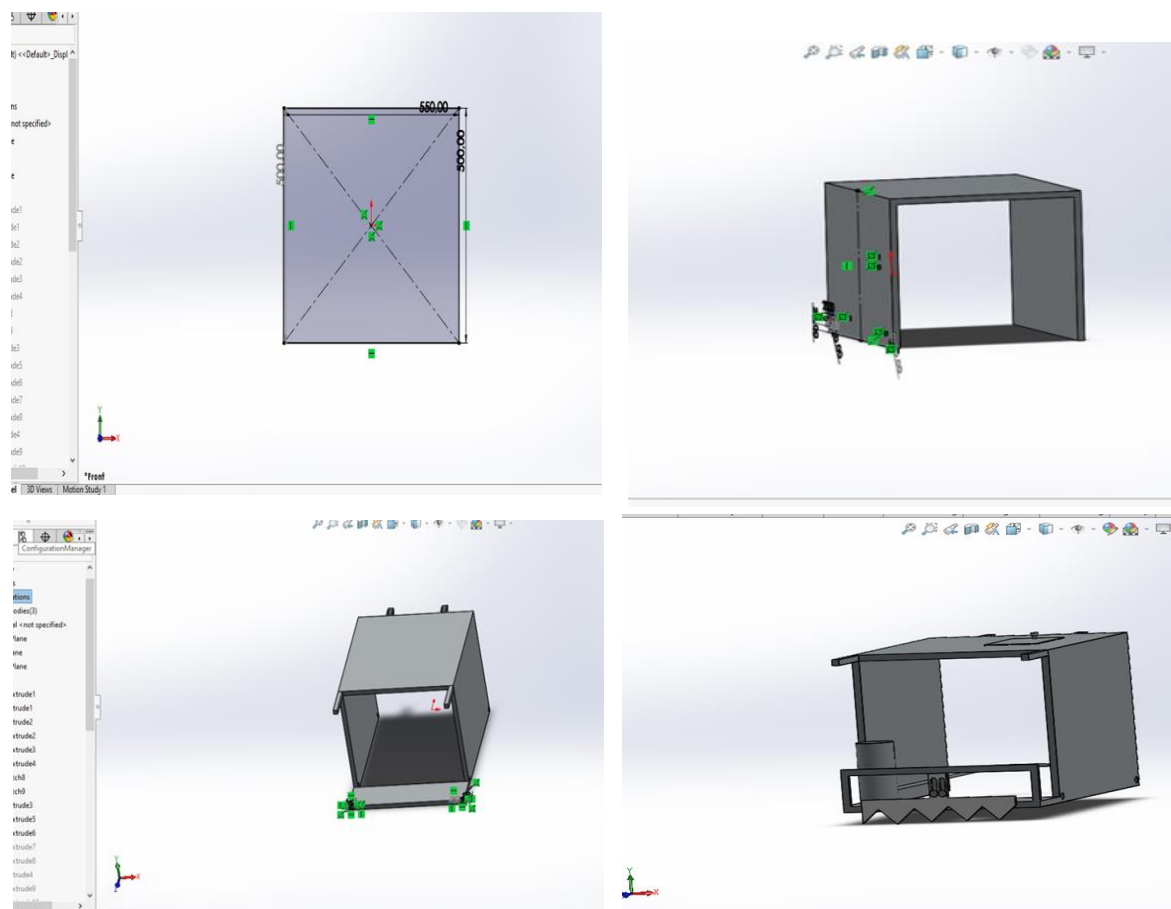
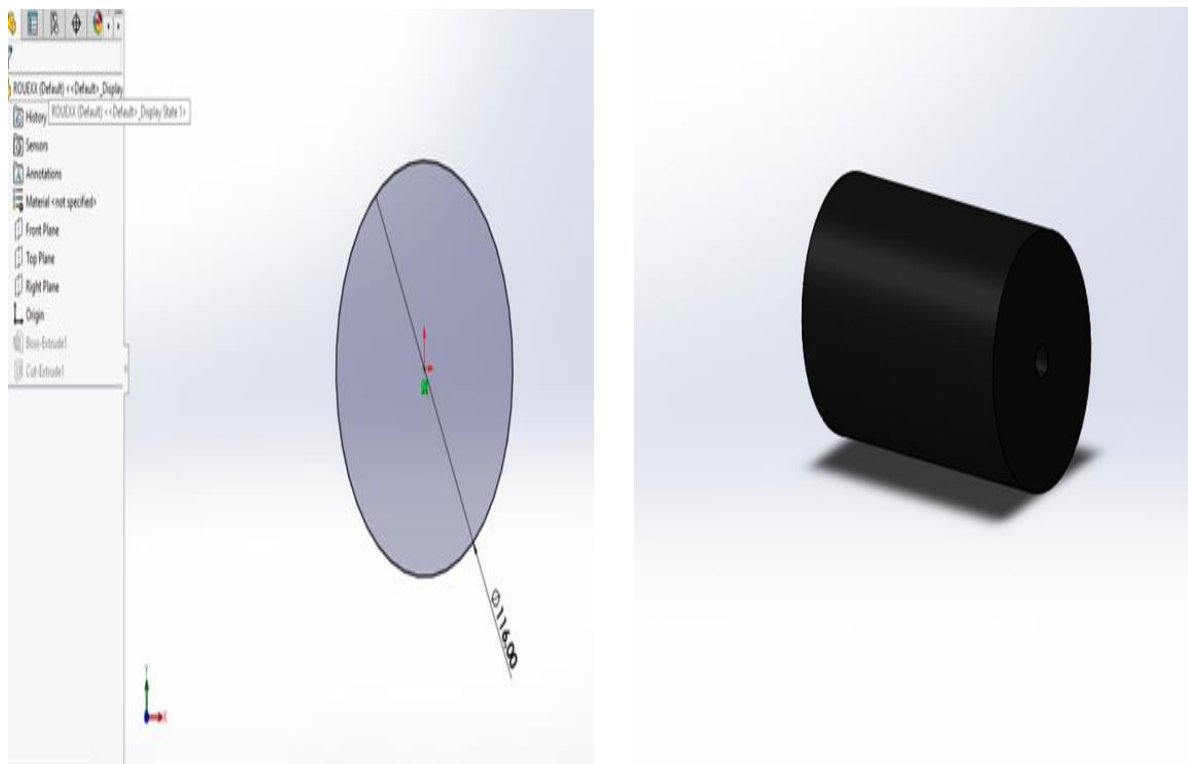
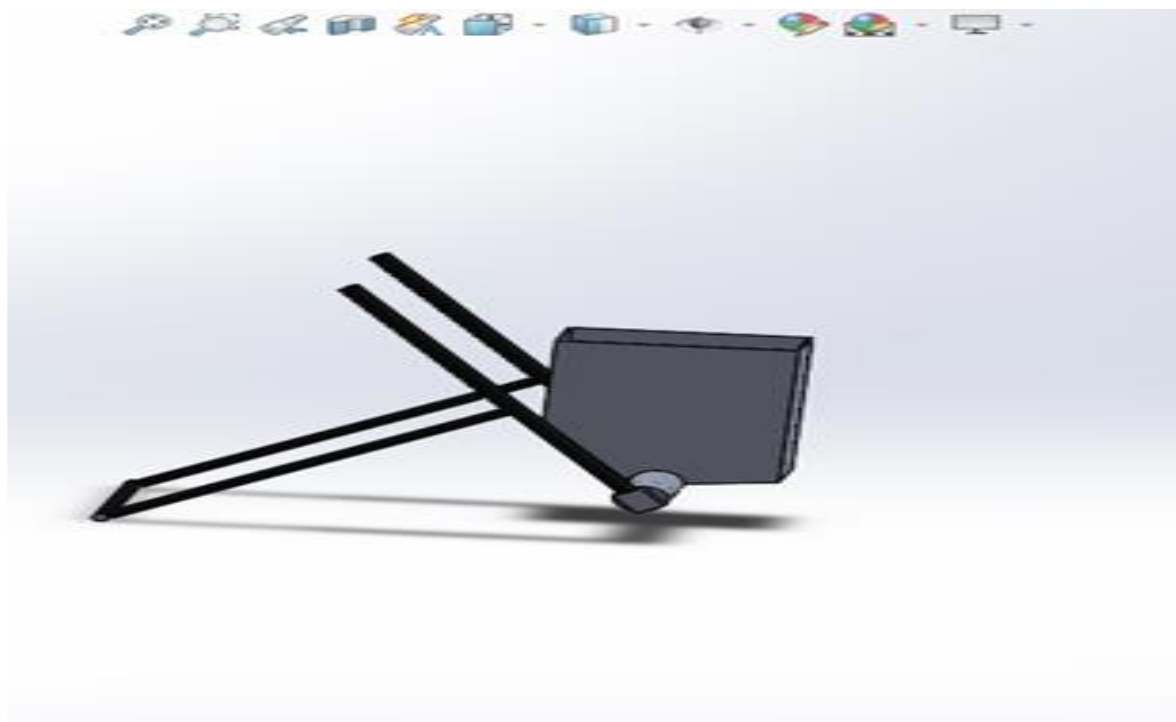


Figure II.6. La structure principale

II.4.6. le rouleau couvreur qui permet de remettre la terre sur la graine après la semis**Figure II.7. Le rouleau****II.4.7. Réservoir à graines****Figure II.8. Réservoir à graines**

II.5. L'assemblage

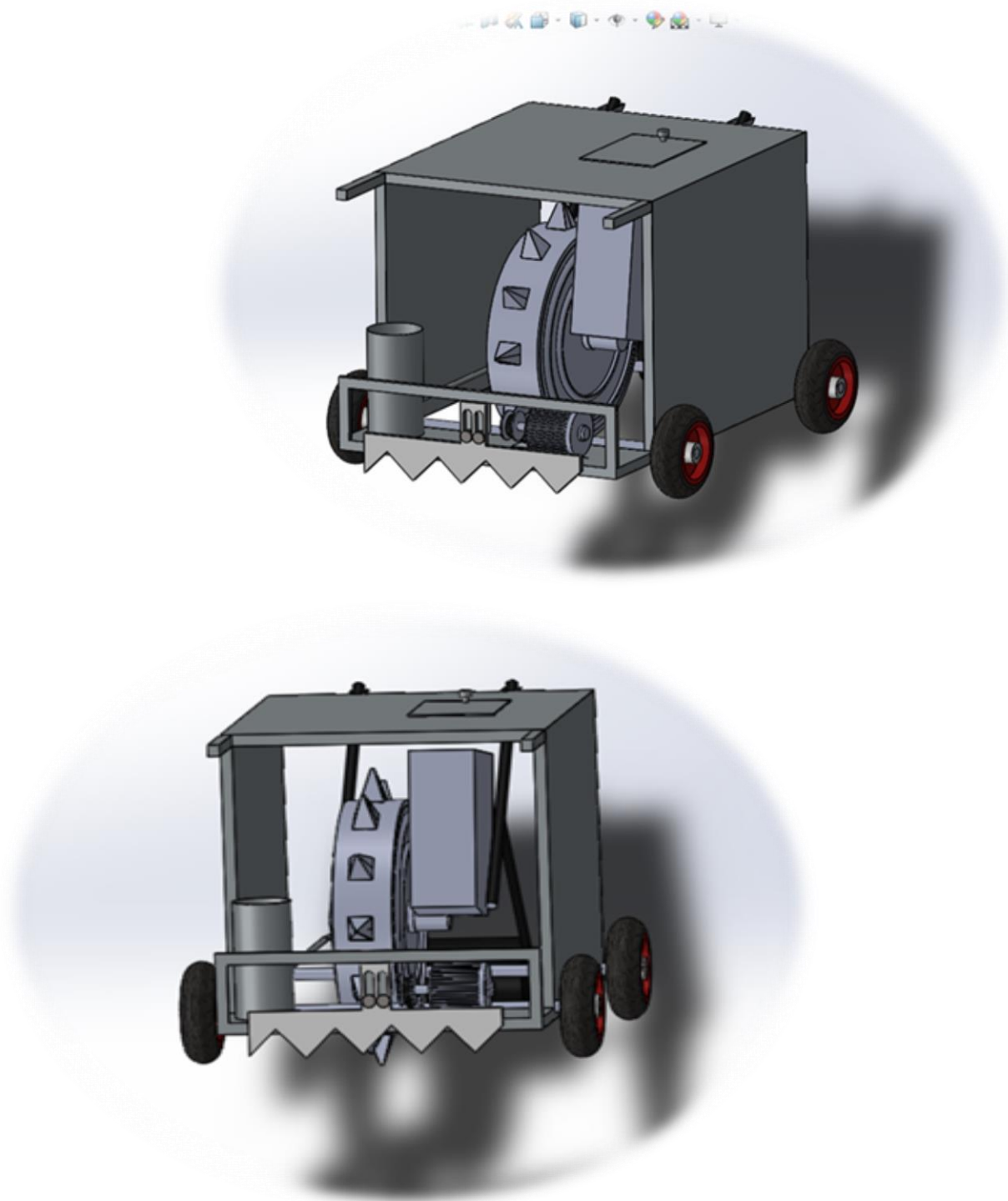


Figure II.9. Prototype Finale

II.6. Le prototype



Figure II.10. Le prototype

Tableau II.1. Dimension des différentes pièces du prototype

Les parts	Dimension (mm)
Longueur totale de la machine	750
Largeur totale de la machine	550
Hauteur totale de la machine	500
Diamètre de roue	150
Epaisseur de roue	50
Diamètre des barreaux	20
Diamètre de la Roue qui recouvre les graines	16
Epaisseur de la roue qui recouvre les graines	180
Diamètre de la roue de plantation	300
Epaisseur de la roue de plantation	110
Longueur de dents de la roue de plantation	80

II.7. Choix des matériaux et des composants

Le choix des matériaux et des composants utilisés dans ce prototype s'est basé sur plusieurs critères techniques et fonctionnels, notamment : la résistance, le poids, le coût et la

facilité de mise en œuvre. L'objectif était de trouver un équilibre entre performance et économie, tout en garantissant une robustesse adaptée aux conditions agricoles variées.

II.7.1. Matériaux utilisés

- **Structure principale** : construite en acier pour sa haute résistance aux chocs et à la pression, convenant particulièrement aux travaux de labour sur sols durs.
- **Parties mobiles et rotative** : fabriquées en aluminium afin de réduire le poids et d'optimiser la mobilité.
- **Tuyaux d'irrigation** : en PVC souple.

II.7.2. Composants mécaniques

- **Roues en caoutchouc**
C'est une roue de taille moyenne pour un déplacement aisé dans les champs sans endommager le sol ni les semences.
- **Pompe à eau électrique**
C'est une pompe à eau électrique pour assurer une distribution homogène de l'eau.

Ces composants ont été choisis en tenant compte de leur disponibilité sur le marché local, de leur facilité d'entretien et de leur aptitude à fonctionner dans des conditions de terrain réelles.

II.8. Fonctionnement de la machine

Le fonctionnement de la machine repose sur une coordination mécanique intégrée entre trois unités principales : le labour, le semis et l'irrigation, toutes combinées dans une seule structure qui fonctionne lors de l'avancement de la machine sur le sol.

II.8.1. Étapes de fonctionnement

A. Labour

L'avant de la machine est doté de lames qui permettent de labourer à une profondeur réglable. Ces lames sont montées sur un support fixe fixé au châssis de la machine, avec un système qui permet de les relever ou de les abaisser selon les besoins.

B. Semis

Immédiatement après le labourage vient l'étape de plantation, qui consiste en une roue de plantation reliée à une boîte de stockage de graines. La roue de plantation fonctionne

avec un mouvement rotatif qui permet à ses dents de pénétrer le sol et de placer les graines à leur emplacement désigné à des distances spécifiques et réglables.

C. Irrigation : Avant le processus d'irrigation, il y a une roue qui retourne la terre sur la graine, puis vient l'étape d'irrigation, qui consiste en des tuyaux en plastique flexibles reliés à un réservoir d'eau qui pulvérise de l'eau directement sur la graine, sur le grain nouvellement planté.

II.8.2. Commande de réglage

Le mouvement de la machine dépend d'un moteur, ce qui permet à la machine de se déplacer facilement sur les terres agricoles.

II.9. Partie de calcul

Avant de passer à la réalisation du prototype, il est essentiel d'identifier le type de moteur électrique capable de fournir le couple et la vitesse nécessaires pour assurer un mouvement efficace du système. Le choix du moteur dépend de plusieurs facteurs, tels que le poids du prototype, le type de mouvement souhaité (linéaire ou rotative), les forces de frottement, l'accélération requise ainsi que les conditions environnementales d'utilisation. En effet, une série de calculs mécaniques et techniques ont été effectués afin de définir précisément les exigences de fonctionnement. Sur la base de ces calculs, les caractéristiques techniques du moteur adéquat ont pu être déterminées.

Pour choisir le moteur

1. Le couple

$$C = F \cdot r, F = m \cdot g, m = 50 \text{ kg}, g = 9,81$$

$$\text{Donc } F = 50 \cdot 9,81 = 490,5 \text{ N}$$

$$r = \text{rayon des roues} = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

Alors le couple

$$C = F \cdot r = 490,5 \cdot 0,075 = 36,7875 \text{ Nm}$$

Le couple de moteur donc doit dépasser 36.7875Nm

La vitesse de rotation $N = 60 \text{ tr/min}$

Pour calculer la puissance ;

$$\omega = 2 \pi N / 60 = 2.3,14.60 / 60$$

$$\omega = 6,28 \text{ rad/s}$$

Donc

$$P = \omega \cdot C$$

$$P = 6,28.36,7875 = 231,0255 \text{ W}$$

DONC la puissance il faut dépasser 300W

A. Caractéristique du moteur

$$P = N \cdot I \cdot V$$

Pour une tension de 24 v

$$I = 231 / 0,8.12$$

$$I = 12 \text{ A}$$

POUR UNE tension de 12v

$$I = 231 / 0,8.12$$

$$I = 24 \text{ A}$$

DONC

DONC on besoin un moteur

Tableaux II.2. Résumé des Caractéristiques calculées du moteur

La tension	24v
La puissance	231W
Le couple	36.7875Nm
La Vitesse de rotation	60tr/min
Le courant	12A

II.10. Analyse du prototype

Le prototype de la machine agricole multifonction (labour, semis et irrigation) a été réalisé et testé avec succès dans des conditions proches de l'utilisation réelle. Voici les principaux résultats observés :

- **Fonctionnement global** : La machine a pu effectuer les trois opérations (labour, semis, irrigation) en un seul passage, ce qui réduit considérablement le temps de travail.
- **Stabilité et solidité** : Le châssis en fer a montré une bonne résistance mécanique pendant le fonctionnement, sans déformations notables.
- **Précision du semis** : Le système de distribution des graines fonctionne correctement avec une répartition homogène des semences.
- **Efficacité de l'irrigation** : Le dispositif de distribution d'eau a permis un arrosage immédiat après le semis, favorisant ainsi la germination.
- **Système de recouvrement** : La roue recouvreuse a bien rempli son rôle en remettant la terre sur les graines de manière uniforme.
- **Mobilité** : Le système de déplacement manuel/mécanique est efficace sur sol plat ; cependant, quelques améliorations sont envisageables sur terrain accidenté.
- **Facilité d'entretien** : Les composants sont accessibles, ce qui facilite l'entretien et les réglages.

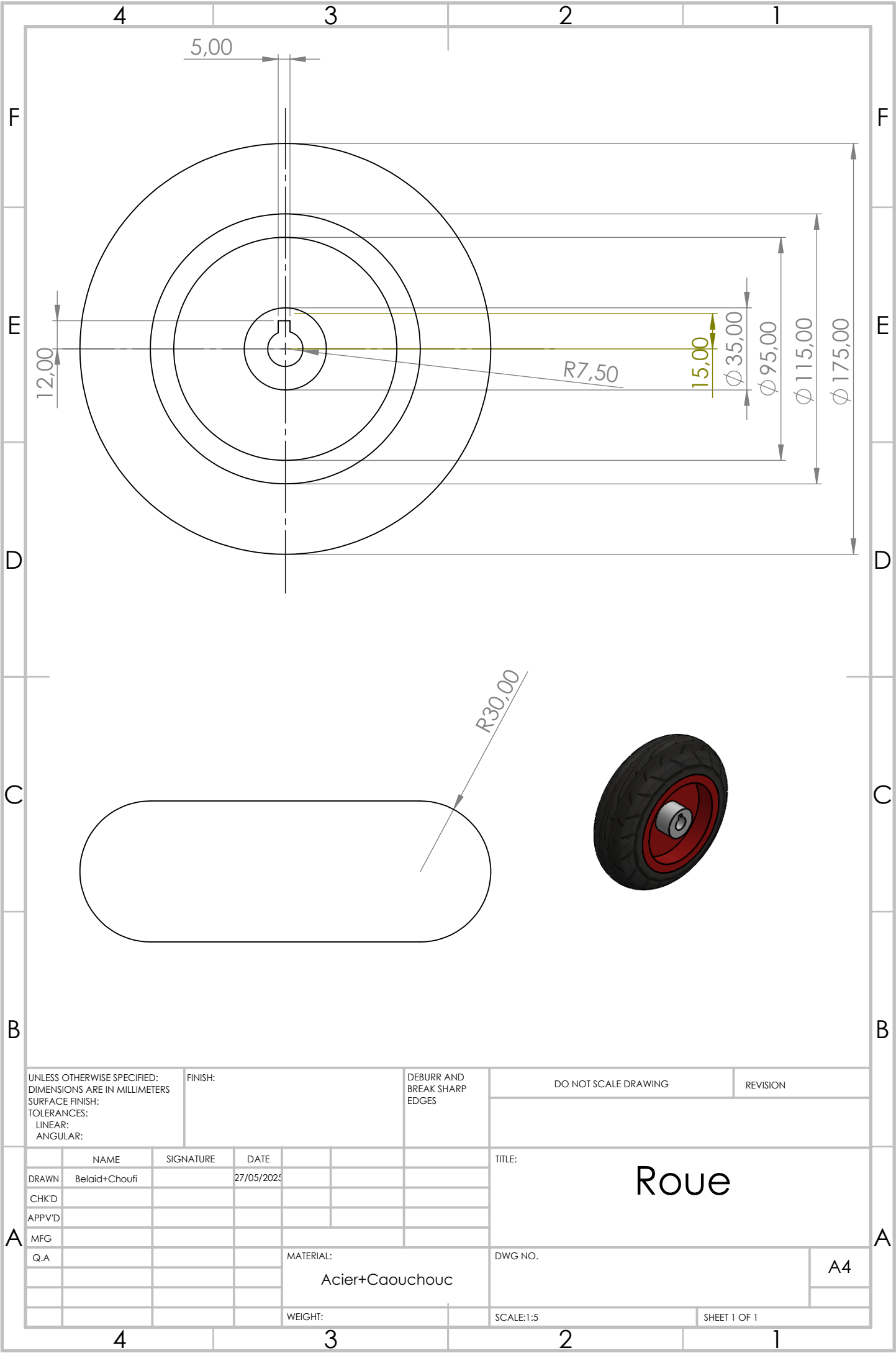
II.11. Conclusion

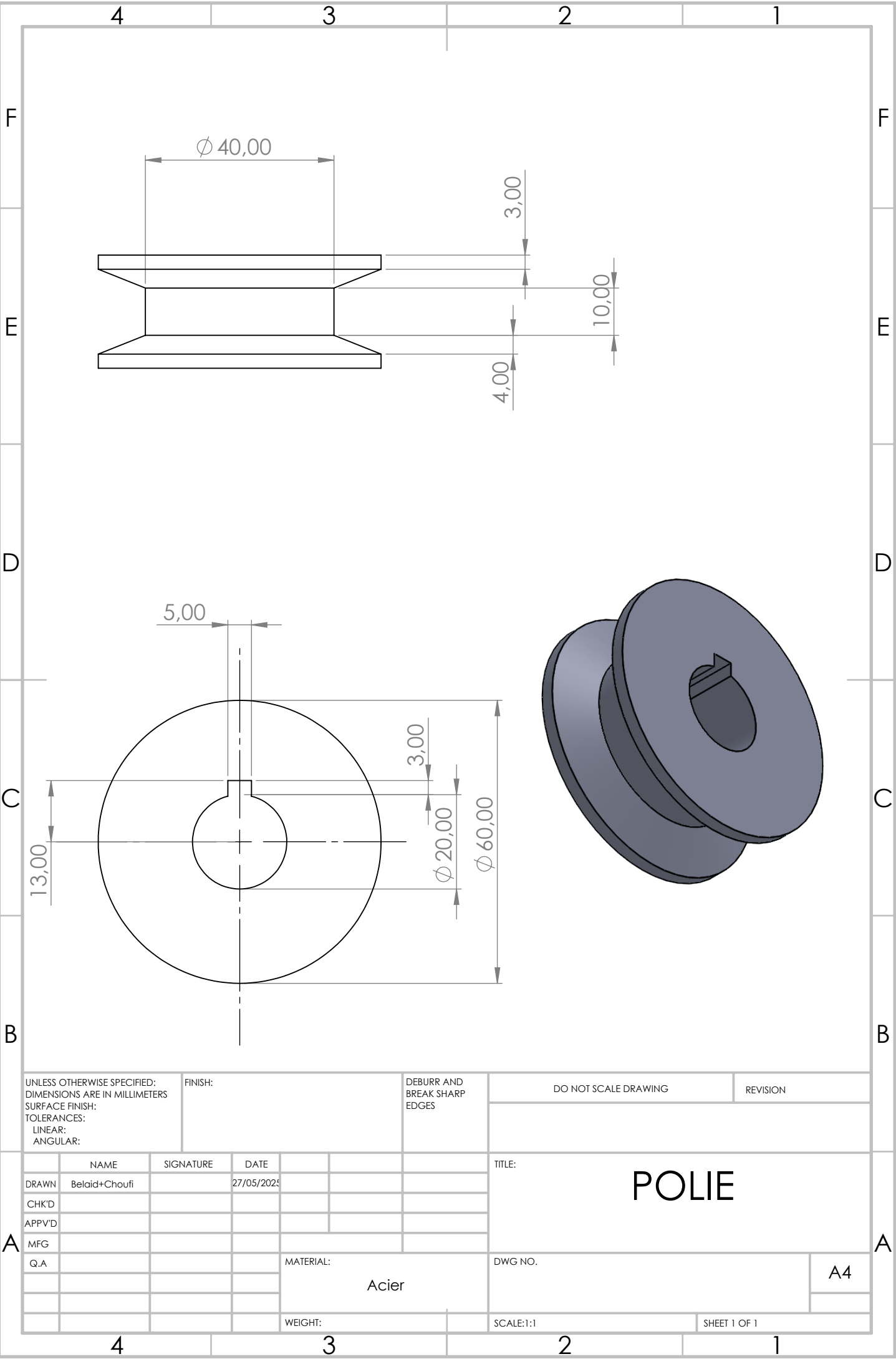
L'étude présentée dans ce chapitre a permis de concevoir, dessiner et réaliser un prototype de la machine Agri-Sync. Cette machine multifonction représente une étape importante dans la concrétisation du concept théorique en une application pratique. Le prototype a démontré sa capacité à effectuer simultanément les opérations de labour, de semis et d'irrigation, ce qui confirme l'efficacité du design et l'intégration fonctionnelle des différents systèmes mécaniques.

Malgré certaines difficultés observées lors des essais, comme la nécessité d'ajuster les performances sur certains types de sols ou de modifier quelques réglages, le prototype a globalement atteint les objectifs fixés. L'une des remarques les plus significatives concerne le système de distribution des graines, qui s'est avéré peu efficace sur tous les types de terrains agricoles. Ainsi, une version améliorée et plus adaptable de ce système sera intégrée dans la conception finale de la machine réelle.

Ce travail a permis d'évaluer le fonctionnement de la machine sur le terrain et d'identifier les axes d'amélioration pour les prochaines versions. Ce prototype constitue une base solide pour le développement de solutions agricoles innovantes, efficaces et adaptées aux besoins réels des agriculteurs, tout en réduisant les coûts et les efforts liés aux travaux agricoles essentiels.

Mise en plan





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Belaid+Choufi		27/05/2025		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

Acier

WEIGHT:

TITLE:

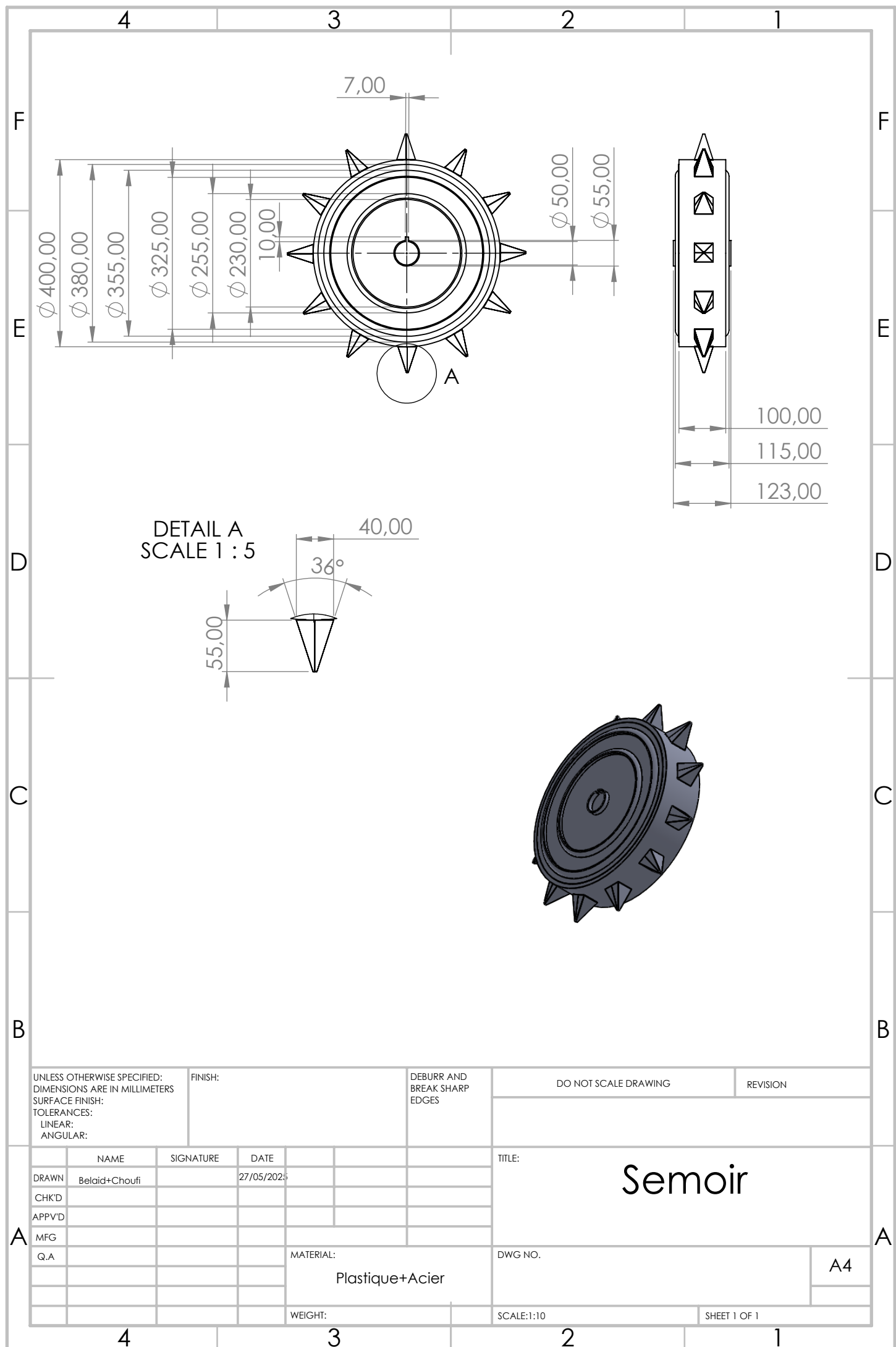
POLIE

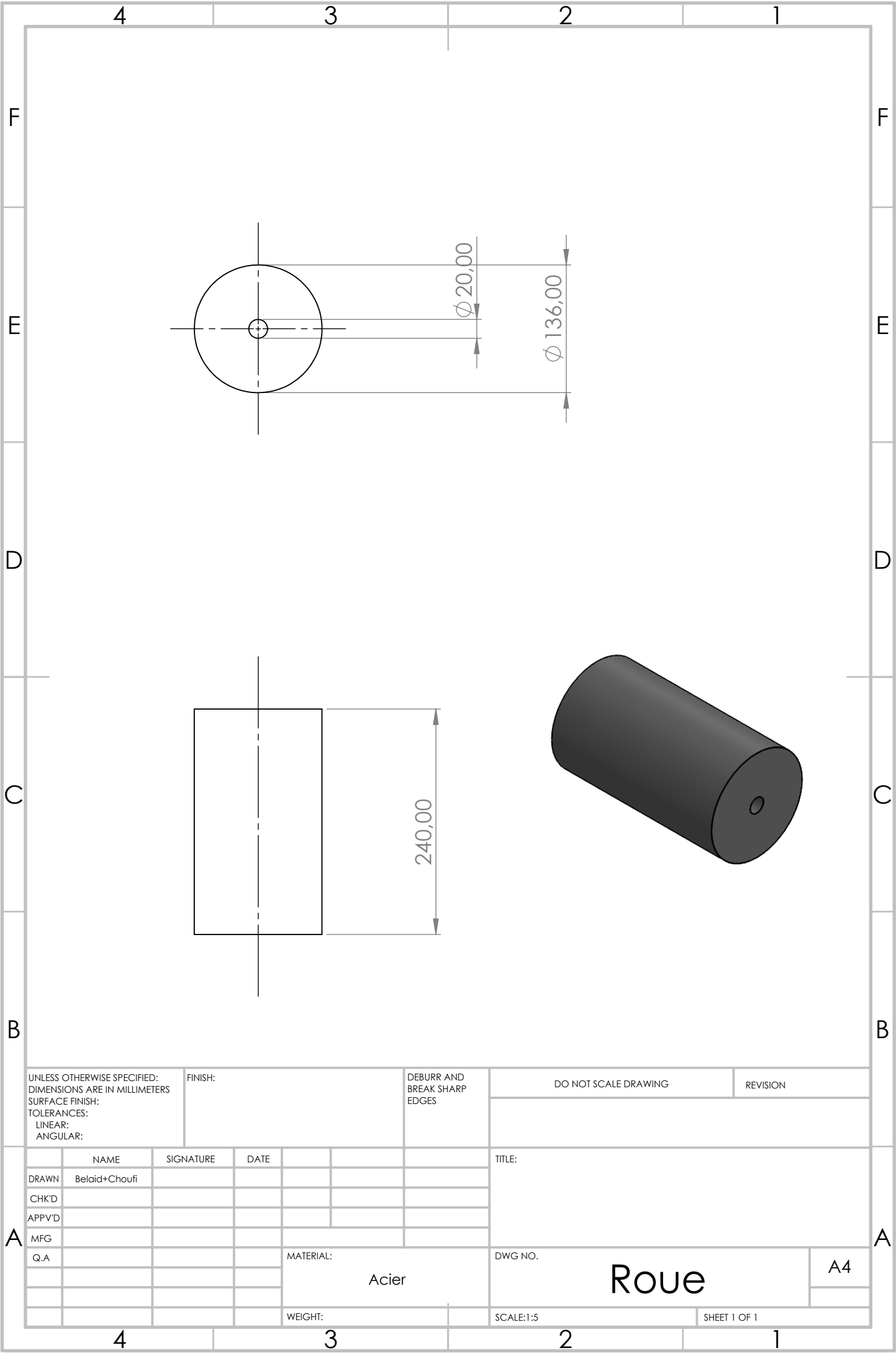
DWG NO.

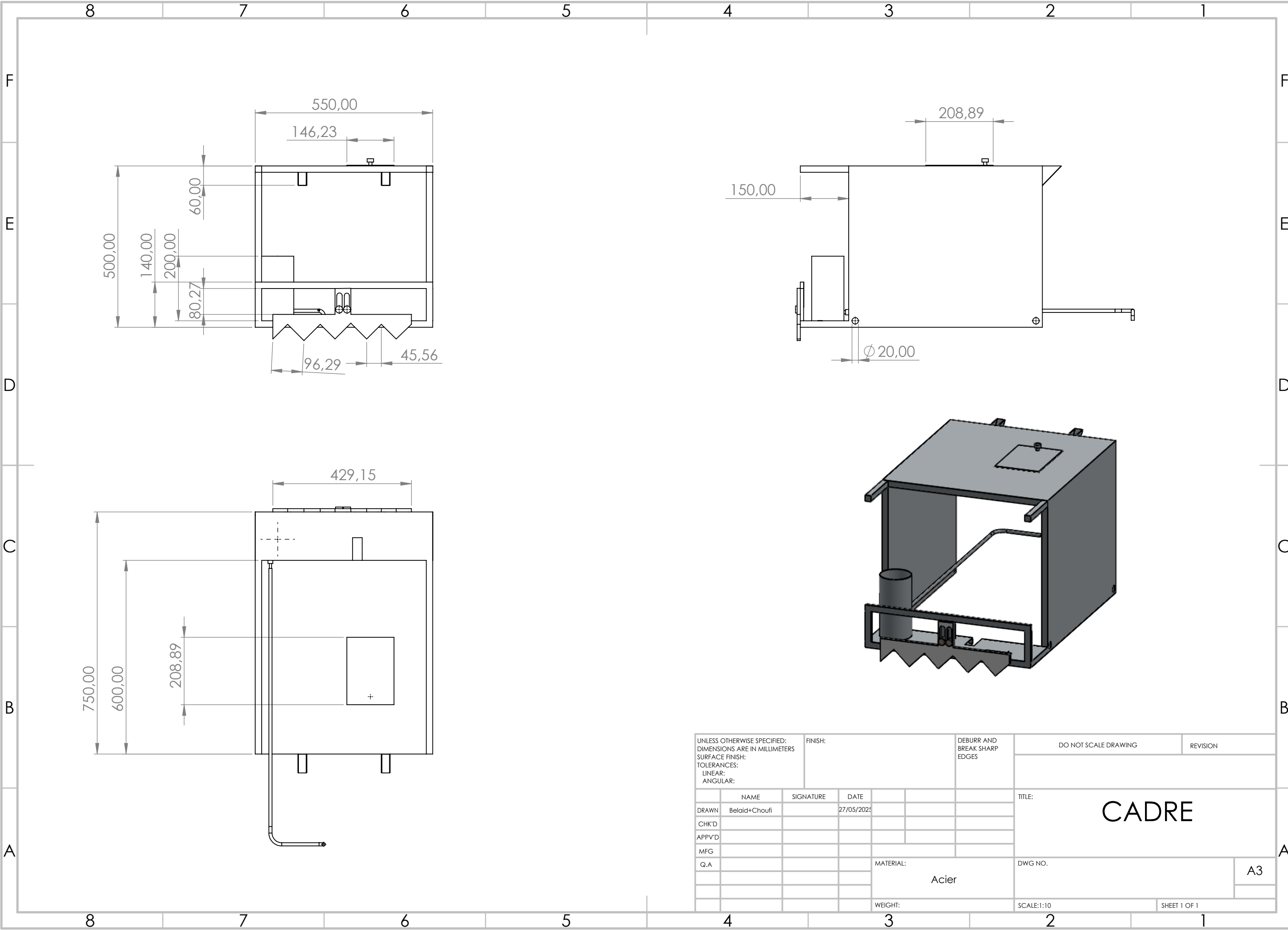
A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
	NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE: CADRE			
DRAWN	Belaid+Choufi				27/05/2025							
CHK'D												
APPV'D												
MFG												
Q.A							MATERIAL: Acier		DWG NO.		A3	
							WEIGHT:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	

Chapitre III

Le Dessin et la conception de la machine Agrisync

III.1. Introduction

Ce chapitre concrétise le passage de la coception et la fabrication du prototype à une conception très précise de notre vision de la machine à commercialiser à l'aide du logiciel SolidWorks. Cette partie du projet vise à transformer les idées et les schémas précédents en un modèle 3D qui simule fidèlement la forme réelle de la machine, incluant toutes ses parties essentielles telles que le châssis, le système de roues, les unités de labour, de semis et d'irrigation, ainsi que la position du conducteur.

Cette conception permet de vérifier la compatibilité des dimensions, la répartition des charges et l'harmonie entre les différentes pièces et également une étape cruciale avant la phase de fabrication réelle. La conception numérique aide à détecter les éventuelles erreurs ou faiblesses structurelles, ce qui permet d'apporter les modifications nécessaires de manière efficace et rapide.

Ce chapitre s'appuie sur les principes développés dans les chapitres précédents, intégrés ici dans un modèle complet, tenant compte à la fois des fonctions pratiques de la machine et des aspects techniques et environnementaux liés à son utilisation dans les champs agricoles.

III.2. Présentation des différentes vues SolidWorks

Dans ce qui suit, différentes vues et représentations de la machine, réalisées avec le logiciel SolidWorks, seront présentées. Chaque partie essentielle de la machine est modélisée séparément, puis assemblée dans une vue d'ensemble. Ces dessins permettent de mieux comprendre la structure, les dimensions et le fonctionnement des composants de la machine.

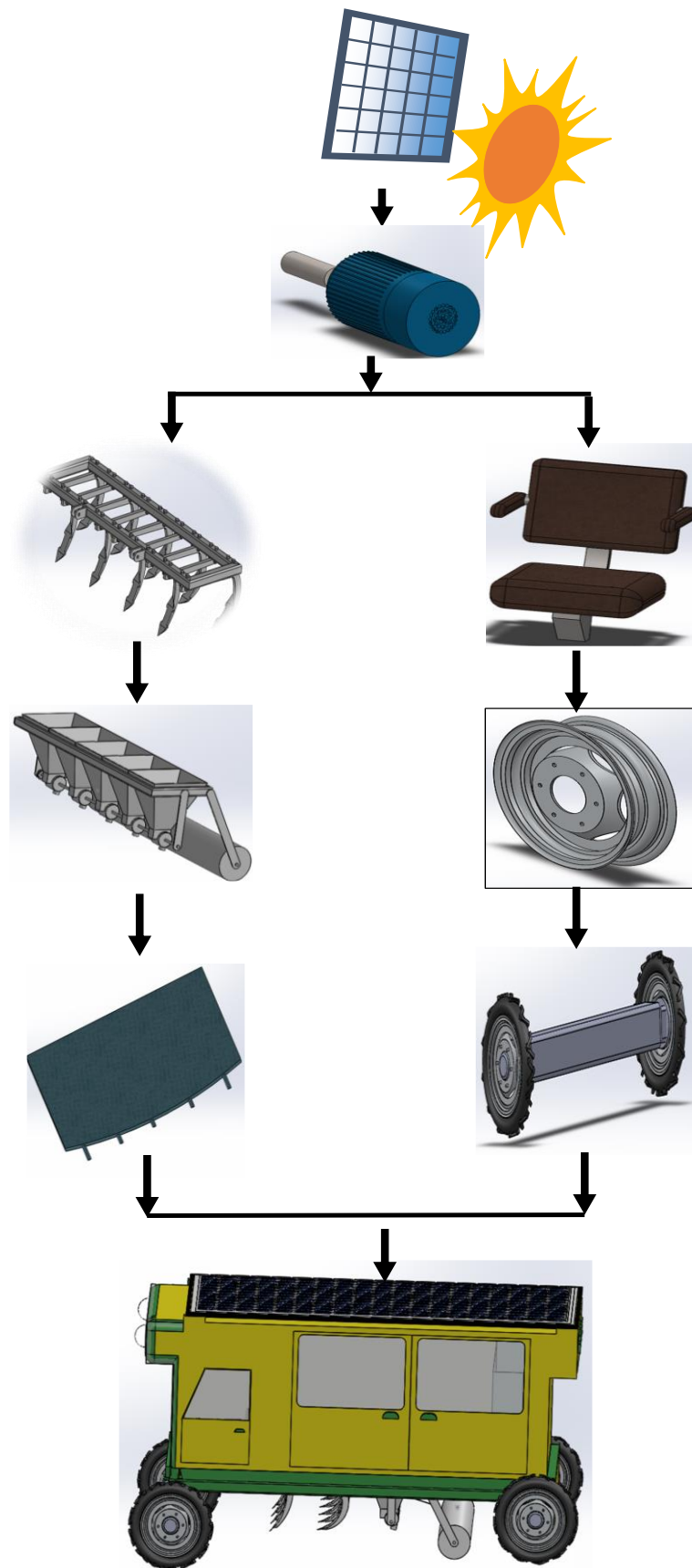


Figure III.1. Les principales pièces composant la machine *Agri-Sync*

III.2.1. Le soc de labour (Le herse)

Le soc de labour constitue l'un des éléments essentiels de la machine. Il est responsable de retourner la couche supérieure du sol afin de le préparer pour le semis. Il est placé à l'avant de l'unité de travail au centre de la machine, juste après le système de roues avant.

Ce composant est conçu en acier (fer) en raison de sa résistance mécanique élevée, de sa durabilité et de sa capacité à supporter les efforts de pénétration dans les sols durs ou argileux. L'acier permet également une bonne résistance à l'usure due aux frottements constants avec la terre et les débris

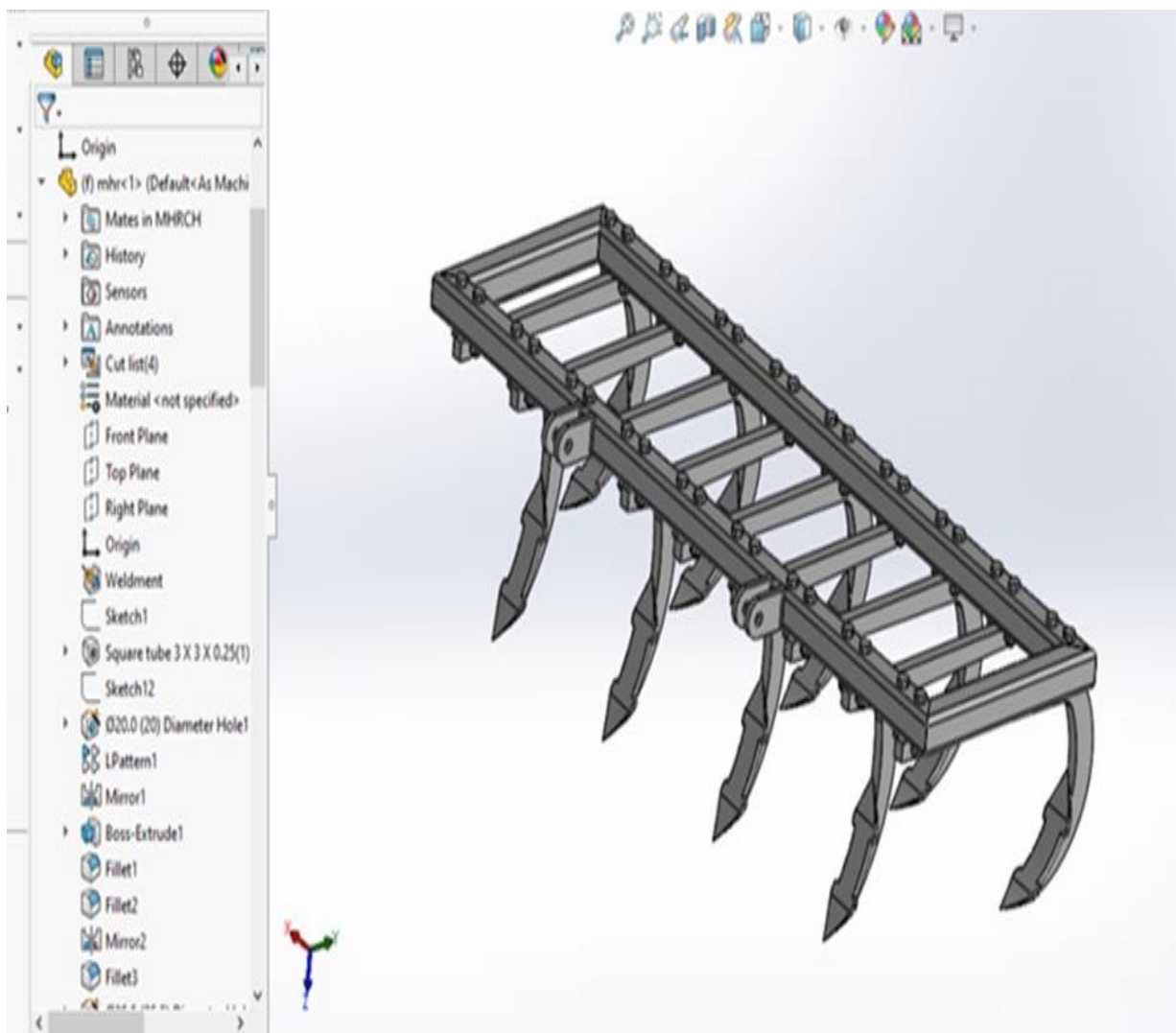


Figure III.2. Les étapes de dessin de la herse

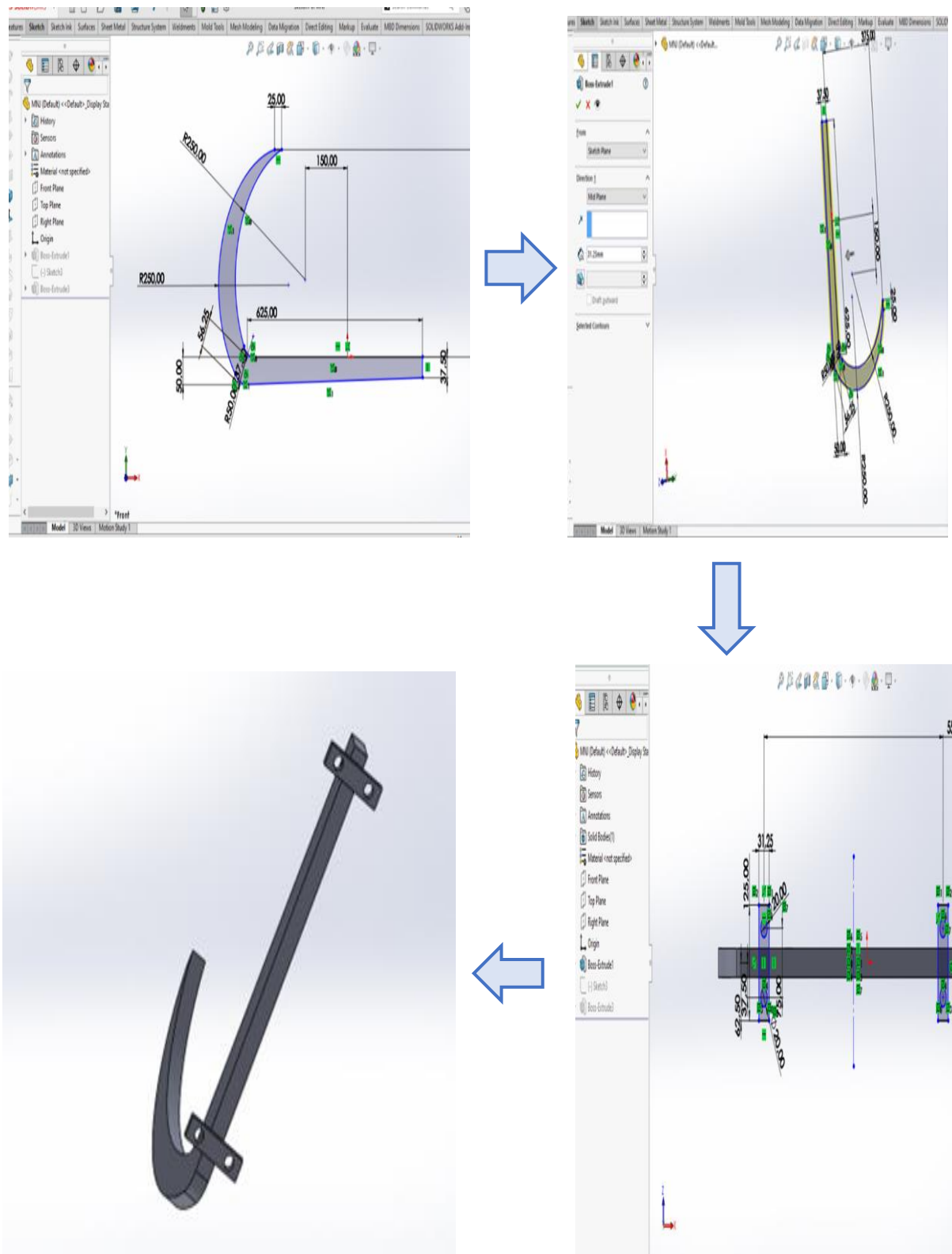


Figure III.3. Les étapes de dessin du bras levant la partie coupante du soc de labour

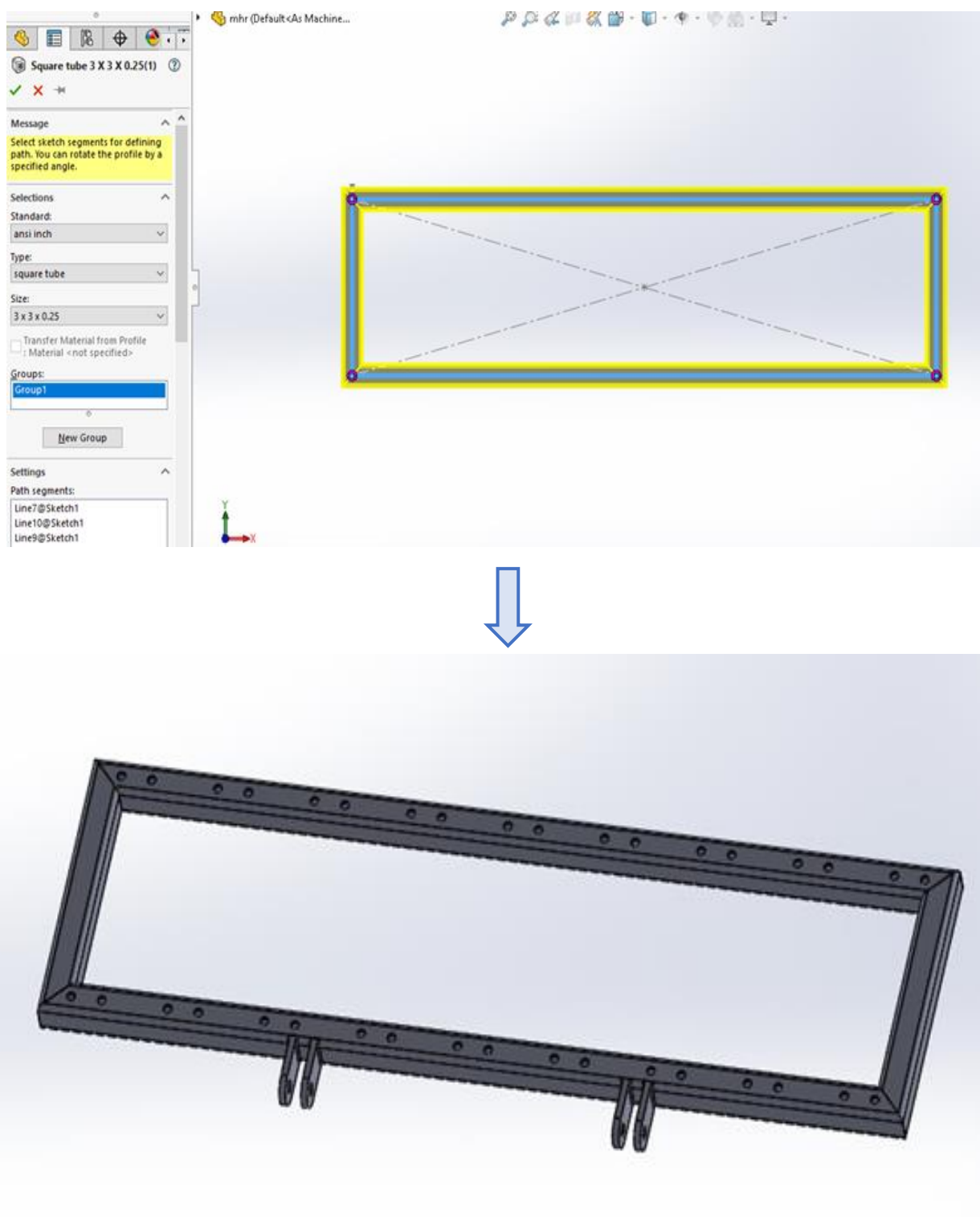


Figure III.4. Les étapes de dessin du squelette du labour

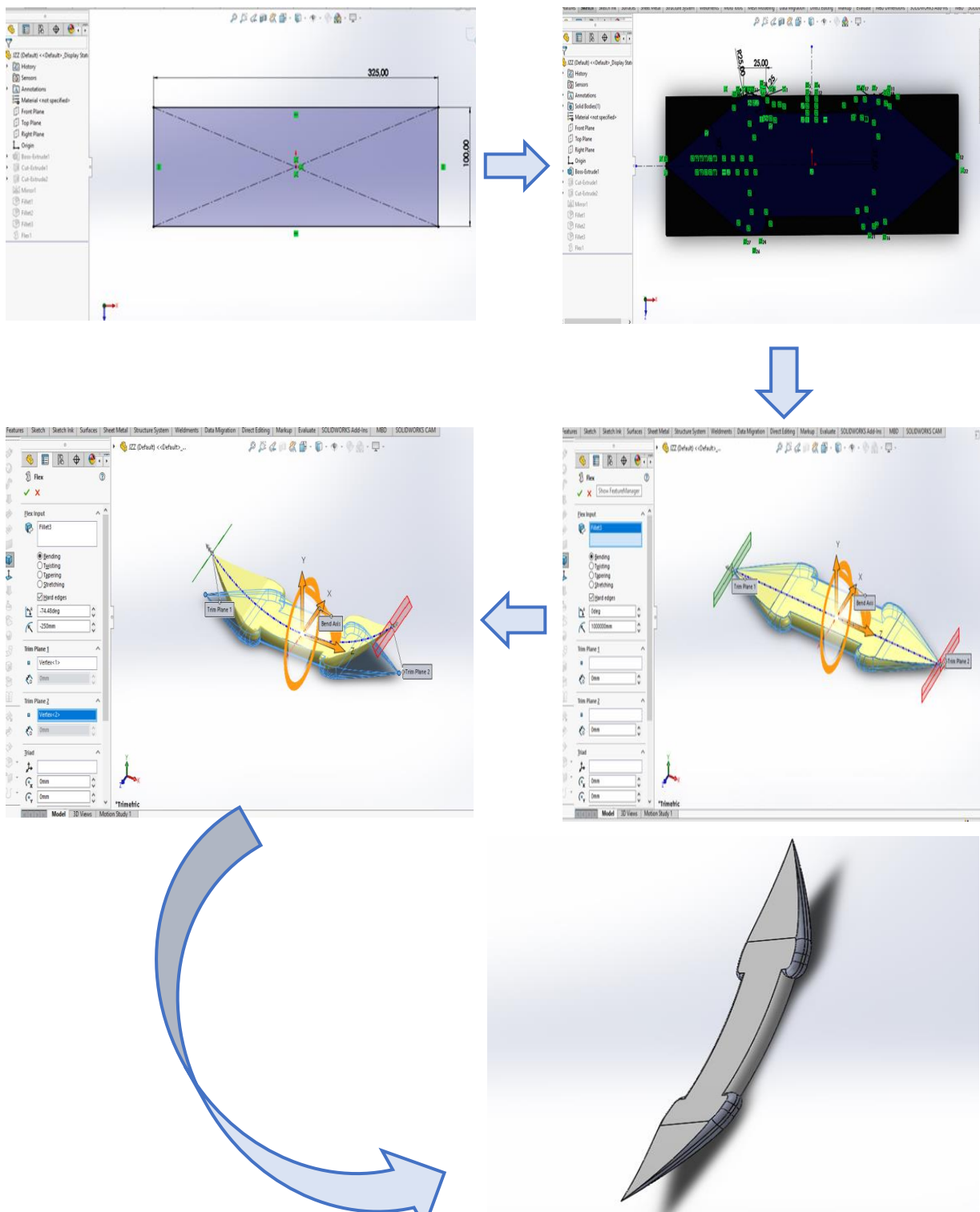


Figure III.5. Les étapes de dessin de la partie coupante de la herse

III.3. L'unité de semis

L'unité de semis est l'un des composants les plus importants de la machine, chargée de déposer les graines dans le sol de manière précise et régulière. Elle est située juste derrière la charrue, de sorte que les graines soient placées dans une terre déjà préparée. La structure de cette unité est fabriquée en aluminium, un matériau léger, résistant à la corrosion et adapté à la réduction du poids global de la machine tout en maintenant une bonne solidité. Les éléments internes, tels que les conduits ou les petits réservoirs de graines, sont réalisés en plastique technique renforcé (comme le nylon ou l'ABS), pour allier légèreté et résistance aux conditions agricoles.

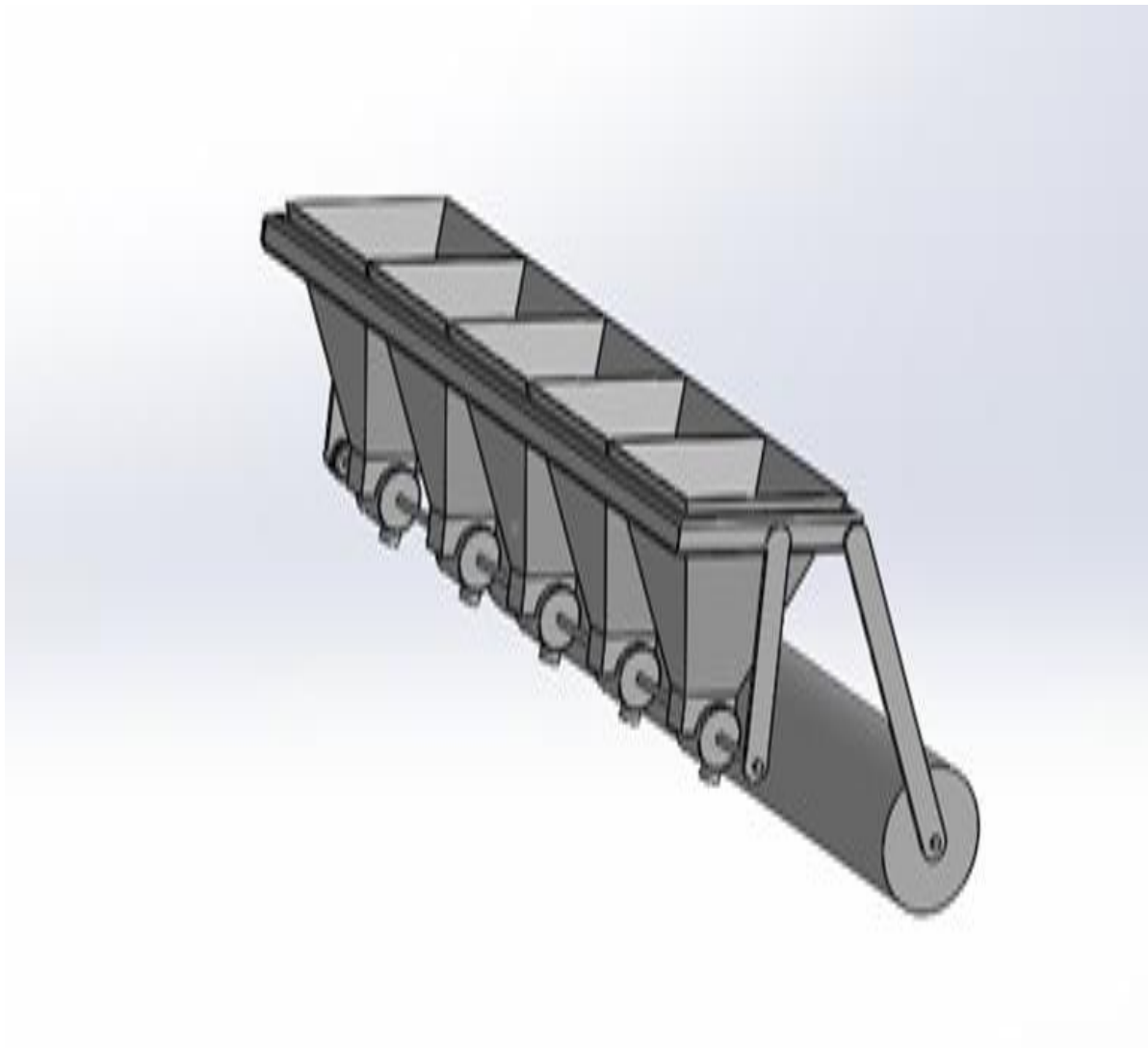


Figure III.6. Schématisation de l'assemblage du semis

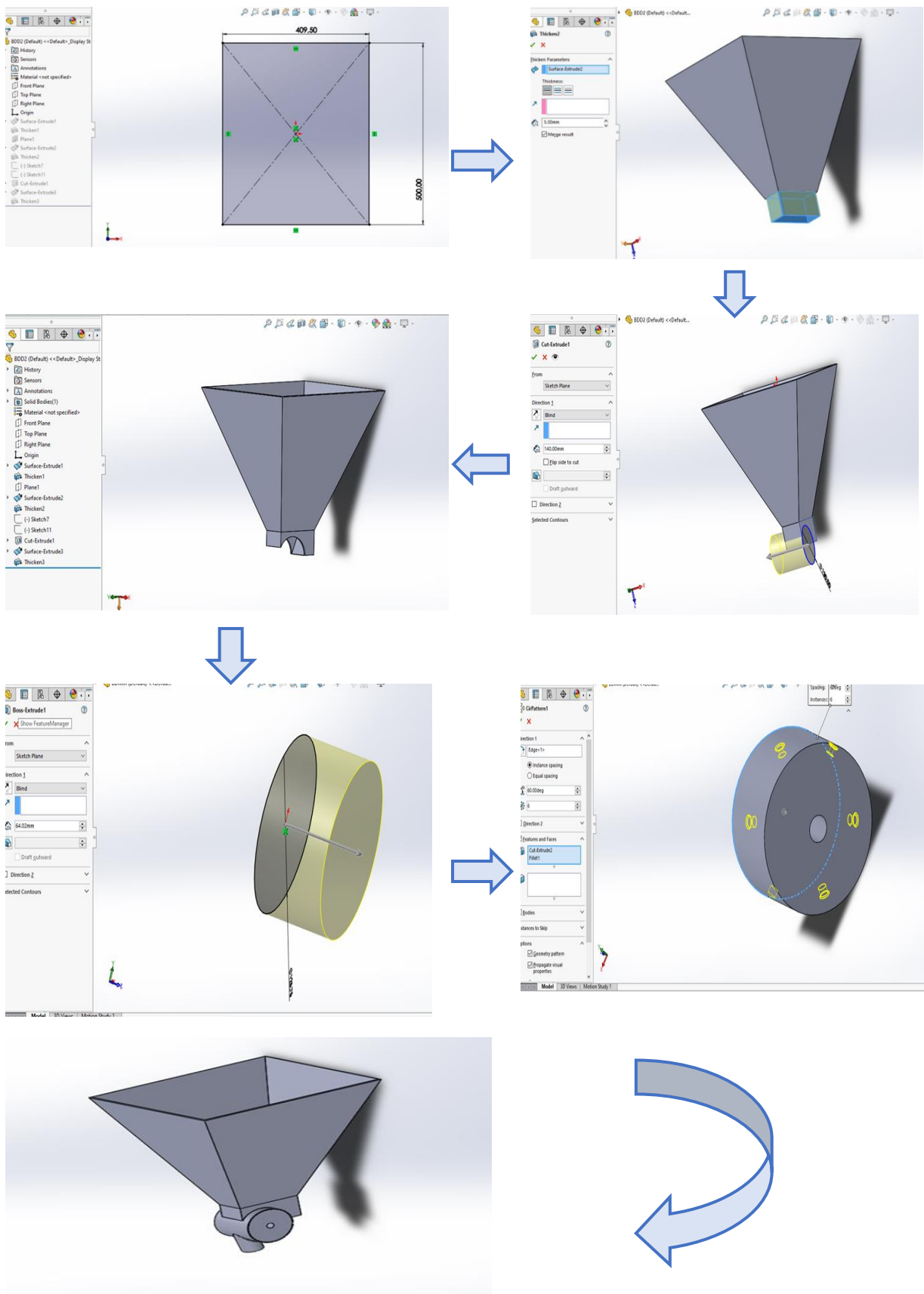


Figure III.7. Principales étapes du dessin d'un des bacs du semis

III.4. Rouleau et axe porteur

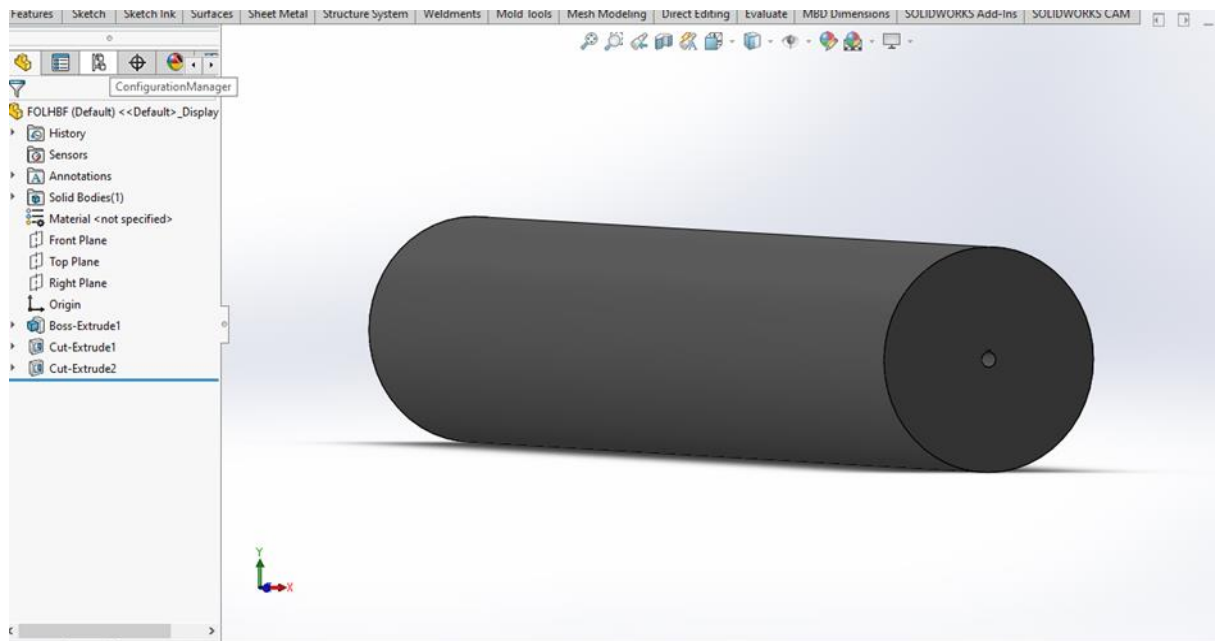


Figure III.8. Dessin du rouleau

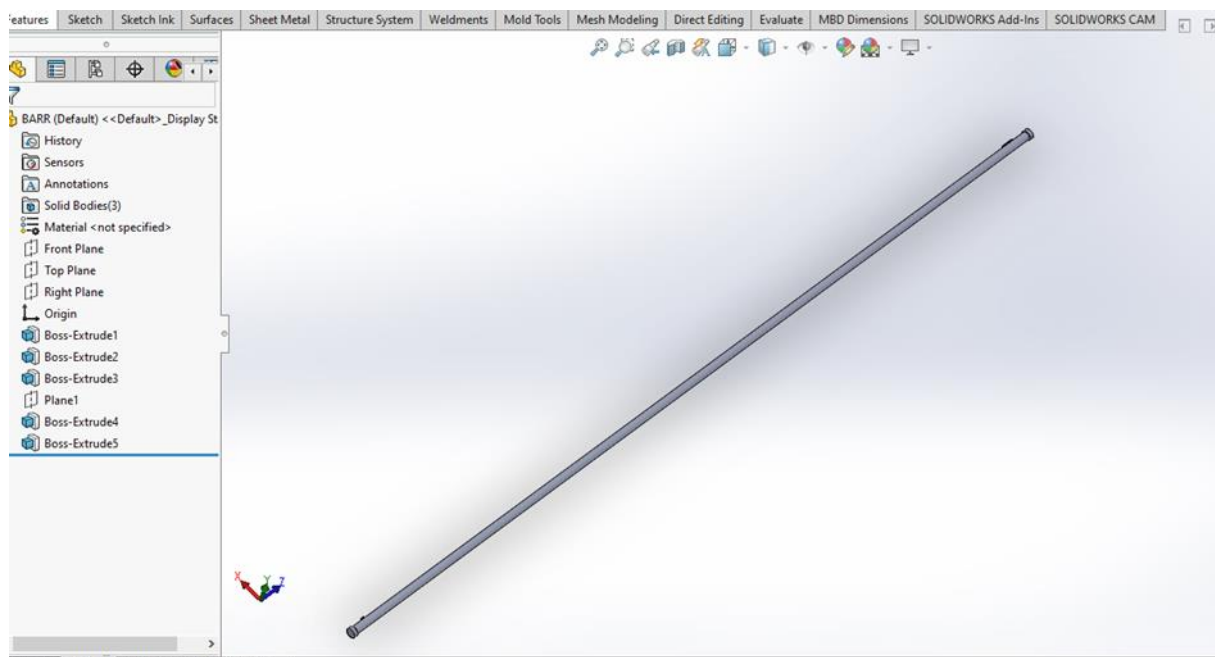


Figure III.9. Schématisation d'axe

III.5. Dessin de Poulie

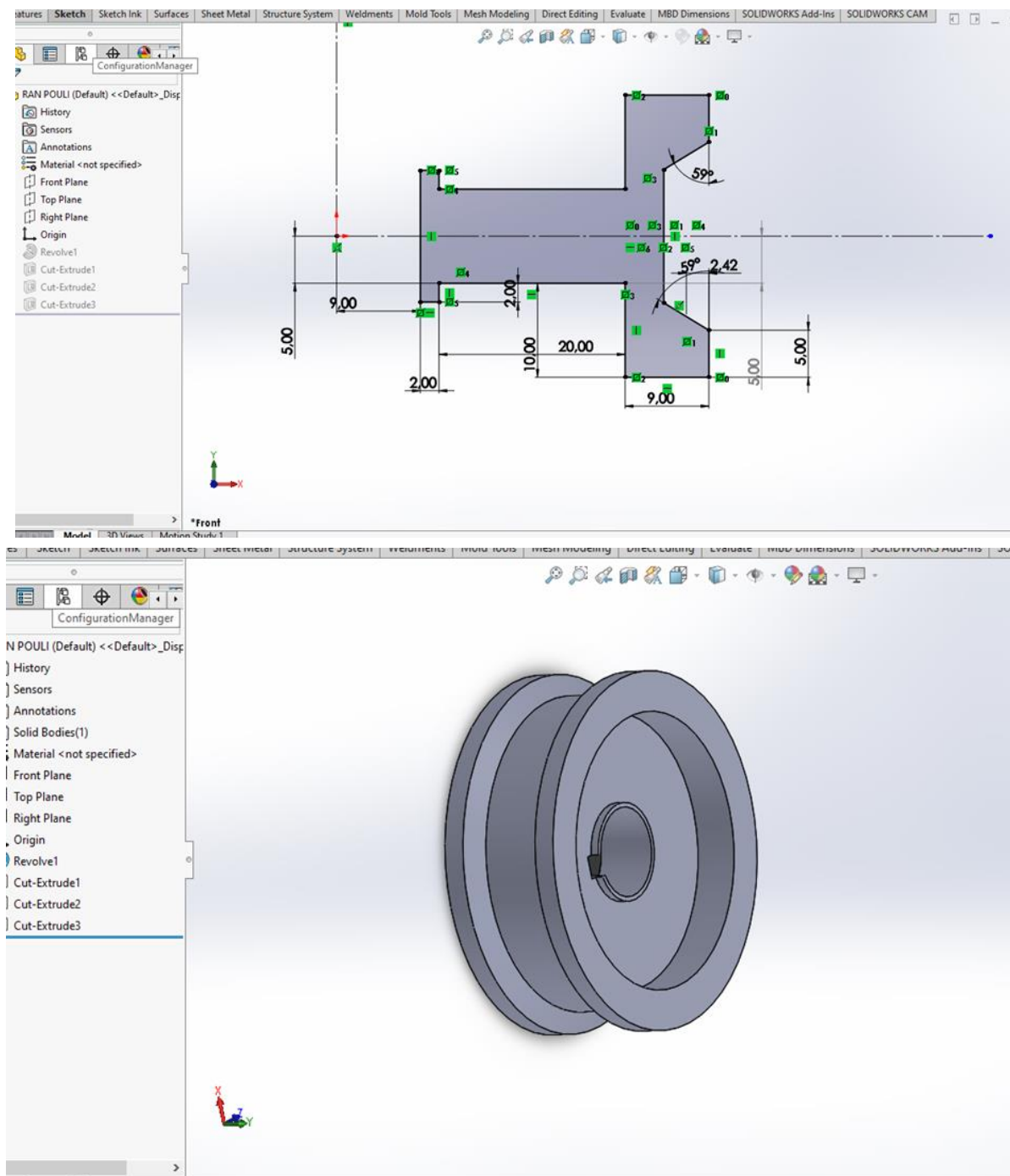


Figure III.10. Schématisation de la poulie

III.6. Le réservoir d'eau

Le réservoir d'eau est utilisé pour stocker une quantité suffisante d'eau nécessaire à l'irrigation après le semis. Il est placé au-dessus de l'unité de travail, au centre de la machine, ce qui permet une meilleure répartition du poids.

Ce réservoir est fabriqué en polyéthylène haute densité (HDPE), un matériau léger, résistant à la corrosion et non toxique, idéal pour le stockage de l'eau dans un environnement agricole. Le HDPE est également facile à façonner et économique. Le réservoir est équipé d'un robinet de contrôle et d'un indicateur de niveau pour faciliter son utilisation.

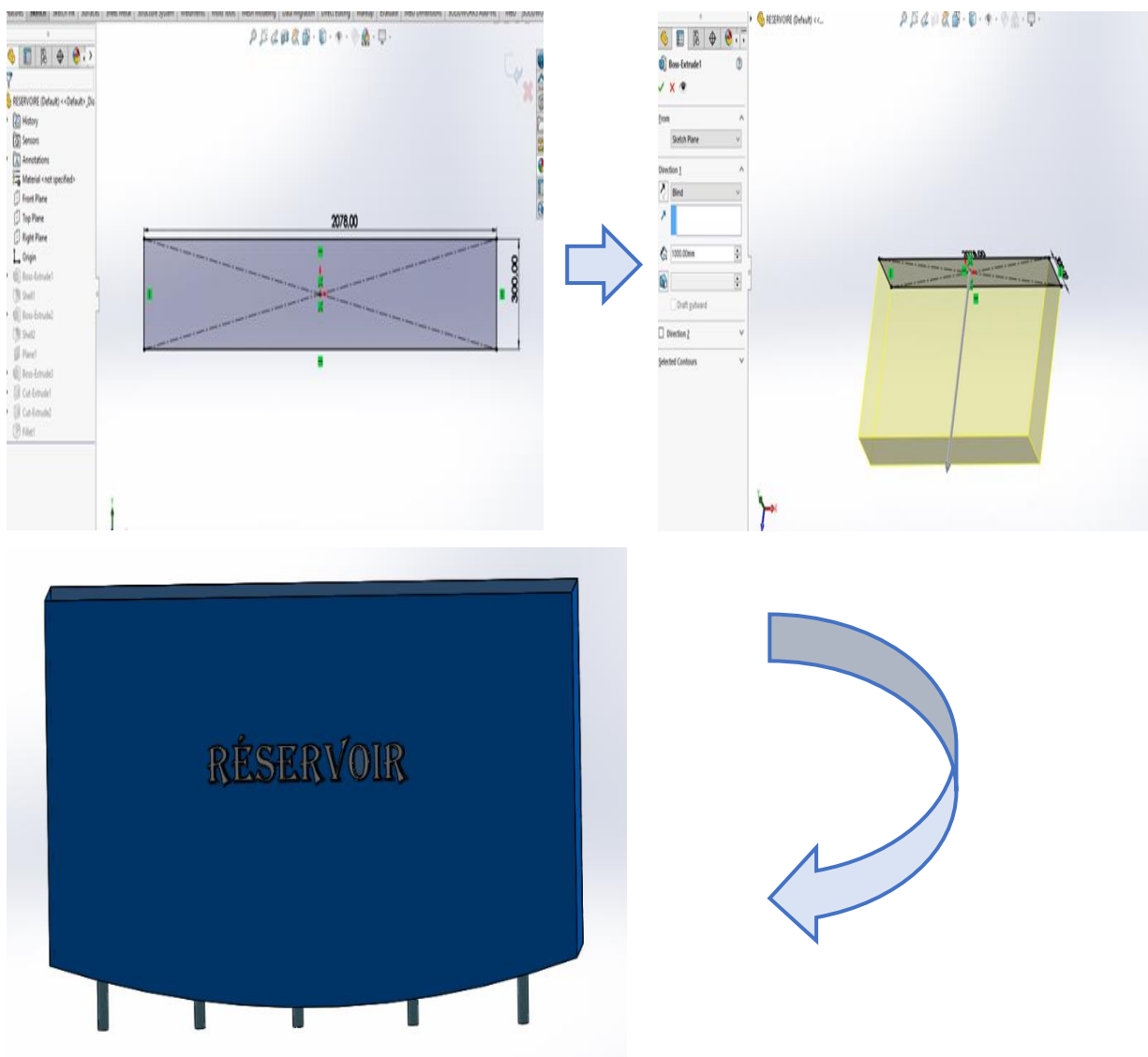


Figure III.11. Schématisation du réservoir

III.7. Le siège du conducteur

Cette vue montre la position du siège du conducteur placé à l'avant de la machine, assurant une bonne visibilité et un accès facile aux commandes.

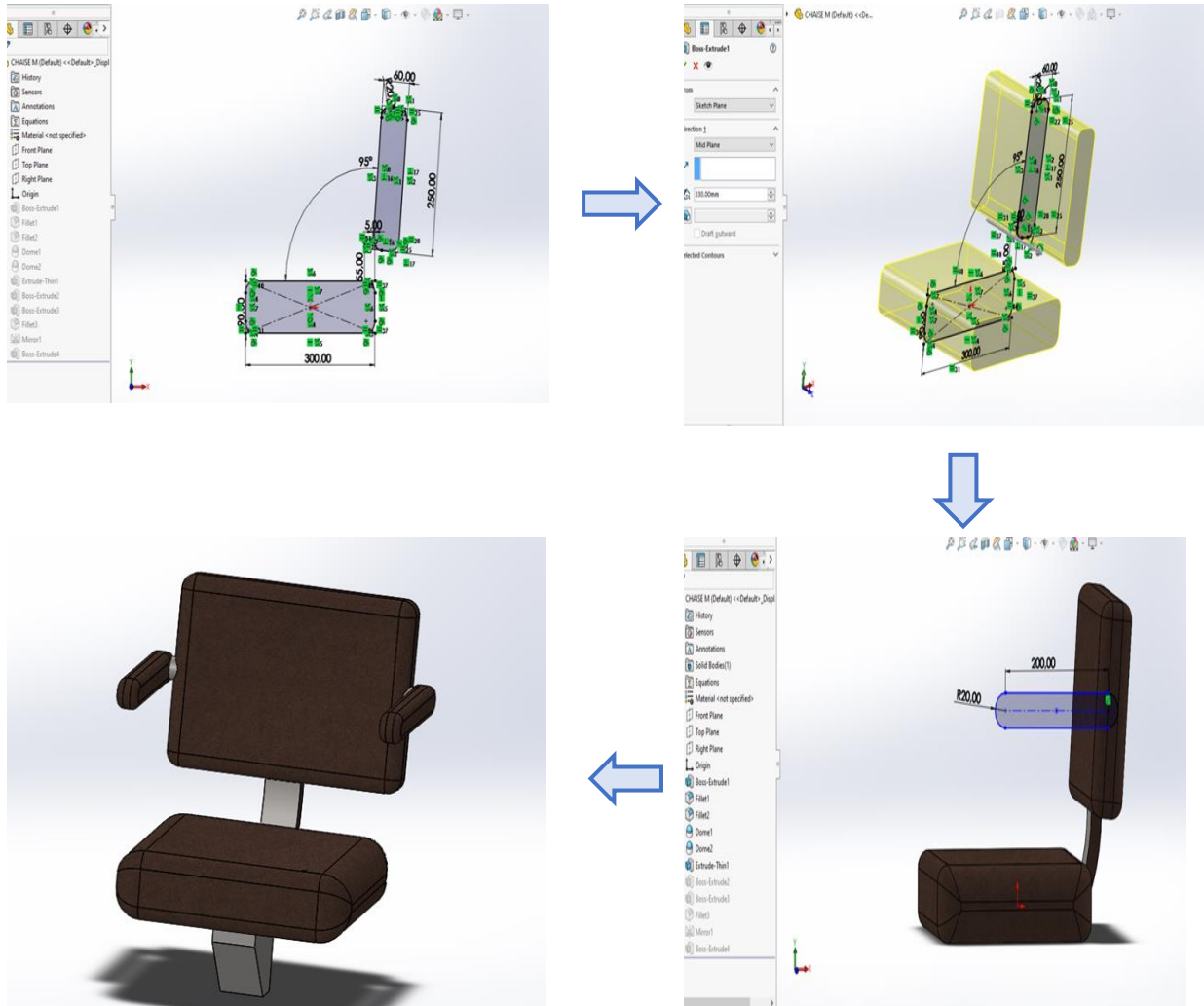


Figure III.12. Schématisation de la chaise du fermier

III.8. Les composantes des roues

Les roues représentent un élément essentiel de la machine agricole, permettant un déplacement fluide sur différents types de terrains. Quatre roues de même diamètre sont fixées aux extrémités de la machine, deux à l'avant et deux à l'arrière, assurant ainsi l'équilibre et la stabilité lors du fonctionnement.

Elles sont conçues en caoutchouc renforcé avec une structure interne métallique. Le caoutchouc offre une bonne absorption des chocs causés par les irrégularités du sol, tandis que la structure métallique garantit la solidité et la résistance au poids de la machine.

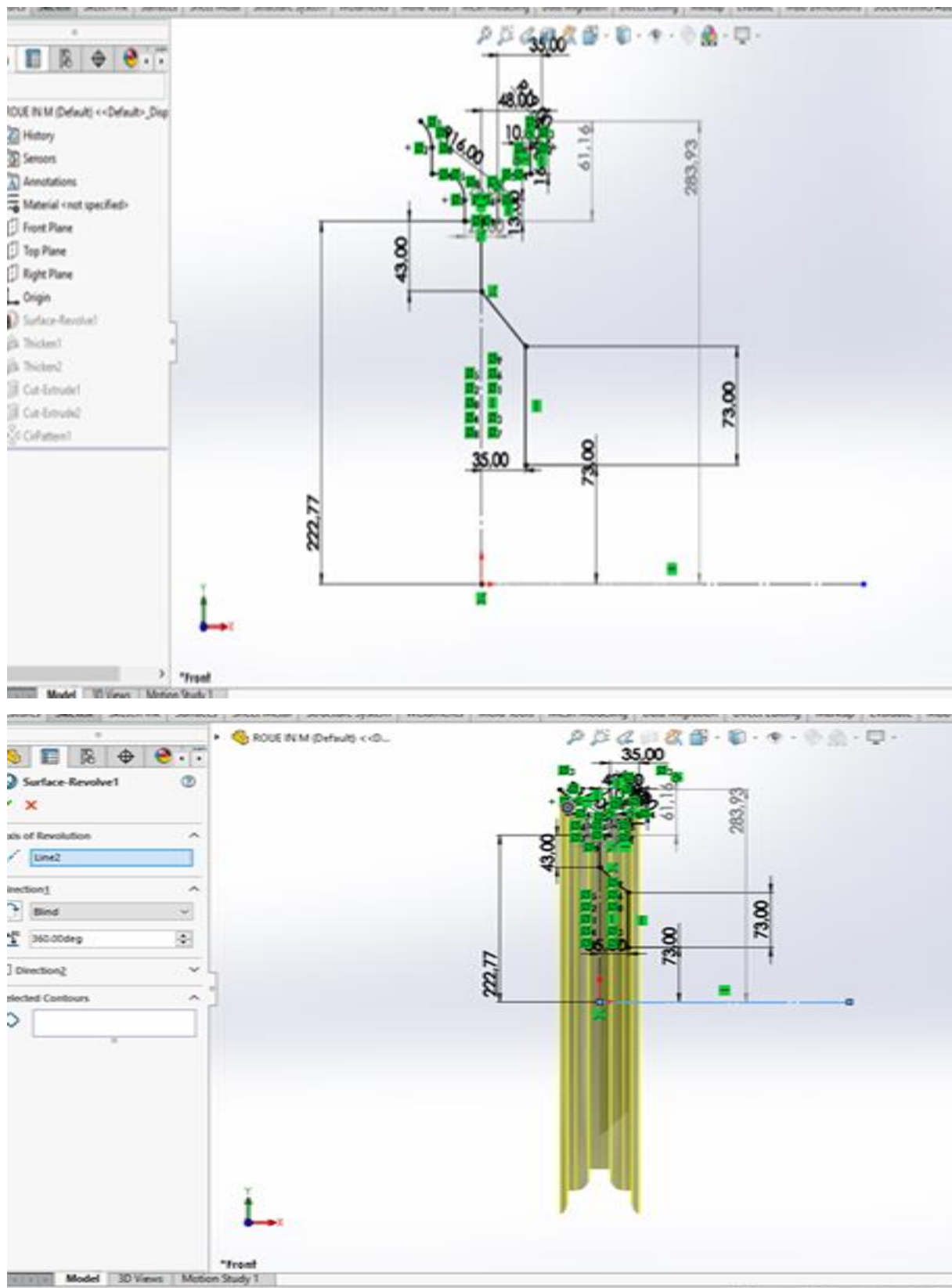


Figure III.13. Schématisation des composantes de la roue

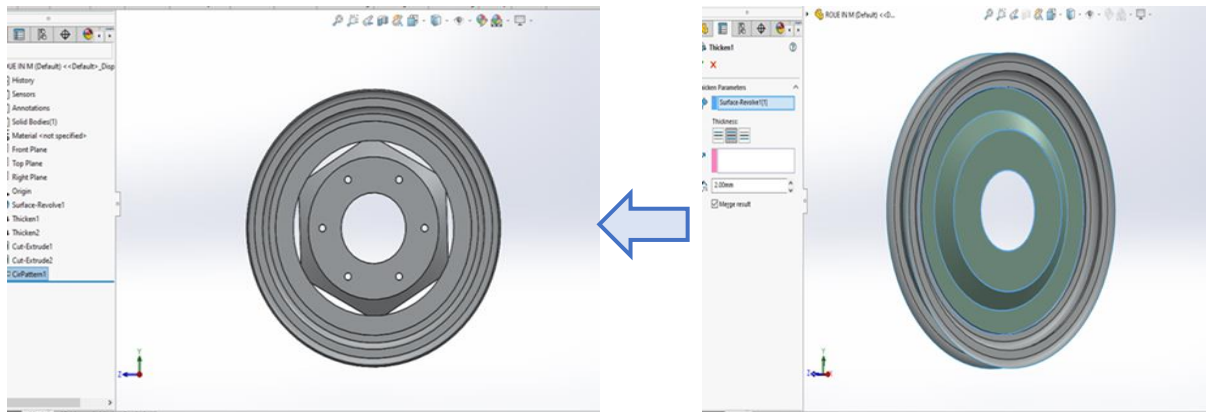


Figure III.14. Schématisation des roues

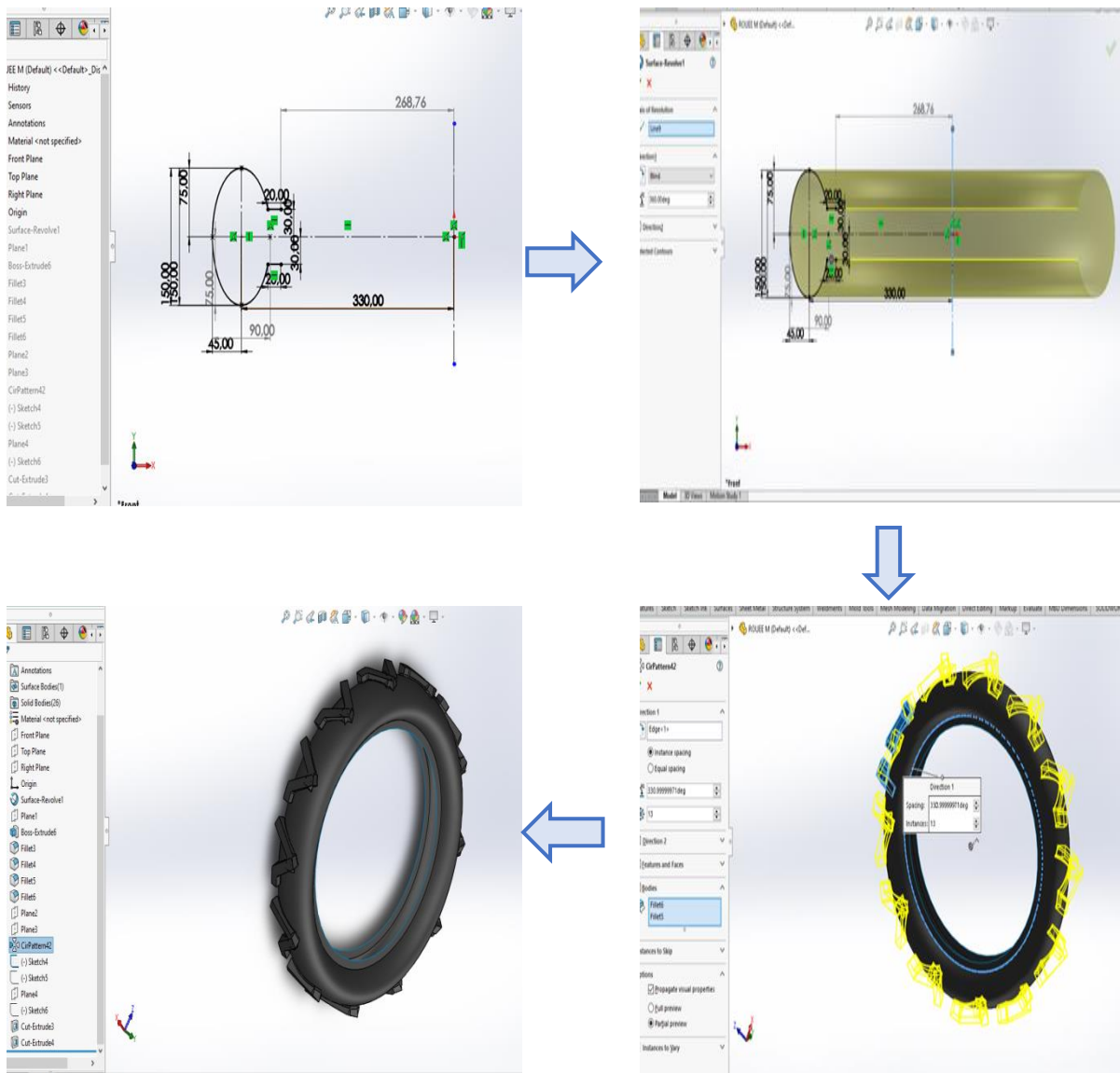


Figure III.15. Schématisation de la gante de la roue

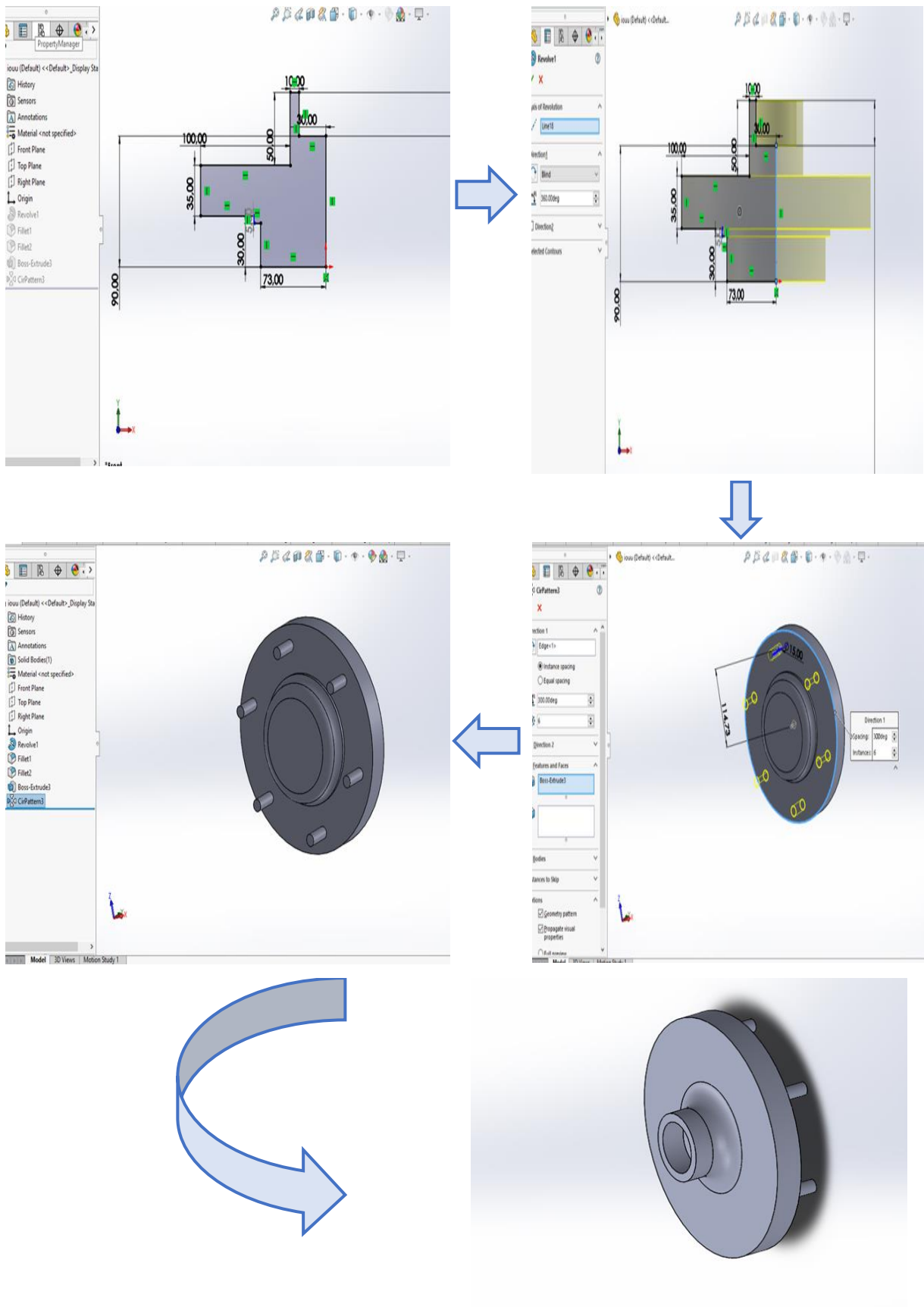


Figure III.116. Schématisation de la roue

III.9. L'assemblage des roues

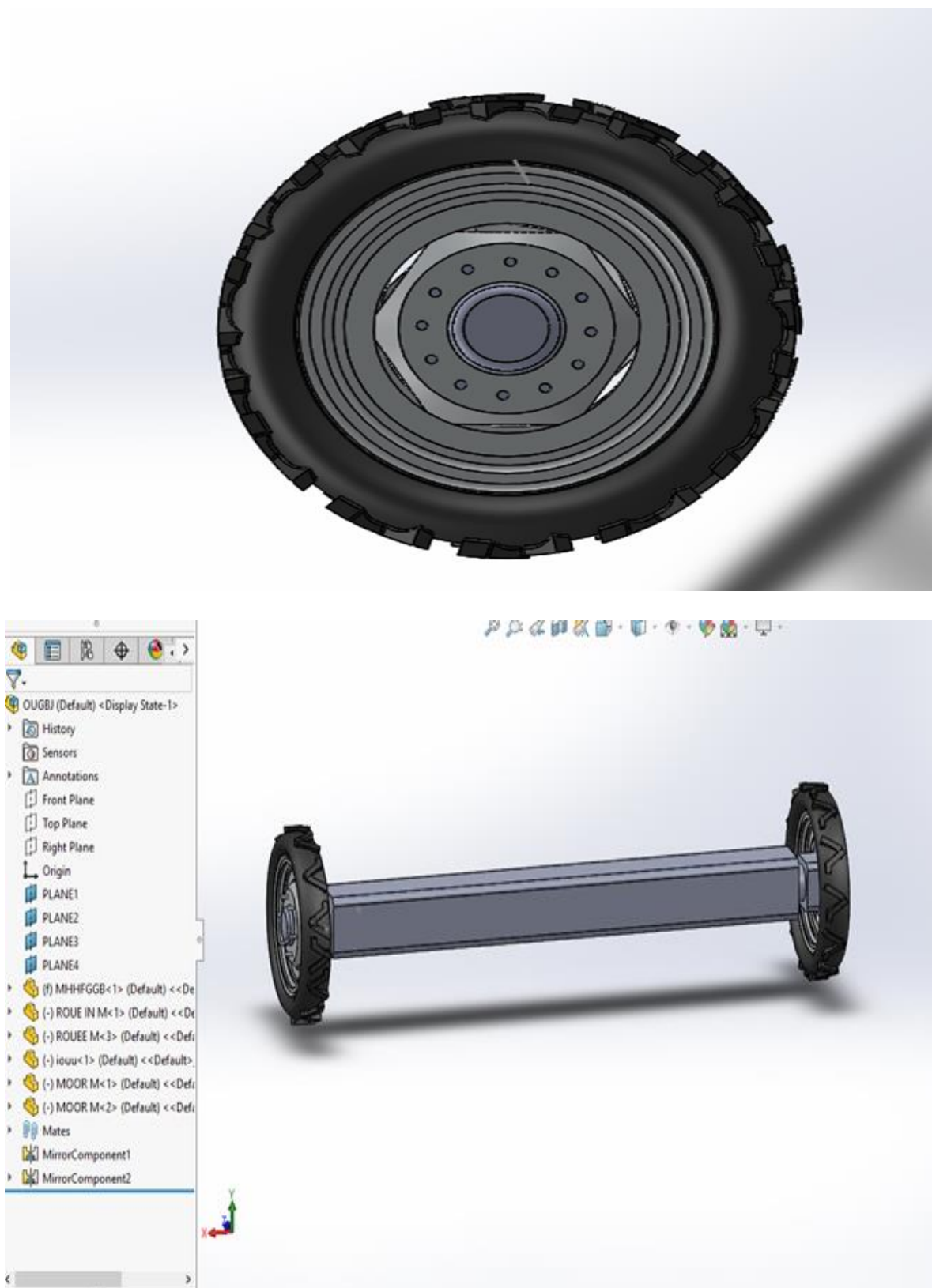


Figure III.17. L'assemblage des roues

III.10. Moteur

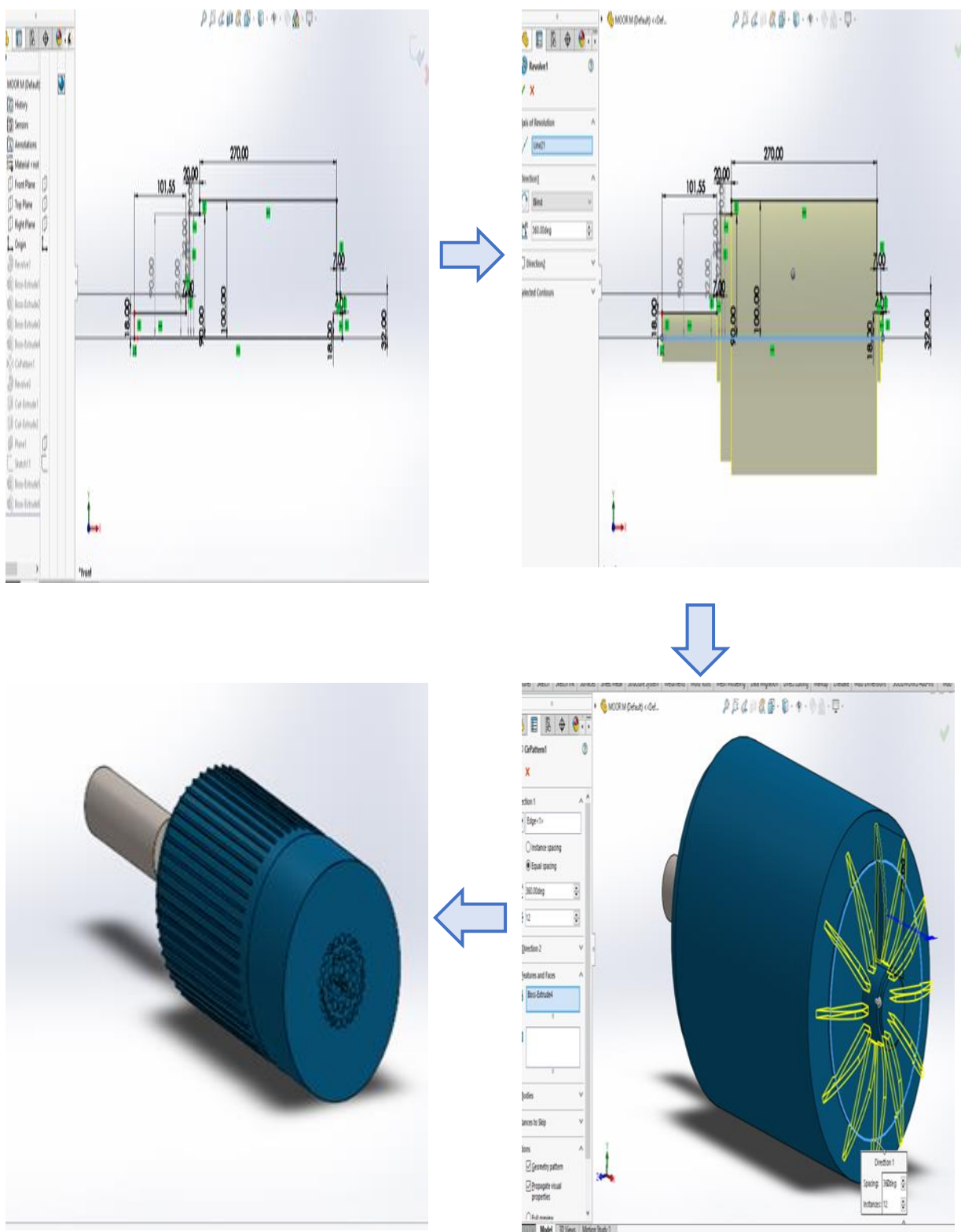


Figure III.18. Schématisation de la forme extérieure du moteur

III.11. Panneaux solaires

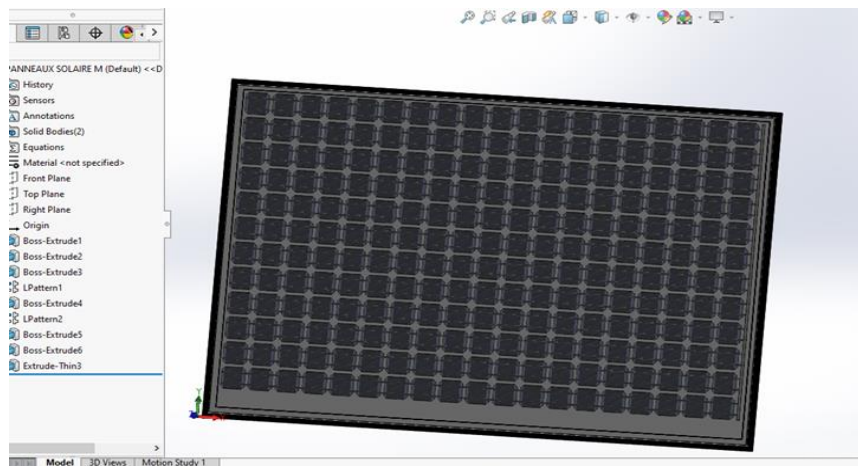


Figure III.19. Schématisation approximative du panneau solaire

III.12. Structure externe de la machine agricole Agri-Sync

La structure extérieure constitue le cadre principal sur lequel reposent tous les composants de la machine agricole. Dans ce projet, elle a été conçue avec beaucoup de réflexion pour garantir à la fois robustesse et légèreté, avec des dimensions adaptées facilitant le déplacement dans les champs. Un matériau léger tel que l'acier léger a été choisi afin de réduire le poids total de la machine sans compromettre sa résistance. Cette structure assure le soutien des différentes unités et une bonne répartition des charges pour une stabilité optimale.



Figure III.20. Schématisation de la forma extérieure de la machine

III.13. La machine *Agri-Sync* après assemblage



Figure III.21. L'assemblage de la machine *Agri-Sync*



Figure III.22. Aspect finale de la machine *Agri-Sync*

III.14. Conclusion

À la fin de ce chapitre, la conception finale de la machine agricole a été présentée à l'aide du logiciel SolidWorks, avec une représentation détaillée de ses différents composants modélisés et intégrés dans la structure globale. Ce travail reflète l'intégration entre les aspects techniques et fonctionnels de la machine, en mettant l'accent sur la précision des dimensions, l'efficacité de fonctionnement et la facilité d'utilisation sur le terrain. Cette conception constitue une étape essentielle vers la réalisation concrète de la machine et représente une base solide pour de futurs développements.

Perspectives

À l'avenir, j'envisage de développer cette machine agricole pour qu'elle devienne entièrement automatique, capable d'effectuer les opérations de semis, de labour et de couverture des graines sans intervention humaine directe. Cette automatisation permettra d'améliorer la précision du travail agricole, d'assurer une répartition homogène des semences, tout en réduisant le temps et les efforts nécessaires pour les agriculteurs. Elle contribuera également à minimiser les erreurs humaines, notamment dans les grandes exploitations ou pour les cultures nécessitant une précision particulière en termes de profondeur et d'espacement.

Dans le but de renforcer l'autonomie et l'efficacité énergétique de la machine, je prévois également d'y intégrer des panneaux solaires (les panneaux solaires). Cela lui permettra de fonctionner à l'énergie propre et renouvelable, un atout majeur pour les zones rurales ou isolées où l'accès à l'électricité est limité. En plus de réduire la dépendance aux carburants fossiles, cette solution contribuera à diminuer les émissions de CO₂, rendant le projet plus respectueux de l'environnement et en accord avec les principes du développement durable et de l'innovation verte dans le domaine agricole.

Conclusion Générale

« Le succès a beaucoup d'amis »

Dans ce projet, la conception et la fabrication d'une machine agricole multifonctionnelle (labour, plantation et irrigation) constituent une étape concrète vers le développement des méthodes agricoles traditionnelles et leur modernisation pour répondre aux exigences actuelles. Ce projet est conçu dans l'objectif de proposer une solution innovante et efficace permettant à l'agriculteur d'effectuer les opérations agricoles de base avec une seule machine, lui permettant ainsi de gagner du temps, de réduire ses efforts et ses coûts, tout en augmentant et en améliorant le rendement de sa production agricole.

Une étude approfondie de l'histoire et de l'évolution des machines agricoles est conçue afin de comprendre les défis et les solutions adoptées. Nous sommes ensuite passés à la phase de conception préliminaire avec SolidWorks. Cela a conduit à sa mise en œuvre sur le terrain : la conception du prototype nous a permis de tester notre concept en conditions réelles. Nous avons ensuite conçu la machine réelle, en corrigeant les erreurs précédentes afin de garantir des performances optimales, tant sur le plan technique que fonctionnel.

Malgré les difficultés et les défis rencontrés lors des différentes phases du projet, les résultats obtenus sont encourageants et satisfaisants, ce qui témoigne du potentiel de développement et d'amélioration de premier model de la machine **Agri-Sync** pour répondre aux besoins agricoles futurs. Nous espérons également que ce projet favorisera l'innovation et la compétitivité dans le secteur agricole et offrira une plateforme pour de futures recherches au service des agriculteurs.

Annexe A

Programme (Globale)

```
int relayPin = 7; // la broche connectée à IN du relais

void setup() {
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, LOW); // On commence avec la pompe éteinte
}

void loop() {
  // Allumer la pompe
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  delay(5000); // Allumée pendant 5 secondes

  // Éteindre la pompe
  digitalWrite(relayPin, LOW);
  delay(5000); // Éteinte pendant 5 secondes
}
```

Annexe B : Etude faisabilité économique du projet

I. Présentation du projet

1. Idée du projet (Solution)

Au vu des problèmes auxquels sont confrontés les agriculteurs lors de la plantation de semences, tels que la plantation de semences à des distances indéterminées, le gaspillage de semences et le manque de travailleurs qualifiés, il est devenu nécessaire de s'appuyer sur des méthodes avancées pour résoudre ces problèmes.



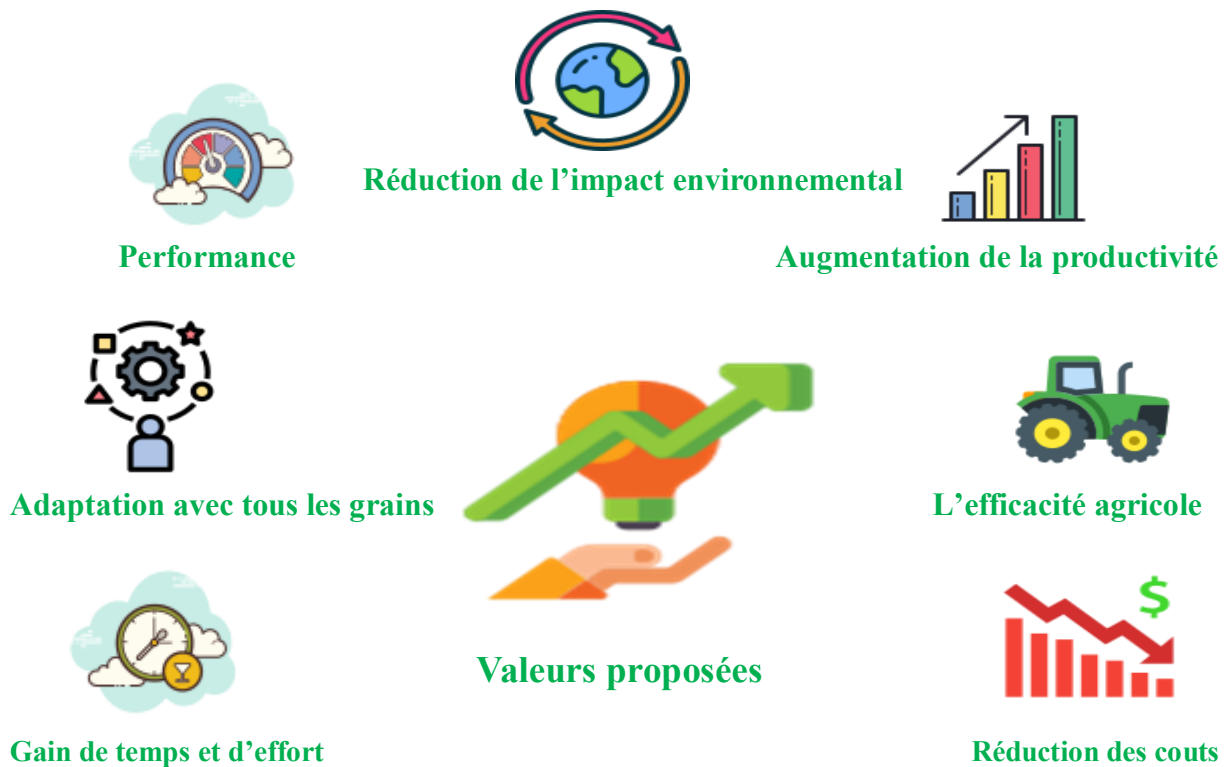
Actuellement, les agriculteurs s'appuient sur des méthodes de plantation très traditionnelles, ce qui entraîne un gaspillage de semences, d'efforts et de ressources énergétiques. Il leur faut également beaucoup de temps pour mener à bien les étapes agricoles, car cela commence par l'étape initiale, qui consiste à labourer la terre. Ensuite commence la deuxième étape, qui consiste à rechercher des travailleurs pour planter les graines, ou à utiliser les méthodes traditionnelles disponibles. Vient ensuite l'étape finale, celle de la pulvérisation. Cela demande beaucoup d'efforts et de temps de la part des agriculteurs.

C'est ainsi qu'est née l'idée du projet, qui est une machine agricole qui combine trois étapes de base de la culture en une seule machine, qui est une machine agricole qui laboure, plante et irrigue en même temps, sous le nom **Agri-Sync**.

Cette machine dépend de l'exécution d'un processus primaire, qui est le labour, qui permet d'aérer le sol et d'obtenir de nombreux avantages. Vient ensuite le processus de semis, qui dépend d'une technique qui consiste à ajuster les distances en fonction du type de graines et de leur diamètre, ce qui permet de planter les graines avec une grande efficacité et efficience. Vient ensuite l'étape de l'arrosage directement au-dessus de la graine, ce qui permet à la graine de germer, et ce en même temps.

Grâce à cette machine, l'agriculteur bénéficie de la résolution de plusieurs problèmes auxquels il est confronté et réduit ses efforts et sa fatigue. Cette machine lui permet également d'augmenter et d'améliorer la productivité et est considérée comme une solution efficace pour assurer la sécurité alimentaire.

2. Valeurs proposées



➤ Augmentation de la productivité

Grâce à cette machine, l'agriculteur peut couvrir une plus grande surface en moins de temps, ce qui se traduit par une augmentation significative de la productivité. Il devient possible de cultiver davantage d'hectares pendant la saison, voire de lancer une deuxième culture si les conditions climatiques le permettent. L'optimisation du temps et des ressources se reflète directement dans le volume de production, ce qui contribue à améliorer les revenus et la performance globale de l'exploitation.

➤ Adaptation avec tous les grains

Cette machine agricole multifonction est conçue pour s'adapter à une large variété de graines, qu'il s'agisse de céréales comme le blé, le maïs ou le riz, ou encore de légumineuses telles que les pois chiches, les lentilles ou les fèves. Grâce à un système de réglages précis, elle permet d'ajuster la profondeur de semis, l'espacement entre les graines et le débit d'irrigation selon les besoins spécifiques de chaque type de culture. Cette adaptabilité garantit une implantation

optimale des cultures, quel que soit le type de graine, et permet à l'agriculteur de diversifier facilement ses productions tout en maintenant un haut niveau d'efficacité.

➤ **L'efficacité agricole**

L'intégration des opérations de labour, de plantation et d'irrigation améliore considérablement l'efficacité agricole. Les graines sont directement semées dans un sol fraîchement labouré, puis arrosées immédiatement, ce qui crée des conditions idéales pour une germination rapide et réussie. Ce processus évite les pertes de semences dues au dessèchement ou à un semis mal réalisé. Il assure également une distribution régulière des plants, ce qui favorise une croissance homogène et facilite les interventions ultérieures comme le désherbage ou la récolte.

➤ **Réduction des coûts**

L'un des principaux avantages de cette machine est la réduction des coûts, aussi bien à court qu'à long terme. En combinant trois fonctions dans une seule machine, l'agriculteur économise du carburant en limitant les allers-retours sur le terrain. Il diminue également ses besoins en main-d'œuvre, puisqu'un seul opérateur suffit pour l'ensemble du processus. De plus, l'entretien devient plus simple et moins coûteux, car il ne concerne qu'un seul équipement. Ces économies cumulées permettent d'alléger le budget de production et d'améliorer la rentabilité de l'exploitation.

➤ **Gain de temps et d'effort**

La machine agricole multifonction qui assure le labour, la plantation et l'irrigation simultanément représente une solution pratique pour économiser à la fois le temps et l'effort. Au lieu d'effectuer chaque tâche séparément à l'aide de différents équipements, cette machine regroupe les trois opérations en une seule étape. Cela permet à l'agriculteur de réduire considérablement le nombre d'heures de travail nécessaires, tout en diminuant l'effort physique requis. Ce gain de temps lui donne aussi la possibilité de se concentrer sur d'autres aspects de la gestion agricole, notamment le suivi des cultures ou la préparation de la récolte.

➤ **Réduction de l'impact environnemental**

L'une des valeurs les plus importantes de cette machine est sa contribution à la protection de l'environnement. En réduisant le nombre de passages nécessaires sur la parcelle, elle limite le compactage du sol, ce qui préserve sa structure naturelle et favorise la santé des racines. Par ailleurs, l'arrosage immédiat après le semis limite l'évaporation de l'eau, permettant une utilisation plus rationnelle de cette ressource précieuse. Cela est particulièrement bénéfique

dans les zones arides ou souffrant de stress hydrique, rendant cette technologie à la fois écologique et durable.

3. Objectifs d'affaires

Le projet **Agrisync** se présente comme une solution technologique innovante intégrant les fonctions de labour, de plantation et d'irrigation au sein d'une seule machine agricole. Conçu pour répondre aux défis environnementaux et économiques du secteur agricole en Algérie, Agrisync ambitionne de transformer durablement les pratiques agricoles traditionnelles.

Grâce à l'automatisation intelligente des principales opérations agricoles, Agrisync permet :

- Une réduction significative de la main-d'œuvre et du temps nécessaire aux travaux agricoles.
- Une gestion optimisée des ressources, notamment l'eau et l'énergie, en évitant tout gaspillage
- Une augmentation de la productivité et une amélioration de la rentabilité pour les agriculteurs.

Avec son design multifonctionnel et sa technologie avancée, Agrisync représente un pas important vers une agriculture plus efficace, durable et adaptée aux conditions locales.

Objectifs commerciaux

- **Augmentation de la productivité agricole**

En combinant trois opérations agricoles en une seule, **AgriSync** réduit le stress mécanique sur les sols et permet un ensemencement plus rapide, plus précis et mieux irrigué. Cela se traduit par une augmentation de la productivité des cultures de 20 à 30 %, grâce à un environnement plus favorable à la germination et à la croissance des plantes.

- **Réduction des coûts d'exploitation**

L'automatisation complète des opérations de labour, semis et irrigation réduit de manière significative le recours à la main-d'œuvre et limite les passages des machines, diminuant ainsi la consommation de carburant, l'usure du matériel et les coûts liés à l'eau. Le retour sur investissement est estimé entre 1 et 3 ans, en fonction de la taille de l'exploitation et des cultures pratiquées.

- **Durabilité et impact environnemental**

En limitant les passages mécaniques et en optimisant l'apport en eau et en semences, **AgriSync** contribue à préserver les sols (réduction de l'érosion, amélioration de la structure du sol), à limiter la consommation de ressources et à réduire la pollution liée aux excès d'irrigation ou de fertilisants. Elle s'inscrit dans une démarche d'agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

- **Renforcement de la compétitivité des agriculteurs**

Grâce à une technologie semi-automatique intégrée et facile à utiliser, AgriSync permet aux agriculteurs d'améliorer leur efficacité opérationnelle tout en réduisant les efforts manuels nécessaires. En combinant les fonctions de labour, de plantation et d'irrigation dans une seule machine, elle optimise le temps de travail et les ressources mobilisées sur le terrain. Cette approche augmente la qualité et la régularité des productions, permettant ainsi aux agriculteurs de mieux répondre aux exigences des marchés locaux et régionaux.

Part de marché cible

(Court terme : 1 à 2 ans)

Dans un horizon de 1 à 2 ans, AgriSync vise à conquérir environ 20 % des exploitations agricoles algériennes qui utilisent encore des méthodes agricoles conventionnelles pour le labour, le semis et l'irrigation, et qui cherchent à moderniser leurs équipements. Ce segment cible principalement les grandes exploitations et les agriculteurs ouverts aux nouvelles technologies, situés dans les régions à forte production agricole, où l'efficacité et la réduction des coûts sont des enjeux majeurs. En proposant une solution intégrée semi-automatique, AgriSync répond aux besoins d'amélioration de la productivité tout en facilitant la transition vers des pratiques agricoles plus modernes et durables.

(Moyen terme : 3 à 5 ans)

Sur un horizon de 3 à 5 ans, AgriSync ambitionne d'étendre progressivement sa clientèle pour atteindre 50 % du marché agricole algérien, en élargissant son offre aux exploitations de taille moyenne ainsi qu'à certaines petites exploitations. Cette croissance sera rendue possible grâce à des solutions modulables et accessibles, adaptées à différents budgets et besoins. En proposant des versions plus flexibles et économiques de la machine, AgriSync vise à démocratiser l'accès

à la mécanisation partielle et intelligente, tout en accompagnant les agriculteurs dans leur transition vers des pratiques agricoles plus efficaces et durables.

Long terme (5 à 10 ans)

À long terme, sur une période de 5 à 10 ans, AgriSync vise à devenir le leader incontesté de la mécanisation agricole intelligente en Algérie, en particulier dans le segment des machines multifonctions intégrant le labour, le semis et l'irrigation. L'objectif est d'atteindre une part de marché supérieure à 60 %, grâce à une stratégie fondée sur l'innovation continue, l'adaptation aux besoins du terrain, un service client de proximité, et la création de partenariats stratégiques avec les coopératives agricoles, les institutions publiques, et les acteurs du développement rural. En accompagnant la transformation du secteur agricole algérien vers plus d'efficacité et de durabilité, AgriSync ambitionne de s'imposer comme un acteur clé de la modernisation des pratiques agricoles.

Cette étude précise met en lumière la valeur ajoutée d'AgriSync pour les agriculteurs algériens, en démontrant son potentiel à transformer les pratiques agricoles traditionnelles. En intégrant trois fonctions essentielles dans une seule machine semi-automatique, AgriSync offre un gain réel en efficacité, en rentabilité et en gestion des ressources. Elle pose ainsi des bases solides pour un développement commercial structuré et une croissance durable du secteur agricole, en phase avec les enjeux technologiques, économiques et environnementaux actuels.

3. Calendrier de réalisation du projet AgriSync

Mois	Tache	Détail	Résultat principale
1-3	Étude de faisabilité et planification	- Analyse du marché et des besoins réels des agriculteurs. - Étude de faisabilité technique et économique. - Conception initiale en 3D du prototype	Document de conception initiale + rapport détaillé de faisabilité.
4-8	Conception et développement du prototype	Fabrication d'un prototype fonctionnel.	Prototype opérationnel +

		• Intégration des fonctions labour, semis et irrigation. • Tests préliminaires en conditions agricoles variées	rapport des essais terrain.
9-11	Ajustements techniques & validation	• Recueil des retours des premiers utilisateurs. • Amélioration du design et des fonctionnalités selon les tests. • Obtention des certifications et conformité aux normes locales.	Prototype final optimisé + certification locale.
12-14	Préparation à la production	• Sélection des fournisseurs. • Mise en place de la chaîne de production. • Formation des équipes techniques et commerciales	Validé.
15-18	Lancement commercial	• Campagne marketing ciblée. • Vente et distribution des 50 à 100 premières unités. • Support technique et service après-vente	Entrée effective sur le marché + premiers retours clients + début de la réputation commerciale

19-24	Suivi et évolution	• Suivi des performances sur le terrain. • Analyse des données d'utilisation et identification des améliorations. • Planification de la version 2.0 d'AgriSync.	Base de données utilisateurs + feuille de route pour la version suivante + amélioration continue des services
-------	--------------------	---	---

II. Les aspects innovants du projet Agri-Sync

1. Nature des innovations

Le projet **AgriSync** s'inscrit au cœur des enjeux actuels de l'agriculture intelligente, alliant technologies de pointe et compréhension fine des besoins agricoles. Cette innovation se décline sur plusieurs axes stratégiques, techniques et commerciaux, qui confèrent au projet une dimension unique et compétitive.

- **Innovations technologiques majeures**

AgriSync intègre une technologie multifonctionnelle innovante combinant labour, semis et irrigation en une seule machine semi-automatique. Le système de contrôle intelligent optimise la gestion des ressources (eau, énergie, temps) tout en assurant une adaptation précise aux conditions du sol et du climat local. L'intégration de capteurs et de mécanismes modulables permet une intervention efficace et personnalisée sur chaque parcelle.

- **Innovations de marché et impact socio-économique**

AgriSync vise à démocratiser l'accès aux technologies agricoles avancées, en s'adaptant aussi bien aux grandes exploitations qu'aux petites et moyennes fermes. Cette accessibilité favorise une augmentation de la productivité agricole, une réduction des coûts d'exploitation et une meilleure compétitivité des agriculteurs sur les marchés locaux et internationaux. Socialement, le projet contribue à créer de l'emploi qualifié autour de la maintenance et de la formation, tout en soutenant une agriculture durable.

- **Innovation incrémentale et amélioration continue**

Le projet **AgriSync** intègre une démarche d'amélioration continue basée sur les retours terrain et l'évolution technologique. Après chaque phase de déploiement, les données récoltées permettent d'ajuster et d'optimiser les fonctionnalités. Cette innovation incrémentale garantit la pérennité du produit et l'adaptation constante aux besoins évolutifs des agriculteurs et aux contraintes environnementales.

- **Conclusion**

En combinant innovations technologiques majeures, impacts socio-économiques positifs et une stratégie d'amélioration continue, AgriSync s'impose comme une solution intégrée et compétitive pour transformer l'agriculture algérienne vers une production plus efficiente, durable et rentable.

2. Domaines d'innovation

- **Services intelligents de gestion des ressources agricoles**

Le système AgriSync intègre une gestion intelligente des opérations agricoles, basée sur des capteurs embarqués qui mesurent l'humidité du sol, la température et la résistance du terrain en temps réel. Par exemple, si l'humidité mesurée est insuffisante pendant l'opération de semis, l'unité d'irrigation embarquée s'active automatiquement pour humidifier le sol avant la mise en terre. Cela garantit des conditions optimales de croissance, réduit les pertes en eau et améliore l'efficacité dès la première phase du cycle de culture.

- **Systèmes d'agriculture de précision**

Grâce à sa capacité à adapter les volumes de travail selon les zones du champ, AgriSync contribue à une agriculture de précision. Des capteurs analysent la compacité du sol et ajustent la profondeur de labour, la quantité de semences ou la pression d'irrigation selon les caractéristiques locales. Par exemple, dans une parcelle hétérogène, AgriSync adapte automatiquement l'action de chaque module, assurant une uniformité de traitement et un meilleur rendement global.

- **Plateformes de gestion des données agricoles**

AgriSync peut être connecté à une plateforme de gestion numérique qui centralise les données des interventions agricoles (zones traitées, humidité, semis réalisés, quantité d'eau utilisée, etc.). Grâce à l'intelligence artificielle, cette plateforme peut fournir aux

agriculteurs des bilans de performance, détecter des anomalies dans les pratiques culturales et recommander des ajustements. Cela permet de mieux planifier les campagnes agricoles et de maximiser la rentabilité.

➤ Solutions d'automatisation agricole

Bien que semi-automatique, AgriSync intègre des éléments d'automatisation ciblée. Par exemple, l'opérateur peut programmer certains réglages via une interface mobile avant de commencer l'opération : vitesse de déplacement, intensité d'arrosage, espacement des semis, etc. En fonction des capteurs embarqués, la machine adapte ensuite ces paramètres automatiquement en cours de route, réduisant les interventions manuelles tout en maintenant un haut niveau de précision.

III. Analyse stratégique

1. Marché potentiel

1. Petits et moyens agriculteurs

- **Nombre estimé :** L'Algérie compte environ 1,3 million d'exploitations agricoles, dont plus de 75 % sont de petites exploitations de moins de 5 hectares.
- **Besoins :**
 - Besoin de mécanisation accessible pour réduire l'effort physique et le temps de travail.
 - Manque de ressources pour acheter plusieurs machines spécialisées (tracteur, semoir, système d'irrigation séparés).
 - Nécessité de solutions abordables, polyvalentes et faciles à entretenir.
 - Recherche de technologies pouvant améliorer la régularité des semis et assurer une irrigation immédiate et adaptée.
- **Potentiel :**
 - Augmentation de la productivité des petites exploitations en unifiant les tâches agricoles.
 - Renforcement de l'autonomie des agriculteurs ruraux à travers une solution mécanisée simplifiée.



- Création d'un réseau d'utilisateurs fidèles, porteurs du bouche-à-oreille dans les régions rurales.

2. Coopératives agricoles et périmètres irrigués

- **Nombre estimé :** On recense près de 7 000 coopératives agricoles en Algérie, dont plusieurs engagées dans des programmes de modernisation.
- **Besoins :**
 - Regrouper les fonctions de labour, semis et irrigation pour améliorer la rentabilité collective.
 - Équiper les périmètres irrigués avec des machines multi-usages pour des campagnes de plantation à grande échelle.
 - Réduire les pertes de ressources (eau, énergie, main-d'œuvre) grâce à l'automatisation partielle
- **Potentiel :**
 - Intégrer AgriSync dans des programmes publics de mécanisation agricole.
 - Développer des partenariats avec les Directions des Services Agricoles (DSA) des wilayas pour déploiement régional.
 - Offrir une solution durable pour accélérer la modernisation des zones à forte activité agricole.

3. Marché des exploitants agricoles innovants

- **Cible :** Jeunes agriculteurs et entrepreneurs agricoles tournés vers l'innovation technologique, intégrant des outils numériques et des solutions de gestion connectées dans leurs exploitations.
- **Besoins :**
 - Intégration de solutions intelligentes et pilotées par les données pour maximiser l'efficacité des opérations agricoles.
 - Compatibilité avec les dispositifs existants de l'Internet des objets (IoT) utilisés dans les exploitations modernes.
 - Fonctionnalités de suivi à distance via des tableaux de bord analytiques pour mieux gérer les cycles agricoles.
- **Potentiel :**
 - Un segment jeune, dynamique et influent, capable de jouer un rôle moteur dans la diffusion de la technologie agricole à l'échelle nationale.

- Une opportunité de co-développement : ces utilisateurs précoces (early adopters) peuvent contribuer à l'amélioration continue du produit en partageant leurs retours et en testant de nouvelles fonctionnalités.

Positionnement stratégique d'AgriSync

- **Avantage concurrentiel**

- **Polyvalence intégrée** : Une seule machine regroupe trois fonctions essentielles (labour, semis, irrigation), ce qui réduit les coûts d'équipement.
- **Système semi-automatique ajustable** : Paramétrage simple et rapide selon les types de sols et de cultures.
- **Utilisation éco-efficiente** : Réduction de la consommation de carburant, d'eau et de main-d'œuvre.
- **Conception modulaire** : Possibilité d'adapter ou de remplacer certains modules selon les besoins de l'exploitation.
- **Conception modulaire** : Possibilité d'adapter ou de remplacer certains modules selon les besoins de l'exploitation.

- **Objectif à court terme (1-3 ans)**

- Mettre en place des démonstrations pratiques dans au moins 5 wilayas agricoles stratégiques afin de faire connaître l'efficacité de la solution sur le terrain.
- Élargir la présence à 35 % du marché rural mécanisable et connecté, notamment grâce à des versions adaptées aux exploitations moyennes.

- **Objectif à long terme (8 ans et plus)**

- Intégrer AgriSync dans des programmes publics de subvention pour favoriser son adoption par les petits agriculteurs
- Positionner AgriSync comme leader des machines agricoles polyvalentes en Afrique du Nord.
- Exporter la technologie vers les pays du Maghreb et du Sahel, en misant sur la simplicité d'utilisation, la fiabilité et l'adaptabilité au climat aride.

4. Marché cible du projet Agrisync

Le projet AgriSync s'adresse à plusieurs segments clés du secteur agricole, allant des coopératives aux investisseurs agricoles et aux exploitants individuels. Chaque cible a été identifiée en fonction de ses besoins spécifiques, de son niveau de préparation technologique et de son



rôle dans la chaîne de valeur. En intégrant les fonctions de labour, plantation et irrigation intelligente dans une seule solution, AgriSync répond efficacement aux exigences d'une agriculture moderne, durable et automatisée.

1. Institutions agricoles et exploitations structurées

Justifications du ciblage

- Poids économique et stratégique des institutions agricoles la machine proposée cible en priorité les fermes pilotes, les grandes exploitations agricoles publiques et les coopératives agricoles, qui jouent un rôle central dans la modernisation du secteur agricole en Algérie. Grâce à leur envergure et à leur mission de démonstration et d'innovation, ces structures constituent un terrain favorable pour l'introduction de technologies avancées comme notre machine agricole multifonctionnelle.
- Capacité à investir dans l'innovation Ces institutions disposent généralement de ressources financières plus importantes ainsi que d'équipes techniques qualifiées, leur permettant d'adopter et de tester des solutions innovantes. Elles peuvent ainsi intégrer la machine dans leurs systèmes de production existants et évaluer son efficacité dans des conditions réelles, ce qui facilite son éventuelle diffusion à plus grande échelle.
- Recherche d'une meilleure productivité et de la réduction des coûts d'exploitation Ces institutions visent à améliorer l'efficacité de leurs activités agricoles en adoptant des solutions technologiques permettant d'augmenter la production tout en réduisant le temps, l'effort et les coûts. La machine proposée, qui intègre les fonctions de labour, de semis et d'irrigation en une seule opération, contribue à réduire le nombre de passages sur le sol, à diminuer la consommation de carburant, à limiter l'usure des équipements et à accélérer le rythme du travail agricole, ce qui en fait un outil idéal pour une agriculture performante et rentable.

2. Agriculteurs individuels (petits et moyens exploitants)

Justifications du ciblage

- **Importance démographique et économique**

Les petits et moyens agriculteurs représentent plus de 90 % des exploitations agricoles en Algérie, selon les données de la FAO. Ils forment l'épine dorsale de la production alimentaire nationale. En ciblant cette catégorie majoritaire, la machine proposée répond à un enjeu stratégique : renforcer la base productive du pays en rendant l'innovation accessible à ceux qui assurent la sécurité alimentaire au quotidien.

➤ **Besoins spécifiques en technologie accessible**

La machine multifonctionnelle est conçue pour être simple à utiliser, abordable, robuste et adaptée aux conditions locales. En intégrant plusieurs opérations agricoles essentielles en une seule étape, elle permet à ces exploitants de gagner du temps, de réduire l'effort physique et de diminuer leur dépendance aux équipements multiples, souvent coûteux et complexes à entretenir.

➤ **Potentiel d'impact direct sur la productivité et les revenus**

En mécanisant simultanément le travail du sol, le semis et l'irrigation, la machine permet une optimisation du calendrier agricole, une amélioration des rendements et une réduction des coûts liés à la main-d'œuvre. Cela se traduit directement par une augmentation des revenus des agriculteurs, tout en facilitant l'accès à des pratiques agricoles plus modernes et plus durables.

Résumé stratégique

Segment cible	Taille estimée du marché	Objectif stratégique
Institutions agricoles	Environ 1 000 à 1 500 entités (fermes pilotes, exploitations publiques, grandes coopératives agricoles)	Introduire la machine comme modèle de référence pour la modernisation du secteur agricole
Agriculteurs individuels	Plus de 1 000 000 d'exploitations (90 % des exploitations agricoles en Algérie, selon la FAO)	Démocratiser l'accès à la mécanisation intelligente et améliorer les rendements des petits producteurs

2. Mesurer l'intensité de la concurrence pour une machine agricole multifonctionnelle (labour, semis, irrigation simultanés) en Algérie

1. Concurrence directe sur le marché algérien des machines agricoles polyvalentes

Le marché algérien des machines agricoles est en pleine mutation, avec un intérêt croissant pour les solutions mécanisées capables de réduire les coûts, le temps de travail et la dépendance à la main-d'œuvre. Toutefois, les machines combinant labour, semis et irrigation dans une seule unité sont encore très rares, voire inexistantes localement.

A. Entreprises et distributeurs d'équipements agricoles :

Certaines entreprises comme AGRIMAT, SARL TAMEK ou SIPAG importent ou fabriquent des équipements agricoles (tracteurs, semoirs, pulvérisateurs, etc.), mais ces machines remplissent généralement une seule fonction.

Les machines intégrées sont souvent d'origine étrangère (italienne, espagnole, turque), très coûteuses et peu adaptées aux petites exploitations. Il n'existe pas à ce jour de produit local équivalent offrant l'intégration complète des trois fonctions.

B. Importateurs de machines agricoles spécialisées

Il existe plusieurs importateurs de machines agricoles spécifiques, mais peu d'entre eux proposent des solutions multifonctionnelles. Les coûts d'importation, les difficultés d'adaptation aux sols locaux, et l'absence de support technique posent des barrières à leur diffusion.

2. Agriculteurs utilisant des équipements traditionnels ou combinés manuellement

La majorité des petits et moyens exploitants utilisent encore des équipements séparés pour chaque opération : un outil de labour, un semoir manuel ou tracté, puis un système d'arrosage rudimentaire.

Le passage multiple sur les terres augmente les coûts et fatigue les sols.

- Cela représente une opportunité stratégique pour proposer une solution unique, compacte et adaptée aux exploitations de petite à moyenne taille.

3. Projets universitaires ou étudiants développant des machines agricoles locales

Plusieurs projets étudiants tentent de développer des outils agricoles motorisés ou autonomes, mais peu se concentrent sur l'intégration de toutes les étapes du travail du sol à l'irrigation.

Exemples :

- Université de Sétif : prototype de semoir motorisé.
- Université de Batna : projet de robot pour le désherbage automatisé.

Ces projets manquent généralement de financement, d'industrialisation et d'accès au marché.

4. Prestataires et ateliers mécaniques agricoles locaux

- De nombreux artisans et ateliers agricoles locaux fabriquent ou modifient des équipements à la demande (socs, hermes, remorques...), mais sans offrir de solutions intégrées ni mécanisées de manière intelligente.

Ils peuvent toutefois représenter un canal stratégique de fabrication ou de distribution local, en cas de collaboration avec des startups innovantes.

Conclusion - Opportunités pour une machine agricole intégrée

Le marché algérien manque encore de solutions agricoles combinées, intelligentes et accessibles, particulièrement pour les exploitations à petite et moyenne échelle.

La machine Agrisync peut se distinguer grâce à :

- Sa capacité à réunir trois opérations essentielles en un seul passage, réduisant les coûts et le temps de travail.
- Un coût maîtrisé, grâce à une conception locale et à l'utilisation de composants standards.
- La facilité d'utilisation et de maintenance, adaptée aux besoins des agriculteurs non spécialisés.
- Des partenariats potentiels avec les universités pour la recherche et l'innovation.
- Une stratégie de distribution locale via les coopératives, les ateliers agricoles, et les salons professionnels.

Stratégie de marketing pour AGRISYNC

1. Détermination du public cible

- **Agriculteurs algériens (moyens et grands exploitants)**

Cible principale recherchant des solutions pour gagner du temps, réduire les coûts et améliorer la productivité à travers la mécanisation des tâches.

- **Coopératives agricoles et agro-industries**

Acteurs structurés disposant de moyens financiers et techniques permettant d'investir dans des solutions intégrées à fort rendement.

- **Institutions publiques et agences de développement agricole**

(Ministère de l'Agriculture, projets de développement rural, agences d'appui technologique) intéressées par la diffusion de technologies modernes pour soutenir la production nationale.

- **Petits exploitants agricoles**

Segment important pouvant être atteint avec une version simplifiée, modulaire ou proposée en leasing ou via des financements publics/subventionnés.

- **Écoles et centres de formation agricoles**

Intégration d'AGRISYNC comme outil pédagogique dans la formation pratique des futurs agriculteurs, mécaniciens agricoles ou techniciens.

2. Définition du message marketing



Message principal :

"AGRISYNC – Une machine, trois fonctions, zéro perte de temps."



Proposition de valeur :

- Une machine robuste, économique et conçue pour l'agriculture algérienne.
- Intègre les trois étapes clés de la culture : labour, semis et irrigation, en un seul passage.
- Réduction des coûts de carburant, de main-d'œuvre et de matériel.
- Adaptée aux petites comme grandes surfaces, et à différents types de sol.



Slogans suggérés :

- « Une seule machine, trois fois plus de rendement »
- « AGRISYNC : Simplifiez votre travail, multipliez vos résultats »
- « L'innovation agricole à portée de main »

3. Identification des canaux marketing



Événements & démonstrations :

- Participation aux salons agricoles (SIPSA-FILAHA, foires régionales à Sétif, Oran, Biskra...)
- Caravanes agricoles AGRISYNC avec démonstrations dans les exploitations rurales des wilayas ciblées



Médias traditionnels

- Annonces dans les journaux agricoles, radios locales rurales et chaînes TV régionales.
- Reportages et interviews de démonstration terrain avec agriculteurs utilisateurs.



Marketing digital

- Site web professionnel présentant la machine, les caractéristiques techniques, vidéos de démonstration, demande de devis.
- Réseaux sociaux : Facebook, Instagram, YouTube, TikTok – contenus éducatifs, témoignages clients, vidéos "avant/après".
- Emailing ciblé pour coopératives, distributeurs et institutions agricoles



Canaux directs & proximité

- WhatsApp Business pour répondre aux questions, envoyer des devis, photos de démonstration et assurer un support technique rapide.
- Groupes Télégramme agricoles pour la diffusion de contenu technique et promotionnel



Leviers d'influence

- Collaboration avec formateurs agricoles, influenceurs du secteur rural et agriculteurs expérimentés pour promouvoir AGRISYNC par retour d'expérience concret.



Développement du mix marketing

A. Produit

- Machine agricole intégrée, robuste et adaptée aux réalités du terrain algérien.
- Regroupe trois fonctions essentielles : labour, semis et arrosage dans un seul passage.
- Modulable selon les types de cultures : céréales, maraîchage, arbres fruitiers, etc.
- Réglages ajustables (profondeur de semis, débit d'eau, largeur de travail...).
- Version manuelle ou numérique avec tableau de bord simple ou intelligent selon le budget.
- Service complet : livraison, installation sur site, formation des utilisateurs, maintenance et SAV

B. Prix

- Tarification compétitive basée sur la valeur ajoutée et le pouvoir d'achat des agriculteurs.
- Offres financières flexibles :
 - Paiement en plusieurs fois.
 - Crédit agricole via des partenaires bancaires locaux.
 - Option de location longue durée (leasing) pour les coopératives ou exploitants
- Promotions :
 - Réductions de lancement.
 - Tarifs préférentiels pour les commandes groupées via les coopératives.
 - Offre « Première Installation » incluant assistance et maintenance.

Simulateur de rentabilité sur le site web :

« Quand AGRISYNC devient-elle rentable pour moi ? »

Promotion

- **Témoignages vidéo d'agriculteurs ayant utilisé AGRISYNC dans différentes régions.**
- **Contenu éducatif multimédia :**
 - Démonstrations en champ.
 - Tutoriels vidéo.

- Fiches techniques détaillées
- **Programme Ambassadeur AGRISYNC :**
 - Fourniture gratuite de la machine à certains agriculteurs influents, en échange d'un retour d'expérience et d'une visibilité locale.
- **Campagnes digitales :**
 - Facebook, YouTube, Instagram, WhatsApp Business, et chaînes Télégramme agricoles

Distribution

- Réseau de revendeurs agréés dans les wilayas agricoles clés.
- Vente en ligne via un site web professionnel avec :
 - Formulaire de commande.
 - Visite technique préalable gratuite pour les grandes exploitations.
- Distribution via les coopératives agricoles :
 - Ventes groupées avec assistance technique centralisée.
- Centres de maintenance agréés pour un service après-vente rapide et efficace

5. Mesure de l'efficacité de la stratégie marketing pour Agrisync



Suivi des indicateurs clés de performance (KPI)

Pour évaluer l'impact de la stratégie marketing :

- **Ventes :**

Mesurer mensuellement le nombre d'unités vendues à des exploitants agricoles individuels ou à des coopératives.

- **Contrats de location (location courte ou saisonnière) :**

Suivre le nombre de contrats de location conclus, leur durée et leur fréquence.

- **Notoriété de la marque Agrisync :**

Réaliser des sondages auprès des agriculteurs pour mesurer la reconnaissance de la marque, notamment auprès des femmes agricultrices si c'est un segment ciblé.

Satisfaction client :

Mettre en place un questionnaire post-vente/location pour évaluer :

- Performance de la machine.
- Facilité d'utilisation.
- Qualité du support client



Analyses régulières des campagnes

- Évaluer les canaux les plus efficaces :
 - Participation à des foires agricoles locales.
 - Réseaux sociaux ciblés (Facebook, Tik Tok, Instagram avec vidéos courtes démonstratives).
 - Démonstrations sur le terrain dans les zones agricoles.
- Analyse par segment
 - Quels canaux attirent les acheteurs ?
 - Lesquels fonctionnent mieux pour la location ?



Ajustements continus de la stratégie

Adapter les messages marketing :

- Pour la vente : insister sur l'économie de main-d'œuvre et le retour sur investissement à long terme.
- Pour la location : mettre en avant la flexibilité, la facilité d'accès pour les petites exploitations.

Réagir aux retours des clients :

- Si des agriculteurs trouvent la machine complexe, proposer des sessions de formation dans l'offre.
- Si la demande de location augmente, créer des formules saisonnières attractives



Gestion du budget marketing

Allouer un budget réparti selon le modèle mixte :

Canal	Budget (%)
Réseaux sociaux ciblés	25%
Démonstrations terrains	20%
Supports imprimés/vidéos	15%

Formation & accompagnement client	15%
Présence dans les foires agricoles	15%
Études de satisfaction & KPI	10%

- **Le budget doit également couvrir**
La logistique des démonstrations.



Priorisation des ressources

Priorité aux zones rurales avec forte activité agricole.

Ciblage des agriculteurs (segment peu exploité) via

- Associations locales.
- Microfinancement dédié.
- Mise à disposition en location avec option d'achat (LOA).
- Optimisation du temps de l'équipe commerciale en identifiant les zones à fort potentiel via les données de location/vente



Révision périodique du budget

Trimestre par trimestre :

- Évaluer les résultats obtenus (nombre de clients, taux de reconversion de location → achat).
- Réaffecter les budgets selon les canaux performants.
- Intégrer de nouvelles opportunités (nouveaux réseaux, programmes de subventions agricoles).



Résumé stratégique

Élément	Objectif
KPI	Suivre ventes, locations, notoriété, satisfaction.
Analyse	Identifier les meilleurs canaux de conversion.
Ajustement	Adapter messages/Location/Vente selon retour terrain.
Budget	Réparti entre digital, terrain, femmes rurales.
Ressources	Prioriser femmes, zones rurales, formations.
Révision	Tous les 3 mois selon performances et opportunités

IV. Plan de production et d'organisation

1. Processus de production

A. Conception et ingénierie

Phase de planification : Identifier les besoins réels des agriculteurs en matière de travail du sol, plantation et irrigation. AGRISYNC est une machine simple, robuste et mécanique, qui peut être conduite manuellement ou tractée, sans composants électroniques ni capteurs.

Phase de conception : Réaliser des modélisations techniques 3D de la structure métallique de la machine, incluant les modules de labour (soc ou disques), de semis (distributeurs mécaniques de graines), et d'irrigation (réservoir + pompe manuelle ou mécanique).

Phase d'ingénierie : Définir les caractéristiques techniques de chaque élément : type de matériaux, dimensions, mécanismes d'entraînement, profondeur de travail et compatibilité avec différents types de sols. S'assurer de la facilité d'entretien et d'utilisation pour l'opérateur.

B. Fabrication et assemblage

Phase d'approvisionnement : Sélectionner des fournisseurs fiables pour les matériaux bruts (acier, roues, pompes manuelles, etc.) en privilégiant la robustesse, la simplicité et le coût.

Phase de fabrication : Produire localement les éléments de la structure métallique : châssis, supports des outils de travail du sol, systèmes mécaniques de semis et d'irrigation.

Phase d'assemblage : Assembler les modules de labour, de semis et d'irrigation sur le châssis. Installer les roues, le poste de conduite et tester les connexions mécaniques. Aucun composant électronique n'est requis.

C. Test et réglage

Phase de test : Effectuer des essais en conditions réelles (champ agricole) pour vérifier :

- L'efficacité du labour.
- La précision de distribution des graines.
- Le bon fonctionnement du système d'irrigation manuel.

Phase de réglage : Ajuster manuellement la profondeur de travail, le débit de semis, et le débit d'irrigation pour s'adapter aux différents types de sols et cultures.

2. Gestion de la qualité

Système de gestion de la qualité : Mettre en place une procédure interne inspirée des normes ISO pour garantir la qualité de fabrication, la robustesse de la machine et la sécurité de l'utilisateur.

Contrôle qualité : Effectuer des contrôles à chaque étape (soudure, usinage, assemblage) pour s'assurer du respect des spécifications techniques.

Amélioration continue : Recueillir les retours des agriculteurs et opérateurs pour améliorer le design, la facilité d'usage et la durabilité des composants.

3. Gestion de la chaîne d'approvisionnement

Sélection des fournisseurs : Collaborer avec des fournisseurs locaux ou régionaux de matières premières et composants mécaniques pour garantir la fiabilité, le coût et les délais de livraison.

Gestion des stocks : Maintenir un stock de sécurité pour les éléments essentiels (roues, disques, pompes) afin d'éviter toute interruption de production.

Suivi et contrôle : Assurer une traçabilité des pièces et des matériaux utilisés dans la fabrication d'AGRISYNC.

4. Gestion des opérations

Planification de la production : Organiser la production selon les saisons agricoles et les commandes, en assurant la disponibilité des matières et de la main-d'œuvre qualifiée.

Ordonnancement de la production : Programmer les étapes de fabrication : découpe, soudure, peinture, assemblage, test. Optimiser le flux de travail.

Suivi et contrôle : Superviser quotidiennement la production, détecter tout retard ou défaut, et corriger immédiatement pour maintenir la qualité.

5. Gestion des ressources humaines

Recrutement et formation : Embaucher des techniciens qualifiés en soudure, assemblage mécanique et montage. Former le personnel aux spécificités de la machine AGRISYNC.

Motivation et rémunération : Offrir des salaires compétitifs, des primes de performance et de bonnes conditions de travail pour fidéliser les équipes.

Développement professionnel : Proposer des formations continues en fabrication mécanique, ergonomie, maintenance d'équipements agricoles et amélioration des processus.

5. Offre

Type de système

Machine agricole semi-automatique multifonctionnelle, conçue pour réaliser simultanément le travail du sol (labour), le semis des graines et l'irrigation, tout en étant conduite par un opérateur. AGRISYNC est adaptée aux petites et moyennes exploitations agricoles recherchant efficacité et simplicité d'usage sans recourir à des systèmes numériques.

Fournisseur

Agrisync Technologies – Algérie : jeune entreprise spécialisée dans la conception de solutions mécaniques agricoles robustes et accessibles, adaptées aux réalités du terrain local.

Caractéristiques principales

- Système intégré de labour, semis et irrigation dans une seule machine.
- Conduite manuelle par un opérateur, sans électronique embarquée.
- Compatible avec différentes largeurs de rangées et types de sols.
- Irrigation par réservoir intégré et pompe mécanique facile à utiliser.
- Entretien simple, faible consommation énergétique (pas de moteur complexe).

Avantages

- Gain de temps important : trois opérations en un seul passage.
- Réduction des coûts liés à la main-d'œuvre, au carburant et aux machines multiples.
- Accessibilité pour les agriculteurs ne disposant pas de technologies sophistiquées.
- Robustesse et durabilité adaptées aux conditions agricoles locales.
- Idéale pour une utilisation dans les régions rurales ou les projets agricoles communautaires.

➤ Rôle Technique

Ingénieur en Génie Agricole / Agronome

- Définit les stratégies de culture et d'irrigation selon les types de sol et les cultures.
- Paramètre la profondeur de semis, le dosage d'eau et les cycles selon les besoins agronomiques.
- Propose des améliorations sur les modules de travail du sol, de semis et d'irrigation.

Ingénieur en Génie Électrique / Automatisation

- Conçoit le système de commande semi-automatique coordonnant les trois fonctions de la machine.
- Programme les interfaces électroniques destinées au conducteur (tableau de bord, capteurs, alertes).

Technicien Installation et Maintenance

- Installe les éléments mécaniques (outils de labour, semoirs, arroseurs) et le câblage électrique.
- Réalise la maintenance préventive et les réparations sur site.

Spécialiste en Logiciels et Automatisation

- Développe un système de contrôle simple intégré dans la machine (affichage, réglages).

- Élabore une application ou un logiciel de suivi des performances (superficie travaillée, consommation d'eau...).

Spécialiste en Capteurs et Instrumentation

- Sélectionne et installe des capteurs (humidité, profondeur de semis, pression...).
- Calibre les instruments pour garantir un fonctionnement précis et fiable.

Rôle Commercial et Marketing

Responsable Commercial

- Prospecte les agriculteurs professionnels intéressés par la mécanisation polyvalente.
- Gère les ventes, contrats, et relations clients.

Chef de Produit

- Supervise le développement du produit Agrisync.
- Adapte les fonctionnalités selon les retours terrain et les besoins spécifiques

Spécialiste Marketing et Communication

- Met en avant les avantages de la machine (gain de temps, réduction de main d'œuvre, efficacité).
- Produit des supports de communication et organise des démonstrations en plein champ.

C. Rôle Support et Administration

Responsable Logistique

- Gère l'approvisionnement en pièces détachées et composants.
- Coordonne les livraisons, les installations et les interventions sur site.

Assistant de Gestion

- Gère les aspects administratifs : commandes, facturation, suivi des fournisseurs.

Technicien Support Client

- Fournit une assistance technique après la vente (formation à l'utilisation, dépannage).
- Transmet les retours clients à l'équipe technique pour l'amélioration continue du produit.

V. Stratégie financière

1.Composants de la machine agricole combinée (labour, plantation, irrigation)

➤ Coûts directs

Composant	Quantité	Coût estimé (DZD)
Disques dentés en fer (5 unités pour le labour)	5	60 000 DZD
Unités de plantation en plastique (5 unités)	5	40 000 DZD
Unité d'irrigation en plastique (réservoir + système)	1	15 000 DZD
Châssis en fer (structure principale)	1	50 000 DZD
Moteur diesel (petit moteur agricole)	1	80 000 DZD
Roues agricoles (4unités)	-	40 000 DZD
Tuyaux + pompe à eau	-	15 000 DZD
Fixations et visserie	-	10 000 DZD
Peinture et traitement anti-rouille	-	5 000 DZD
Main d'œuvre technique (assemblage)	-	20 000 DZD
Transport et montage	-	10 000 DZD
Rémunération 2 PERSONNES	-	20 000DZD
Coût total par machine		365 000Dz DZD

➤ Coûts indirects

Élément	Montant estimé (DZD)
Variation des prix des matières premières (10%)	30 000
Usure des outils et équipements pendant l'assemblage	15000
Pertes ou erreurs de production (réserve 5%)	17000
Dépenses liées au prototype ou au premier modèle	20000
Total des imprévus	82000Dz

Prix Finale

Élément	Montant (DZD)
Coûts directs	365 000
Coûts indirects	82 000
Coût total estimé	447 000 DZD

➤ Analyse du point mort (Seuil de rentabilité)

Formule

$$\text{Point mort} = \frac{\text{Coûts fixes totaux}}{\text{Taux marginaux sur Coût variable (TMCV)}}$$

- Coûts fixes = 345 000 DZD
- Coût de production = 447 000 DZD
- Nombre d'agriculteurs = 9 000

A. Scénario de location de la machine

Un prix de location de 4000 DZD/jour

$$\text{TMCV} = \frac{\text{CA}-\text{CV}}{\text{CA}}$$

$$\text{CV} = 82\,000 \text{ DZD} + 20\,000 \text{ DZD} = 84\,000 \text{ DZD}$$

$$\text{CF} = 345\,000 \text{ DZD}$$

$$\text{CA} = \text{Nombre d'agriculteurs} \times 4\,000 \text{ DZD}$$

$$\text{CA} = 36\,000\,000$$

$$\text{TMCV} = \frac{\text{CA}-\text{CV}}{\text{CA}}$$

$$\text{TMCV} = \frac{36\,000\,000 - 84\,000}{36\,000\,000}$$

$$\text{TMCV} = 0.99$$

Rapport de projet Agri-Sync

1-Business Model Canvas (Version 0)

Le BMC version zéro a été élaboré afin de visualiser les principales hypothèses de départ du

The Business Model Canvas				
Partenaires clés	Activités clés	Propositions de valeurs	Relation clients	Segmentations de clients
• Entreprises de fabrication • Collaboration avec des usines spécialisées dans la production des pièces de la machine	• Amélioration et développement de la machine	• gaspillage de semences • Augmentation de la production agricole • Gain de temps et d'efforts	• Fournir un service après-vente	• Les agriculteurs • Les coopératives agricoles
	Ressources clés		Canaux	
	• Équipe spécialisée en conception et développement • Matières premières		• Salons agricoles	
Structure de couts			Sources de revenue	
• Coûts de recherche et développement • Coûts de fabrication et d’assemblage			• Vente de la machine	

2-Business Model Canvas (Version 1)

The Business Model Canvas

The Business Model Canvas				
Partenaires clés	Activités clés	Value Propositions	Relation clients	Segmentations de clients
• Usines fournissant les matières premières pour la machine • Marchés locaux et nationaux pour la distribution des produits	• Amélioration et développement de la machine	• Augmentation de la production agricole • Adaptation avec tous les grains • Gaspillage de semences • Gain de temps et d’efforts	• Fournir un service après-vente	• Les agriculteurs • Agriculteurs Propriétaires de serres
	Ressources clés		Canaux	
	• Une équipe composée d’ouvriers, d’ingénieurs en mécanique et en électricité, ainsi qu’un ingénieur agronome		• Salons agricoles • Vendeurs de matériels agricoles	
Structure de couts		Sources de revenue		
• Coûts de développement et de fabrication • Coûts de marketing • Salaires du personnel et frais administratifs • Cout de la maintenance		• Location de la machine aux agriculteurs et aux propriétaires de matériels agricoles • Maintenance		

Références bibliographiques

- [1]. Les Cahiers du Centre de Recherches Historiques [En ligne], 14-15 | 1995, mis en ligne le 20 avril 2009, consulté le 15 mai 2025. URL : <https://journals.openedition.org/ccrh/2657> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ccrh.2657>
- [2]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture_m%C3%A9canis%C3%A9e
- [3]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Machinisme_agricole
- [4]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Révolution_agricole
- [5]. Dr. MBAREK MOUHAMED MOUSTFA, Dr. ISSAME AHMED AL-SAHAR, *Livres de الميكنة الزراعية* numéro de dépôt 7442/0404 première édition 2008.
- [6]. Kheyar M.O., Amara M., Harrad F. (2007). *La mécanisation de la céréaliculture algérienne : constat et perspectives*. Annales de l'Institut National Agronomique - El Harrach, Vol. 28, n°1 et 2, pages 2-10
- [7]. https://ar.wikipedia.org/wiki/بيئة_الجزائر
- [8]. <https://www.onefd.educ.dz>
- [9]. YOUNIS ZAKARIA, MALAL KARIMA, Mémoire de Master, Université Dr. Moulay Taher de Saida, Saida,
- [10]. <https://monawa3at-mks.blogspot.com/2020/02/Agriculture-in-Algeria.htm>
- [11]. Citation recommandée : FAO. 2015. AQUASTAT Profil de Pays – Algérie ET Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, Italie
- [12]. CHABANE ISSAM, Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas de Sétif, Sétif, Algérie, 2014.
- [13]. BOUAMMAR BOUALEM, Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah d'Ouargla, Ouargla, Algérie, 2010.
- [14]. FOUZIA GARBI, Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine, Algérie, 2008.
- [15]. D. Ramesh, H.P, Girish Kumar, "Agriculture Seed Sowing Equipments – A Review", International Journal of Science, Engineering and Technology Research, vol. 3, pp. 1987-1992, 2014.
- [16]. Swapnil, Thorat & Kasturi, Madhu & Girish, Patil & Rajkumar, Patil." Design and Fabrication of Seed Sowing Machine", International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 04, pp. 704-707, 2017. doi: 10.13140/RG.2.2.12391.75684.

Bibliographie

- [17]. Nagesh B. Adalinge, Ganesh P.Ghune, “Design and Manufacturing of Seed Sowing Machine”, International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, vol. 3, pp. 705-708, 2017.
- [18]. Prof. Swapnil Umale, Mr. Ashish Tayade, “Multi Seed Sowing Machine”, International Journal of Advance Engineering and Research Development, vol. 5, pp. 1-8, 2018
- [19]. K. Saravanan, S.P. Sundar Singh Sivam, “Design and Fabrication of Automatic Seed sowing Robot for Agricultural Field”, International Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. 120, pp. 11749-11765, 2018.
- [20]. B. Annapurna, B. Anusha, “Automated Seed Sowing Machine Using Atmega2560”, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 8, pp. 300-302, 2019
- [21]. Reena Majumdar, Ankita Date, Sharda Dhoble, Vijay Patle, Tausif Sheikh, Pratiksha Dhakate. « Agriculture Machine of Seed Sower, Weeder and Water Sprayer », International Journal of Research in Engineering, Science and Management, Volume 3, Numéro 11, novembre 2020. ISSN (en ligne) : 2581-5792.<https://www.ijresm.com>
- [22]. M. Sengottaiyan, K. Rajasreethar. Design and Fabrication of Seed Sowing and Spraying Machine for Agriculture. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science (IRJMETS), Nandha Engineering College, Tamil Nadu, India. DOI : <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS41793>
- [23]. https://youtu.be/eZTZThWtG-k?si=iRTZ_DtFX2og_vCB