

Chapitre 1 : Généralités sur le machinisme et l'agroéquipement

I- Évolution de la société humaine et de l'agriculture

1. La préhistoire : la société de chasseurs-cueilleurs

- Pendant des millénaires, les humains vivaient de chasse, de pêche et de cueillette.
- Ils étaient nomades, se déplaçant selon les saisons et les ressources naturelles.
- Les outils étaient rudimentaires (en pierre, os ou bois).

☞ Pas encore d'agriculture, la subsistance dépendait entièrement de la nature.

2. La révolution néolithique (vers 10 000 ans avant J.-C.) : Cette période marque la naissance de l'agriculture et de l'élevage.

- L'homme découvre qu'il peut semer, cultiver et récolter certaines plantes (blé, orge, lentilles) et domestiquer des animaux (moutons, chèvres, bovins).
- Les humains deviennent sédentaires : ils construisent des villages et stockent leurs récoltes.
- Début de la propriété foncière et des premières formes d'organisation sociale.

☞ L'agriculture devient la base de la civilisation.

3. L'Antiquité : perfectionnement des techniques agricoles

- Apparition des systèmes d'irrigation (Égypte, Mésopotamie, Chine).
- Utilisation de la traction animale (bœufs, chevaux).
- Développement du commerce agricole (blé, huile, vin).
- L'agriculture soutient la croissance des villes et des empires.

☞ Le surplus agricole permet la spécialisation des métiers (artisans, commerçants, soldats...).

4. Le Moyen Âge : agriculture traditionnelle

- Agriculture essentiellement manuelle et extensive.
- Introduction de nouvelles pratiques : assolement triennal, moulins à eau et à vent.
- Apparition des seigneuries agricoles : la terre devient le centre du pouvoir économique.

☞ La production augmente lentement, mais reste dépendante du climat et du travail humain.

5. La révolution agricole (XVIII^e – XIX^e siècle)

- Invention de machines agricoles (**charrue** en bois et fer, **semoir**, **batteuse**).
- Introduction de nouvelles cultures (pomme de terre, maïs).
- Utilisation croissante des engrais et sélections variétales.
- Apparition de la propriété privée moderne et de la commercialisation des produits agricoles.

☞ L'agriculture devient productive et soutient la révolution industrielle.

6. L'ère moderne : mécanisation et industrialisation de l'agriculture (XX^e siècle)

- Généralisation du tracteur, de la moissonneuse-batteuse et des engins motorisés.
- Apparition des engrais chimiques, pesticides et semences hybrides.

- L'agriculture devient intensive, orientée vers la production de masse.

☞ Forte productivité, mais aussi impacts environnementaux (pollution, perte de biodiversité).

II. Rôles et utilités des machines et équipements en agriculture

1. Définition du machinisme agricole : ensemble des techniques et des machines utilisées pour réaliser les travaux agricoles.

2. Bref historique : de la traction animale → mécanisation → automatisation → robotisation et agriculture de précision.

A. L'ère de la traction animale (Antiquité – XIX^e siècle)

Les travaux agricoles étaient réalisés manuellement ou à l'aide d'animaux de trait (bœufs, chevaux, mulets).

- **Les outils étaient simples :** charrues en bois, herses, faucilles, etc.
- Production faible et très dépendante de la main-d'œuvre humaine.

Objectif principal : exploiter la force animale pour alléger le travail humain.

B. L'ère de la mécanisation (fin XIX^e – milieu XX^e siècle)

Apparition des premières machines agricoles mécaniques, souvent tractées par des animaux, puis motorisées.

- Invention du moteur à vapeur, puis du moteur à explosion (essence, diesel).
- Introduction du tracteur agricole (vers 1900-1920) qui remplace progressivement la traction animale.
- Début de la production industrielle de machines agricoles : moissonneuses, semoirs, batteuses, etc.

Conséquence : gain de productivité et extension des surfaces cultivées.

C. L'ère de l'automatisation (seconde moitié du XX^e siècle)

- ❖ **Amélioration du confort et de la sécurité :** cabines fermées, commandes hydrauliques, transmission automatique.
- ❖ Apparition des systèmes électroniques de contrôle et d'assistance (régulation de vitesse, surveillance du moteur).
- ❖ **Développement de la mécanisation intégrale :** toutes les opérations agricoles (semis, fertilisation, récolte) deviennent mécanisées.

☞ **Résultat :** réduction du travail manuel et augmentation de la précision et de la rapidité.

D. L'ère de la robotisation et de l'agriculture de précision (XXI^e siècle) : Utilisation des GPS, capteurs, aéronef, drones et robots agricoles.

- **Les machines deviennent autonomes et intelligentes :** elles adaptent leur fonctionnement aux conditions du sol, de la météo et des cultures.

Intégration des technologies de l'information (big data, capteurs IoT, cartographie numérique).

- **Objectif** : optimiser les rendements, réduire les intrants, et protéger l'environnement.
- **Exemple** : tracteurs autoguidés, pulvérisation ciblée, robots désherbeurs.

En résumé :

Traction animale → Mécanisation → Automatisation → Robotisation → Agriculture de précision

Cette évolution illustre le passage d'une agriculture manuelle et empirique à une agriculture technologique, durable et intelligente

2. Objectifs de la mécanisation

- Amélioration de la productivité du travail agricole.
- Réduction de la pénibilité et du temps de travail.
- Amélioration de la qualité des travaux (semis réguliers, récolte rapide, etc.).
- Optimisation de l'utilisation des intrants (semences, engrais, pesticides).
- Adaptation aux grandes surfaces et à la demande alimentaire croissante.

3. Types de machines et équipements

- **Machines de travail du sol** : charrues, hermes, cultivateurs, etc.
- **Machines de semis et de plantation** : semoirs, planteuses.
- **Équipements de fertilisation et de traitement** : pulvérisateurs, épandeurs d'engrais.
- **Matériels de récolte** : moissonneuses-batteuses, ensileuses, arracheuses.
- **Matériels de transport et de stockage** : remorques, silos, presses à balles.
- **Nouvelles technologies** : drones agricoles, capteurs, GPS, robots.

4. Impacts et enjeux du machinisme agricole

- **Économiques** : réduction des coûts de main-d'œuvre, meilleure rentabilité.
- **Sociaux** : amélioration des conditions de travail, mais aussi réduction de l'emploi manuel.
- **Environnementaux** : consommation d'énergie, émissions de CO₂, compactage du sol.
- **Technologiques** : modernisation et agriculture intelligente (smart farming).

III. Systèmes de motorisation et de transmission

1. La motorisation en agriculture

Définition : ensemble des dispositifs qui produisent l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement des machines. Le système de motorisation est le cœur énergétique de l'agriculture moderne. Il a évolué de la traction animale à des technologies hybrides et électriques, rendant les travaux agricoles plus rapides, précis et durables.

Tableau1 : Résumé des différents types de motorisation dans l'histoire

Période	Type de motorisation	Source d'énergie	Exemples d'utilisation
Avant XIX ^e siècle	Traction animale	Force musculaire animale	Bœufs, chevaux, mulets

Période	Type de motorisation	Source d'énergie	Exemples d'utilisation
Fin XIX ^e siècle	Moteur à vapeur	Charbon / vapeur d'eau	Locomobiles, 1 ^{eres} moissonneuses
XX ^e siècle	Moteur à combustion interne	Essence / diesel	Tracteurs, moissonneuses-batteuses
XXI ^e siècle	Motorisation électrique / hybride	Électricité, batteries, solaire, biocarburants	Robots agricoles, drones, tracteurs électriques

2- Les principaux types de moteurs utilisés aujourd'hui

a) Moteurs à combustion interne

- ❖ Les plus courants dans le machinisme agricole.
- ❖ Fonctionnent avec du carburant liquide (diesel, essence, biodiesel).
- ❖ Transforme l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique.
- ❖ Utilisés pour : tracteurs, moissonneuses, pompes, pulvérisateurs, générateurs.
- ❖ **Avantages** : puissants, robustes, autonomes.
- ❖ **Inconvénients** : pollution, bruit, consommation de carburant.

1) Composition d'un moteur à combustion interne

- ♣ **Les parties fixes d'un moteur sont** : Bloc Moteur ; Culasse ; Carter d'huile
- ♣ **Les parties mobiles d'un moteur sont** : Les pistons ; Les bielles ; L'arbre à cames ; Les soupapes ; Le Vilebrequin.
- ♣ **Les rôles de la pompe d'injection dans un moteur diesel** : Elle est responsable de l'injection précise du carburant diesel dans les cylindres du moteur. Elle doit fournir la quantité correcte de carburant au bon moment pour assurer une combustion efficace. La pompe d'injection régule la pression du carburant pour assurer un fonctionnement optimal du moteur.
- ♣ **Les systèmes annexes d'un moteur à combustion interne** : Refroidissement ; Alimentation en air ; Echappement ; Electrique ; Lubrification.
- ♣ **Les systèmes de refroidissement** : Par **air** ou par **liquide** (eau, huile...).

2) Mode de fonctionnement

Un moteur à combustion interne est un moteur dans lequel la combustion du carburant (diesel ou essence) se produit à l'intérieur des cylindres du moteur. Cette combustion produit des gaz chauds sous pression qui font bouger les pistons, transformant l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique.

Les quatre temps du moteur à combustion interne

- 1. Admission** : La soupape d'admission s'ouvre et le piston descend, aspirant un mélange d'air et de carburant (moteur essence) ou seulement de l'air (moteur diesel). **Le cylindre se remplit** : pour préparer la combustion.

2. Compression

- Les deux soupapes se ferment.
- Le piston remonte, comprimant le gaz ou le mélange.
- La pression et la température augmentent fortement.

Objectif : concentrer l'énergie potentielle dans un petit volume (chambre de combustion).

3. Combustion (ou explosion) :

- **Essence** : la bougie provoque une étincelle qui enflamme le mélange.
- **Diesel** : l'injecteur pulvérise le carburant dans l'air déjà chaud, provoquant une auto-inflammation.

L'explosion pousse violemment le piston vers le bas.

Objectif : transformer l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique.

4. Échappement : La soupape d'échappement s'ouvre.

- ✿ Le piston remonte et expulse les gaz brûlés hors du cylindre.

Objectif : évacuer les gaz pour préparer un nouveau cycle.

b) Moteurs électriques

- ❖ Alimentés par des batteries rechargeables ou des panneaux solaires.
- ❖ Présents dans les robots agricoles, petits tracteurs, systèmes d'irrigation intelligents.

Avantages : écologiques, silencieux, peu d'entretien.

Inconvénients : autonomie limitée, coût élevé, dépendance à l'électricité.

c) Motorisation hybride et alternative

- ❖ Combine moteur thermique + moteur électrique (comme les voitures hybrides).
- ❖ Développement récent pour réduire la consommation et les émissions de CO₂.
- ❖ Possibilité d'utiliser des biocarburants (huile végétale, éthanol) ou gaz (biogaz, GPL).

3- Transmission de la puissance

- ❖ Une fois l'énergie produite par le moteur, elle doit être **transmise** aux éléments actifs de la machine (roues, outils, lames...). Cela se fait à l'aide de **systèmes de transmission** :

Tableau2 : Types de transmission de mouvement

Type de transmission	Fonction	Exemple
Transmission mécanique	Par engrenages, chaînes, courroies	Tracteurs, motoculteurs
Transmission hydraulique	Par fluide sous pression (huile)	Chargeurs, relevage hydraulique
Transmission électrique	Par câbles et moteurs électriques	Robots, drones agricoles

4. Applications de la motorisation en agriculture

- ❖ **Préparation du sol** : labour, hersage, décompactage.
- ❖ **Semis et plantation** : semoirs motorisés, planteuses.

- ❖ **Entretien des cultures** : pulvérisation, irrigation motorisée.
- ❖ **Récolte** : moissonneuses, arracheuses, faucheuses.
- ❖ **Transport** : remorques motorisées, tracteurs.

5. Tendances actuelles

- ❖ **Automatisation et robotisation** : moteurs intégrés à des systèmes GPS et capteurs.
- ❖ **Énergies renouvelables** : motorisation solaire, biogaz agricole.
- ❖ **Efficiences énergétique** : moteurs moins gourmands en carburant, normes antipollution.

6. Maintenance et sécurité

- Importance de l'entretien régulier du moteur et de la transmission.
- **Vérifications de base** : niveaux d'huile, filtres, pression des pneus, fuites.
- Bonnes pratiques de sécurité dans l'utilisation des engins motorisés.



Dr. Boudjedri M.