

Manuel de formation

Fabricants d'équipements et outils agricoles

Par :

Ir. Guy O. Hountondji

Ir. Julius H. Vodounnou

Août 2022

Table des matières

MODULE PRINCIPAL : FABRICANTS D'EQUIPEMENTS ET D'OUTILS AGRICOLES	v
SESSION 1 : BASE DE LA MECANISATION DES OPERATIONS AGRICOLES.....	1
Chapitre 1 : Notions de base en mécanisation agricole (Pré et post récoltes).....	2
1- Justification et défis de la mécanisation agricole.....	2
1.1- Nécessité de la mécanisation	2
1.2- Mécanisation et agriculture	2
1.3- Motorisation.....	2
1.4- Machines agricoles	2
1.5- Unité motrice	2
Chapitre 2 : Construction métallique et technologies pré et post récoltes.....	3
1. Objectif	3
2. Généralité	3
3. Fonctions de la construction métallique	3
4. Connaissances et aptitudes.....	3
Chapitre 3 : Production d'équipements de transformation (post récoltes) au Bénin	4
1. Objectif	4
2. Situation de la technologie post récolte au Bénin	4
2.1. Généralité.....	4
2.2. Process ou procédé de transformation	4
2.3. Machinerie post récolte	4
2.4. Perspectives du secteur de la fabrication des équipements post récoltes	4
3. Réalisations d'équipements de transformation au Bénin	5
3.1. Technologie du maïs	5
3.2. Technologie du riz	8
3.3. Technologie de soja.....	11
3.4. Technologie des produits maraîchers	13
SESSION 2 : BASE EN CONSTRUCTION METALLIQUE ET DE LA FABRICATION MECANIQUE	16
Chapitre 1 : Notions de base en mécanique.....	17
1. Objectif	17
2. Figures géométriques.....	17
3. Formes géométriques et propriétés (Dimension, surface, volume)	17
4. Unités de mesure et conversions.....	18

5. Instruments et outils de mécanique	19
6. Notions de base en dessin technique	23
6.1. Généralité.....	23
6.2. Représentations	23
Chapitre 2 : Techniques d'assemblage des pièces mécaniques	25
1. Objectif	25
2. Assemblages/montages de pièces mécaniques.....	25
2.1. Généralité.....	25
2.2. Types d'assemblages	25
Chapitre 3 : Transmission et transformation de mouvements.....	27
1. Types de mouvements.....	27
2. Transmissions de mouvement	27
3. Types de transmission de mouvement	27
4. Description d'une transmission de mouvement :	28
5. Systèmes ou mécanismes de transmission	28
6. Définition	28
7. Organes/pièces mécaniques de transmission	28
8. Systèmes ou mécanismes de transmission	28
9. Description de quelques types de transmissions.....	32
Chapitre 4 : Techniques de transformations des métaux (Fabrication des pièces).....	35
1. Objectif	35
2. Métaux et matériaux	35
3. Généralité	35
4. Formes commerciales des matériaux/matière première.....	35
5. Techniques de formage et d'assemblage des pièces	37
6. Techniques de construction métallique	37
7. Description de quelques techniques utilisées en construction métallique.....	38
8. Soudage à l'arc	41
SESSION 3 : FABRICATION ET MAINTENANCE DES MATERIELS AGRICOLES.....	46
Chapitre 1 : Fabrication de petits outillages, équipements et machines de transformation.....	47
1. Objectif	47
2. Généralité	47

3. Opérations, technologies et machines correspondantes de quelques opérations de transformation post récolte.....	47
4. Exigences d'un équipement de transformation	48
5. Qualité de la fabrication	49
6. Performances d'exploitation.....	49
6.1. Classification des équipements de transformation	49
6.2. Description d'une machine de transformation	50
6.3. Processus de fabrication d'un équipement de transformation post récolte.	51
Chapitre 2 : Maintenance des machines agricoles	52
1. Objectif	52
2. Généralité	52
3. Définition :	52
4. Pratique de la maintenance des équipements de transformation post récolte.	52
SESSION 4 : GESTION D'UN ATELIER DE CONSTRUCTION METALLIQUE ET DE FABRICATION MECANIQUE	54
Chapitre 1 : Organisation d'un atelier de construction métallique.....	55
1. Objectif	55
2. Généralité	55
3. Organisation d'un atelier de construction métallique.....	55
Chapitre 2 : Organisation des prestations et services après-vente.....	56
1. Objectif	56
2. Généralité	56
3. Services après-vente et autres prestations de l'atelier	56

Table des illustrations

Table des figures

Figure 1 : Quelques figures géométriques courants.	17
Figure 2 : Formes géométriques et leurs propriétés.....	18
Figure 3 : Tables des unités de mesures et de conversion.	19
Figure 4 : Vue en perspective cavalière.	23
Figure 5 : Vues en plan.	23
Figure 6 : Cotation.....	24
Figure 7 : Traits de dessins.....	24
Figure 8 : Exemples d'assemblage direct.	26
Figure 9 : Eléments d'assemblage indirect.....	26
Figure 10 : Schéma d'une transmission de mouvement.	28
Figure 11 : : Transmission par courroie Type de courroies.	32
Figure 12 : Guidage par contact direct.	33
Figure 13 : Bagues de guidage (Coussinets ou paliers lisses).	34
Figure 14 : Différents types de roulements.	34
Figure 15 : Palier roulement.	34
Figure 16 : Instruments de traçage.	38
Figure 17 : Equipement de découpage.....	38
Figure 18 : Quelques types de vis et boulons.	38
Figure 19 : Coffret de filières et tarauds. (Pratique du taraudage et du filetage).	39
Figure 20 : Equipement de perçage.	39
Figure 21 : Appareil à river et rivet.....	39
Figure 22 : Exemples de sertissage.	40
Figure 23 : Exemples d'agrafage de tôle.....	40
Figure 24 : Plieuse de tôle.....	40
Figure 25 : Equipement de cintrage de tube.	40
Figure 26 : Processus de roulage de tôle.	40
Figure 27 : Rouleuse de tôle.	41
Figure 28 : Poste de soudure à l'arc.	41
Figure 29 : Organisation d'un chantier de soudure.....	42
Figure 30 : Poste de soudure au gaz.	43
Figure 31 : Schéma détaillé d'un point de soudure autogène.	43
Figure 32 : Postes de soudure MIG et principe de soudure MIG.	44
Figure 33 : Postes de soudure TIG et principe de soudure TIG.....	44
Figure 34 : Equipement d'un poste de travail : Soudure TIG.	45
Figure 35 : Schéma type d'une machine de transformation.....	51

Table des tableaux

Tableau 1 : Illustrations des systèmes ou mécanismes de transmission.....	29
Tableau 3 : Présentation commerciale des matières premières en construction métallique..	36

MODULE PRINCIPAL : FABRICANTS D'EQUIPEMENTS ET D'OUTILS AGRICOLES

Objectif général	L'apprenant est capable de raisonner un choix technologique pour entretenir et fabriquer les matériels agricoles (pré et post récoltes) dans le respect des normes de sécurité.
Objectifs Spécifiques A reformuler en format objectifs spécifiques	☐ Maîtriser les opérations agricoles, les outils de travail associés, leur fonctionnement et utilisation. ☐ Maîtriser les techniques de construction métallique et de fabrication mécanique ☐ Maîtriser la fabrication et l'entretien des matériels usuels agricoles ☐ Savoir organiser le travail et gérer un atelier construction métallique et/ou de fabrication mécanique
Cible	☐ Les équipementiers et apprentis équipementiers (soudeurs, tourneurs, ajusteurs, chaudronniers, etc.)
Profil de l'apprenant	☐ Âge minimum : 16 ans (avoir fait deux ans de formation au moins dans le métier de base) ☐ Niveau scolaire : classe de 4ème et /ou avoir un Certificat de Qualification Professionnelle (CQP) dans les métiers de base. Être en activité ou en apprentissage (au moins deux ans) dans un atelier de construction métallique (soudure) ou un atelier de fabrication mécanique (ajustage, machines-outils, etc...). ☐ Avoir une maîtrise moyenne des travaux de construction métallique et de fabrication mécanique (au moins deux (02) ans dans le métier de base) ☐ Accepter de suivre une formation entrepreneuriale.
Durée	72 jours en mode dual (3 mois) ☐ 18 jours de formation ☐ 54 jours en situation professionnelle
Chronogramme	☐ 3 sessions de 6 jours à raison d'une session/mois ☐ 8 heures /jour.
Méthodologie	☐ La méthodologie proposée est l'approche par compétences (APC)

SESSION 1 : BASE DE LA MECANISATION DES OPERATIONS AGRICOLES

Objectif	L'apprenant maîtrise les opérations agricoles de production, de transformation et les équipements de travail associés
Chapitres	☐ Notions de base en mécanisation agricole (Pré et post récoltes) ☐ Construction métallique et technologies pré et post récolte ☐ Production équipements de transformation (post récoltes) au Bénin
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) ☐ 6 jours de formation ☐ 17 jours en situation professionnelle (atelier ou sur une exploitation) ☐ 1 jour de suivi et évaluation en situation professionnelle
Chronogramme	☐ 1 session de 6 jours ☐ 8 heures/jour
Méthodologie	La méthodologie proposée est l'approche par compétences (APC)

Chapitre 1 : Notions de base en mécanisation agricole (Pré et post récoltes)

1. Justification et défis de la mécanisation agricole

1.1. Nécessité de la mécanisation

La mécanisation agricole est l'un des facteurs d'intensification de l'agriculture et de croissance de la production. L'intensification de l'agriculture est indispensable pour satisfaire les besoins alimentaires et d'autres produits nécessaires à la population qui ne cesse d'accroître et que l'agriculture traditionnelle ne peut plus combler.

1.2. Mécanisation et agriculture

La mécanisation agricole est l'emploi des machines dans le secteur agricole pour la production végétale, animale, halieutique, la transformation et le transport des produits agricoles.

En résumé, c'est la substitution des opérations manuelles par celles des machines, pour réduire la pénibilité du travail et accroître la productivité et la qualité des produits.

1.3. Motorisation

C'est la substitution de la force humaine ou animale par un moteur (thermique, électrique, hydraulique, éolien, etc.).

Il faut noter que la mécanisation n'est pas que la motorisation. La culture attelée est une forme de mécanisation.

1.4. Machines agricoles

Les machines agricoles désignent l'ensemble du matériel (équipements) utilisé dans le domaine de l'agriculture pour les productions végétale, animale et halieutique et pour la transformation des produits agricoles.

Une machine agricole est un équipement pouvant produire, transformer, communiquer un mouvement, effectuer un travail ou produire un effet (chaleur, froid, etc.) pour accroître la productivité.

1.5. Unité motrice

L'unité motrice est une source d'énergie mécanique (qui produit de la force) destinée à mettre en mouvement une machine ou mécanisme.

Il s'agit entre autres de : l'homme, l'animal, le moteur (thermique, électrique), le tracteur, le motoculteur, l'automoteur.

Chapitre 2 : Construction métallique et technologies pré et post récoltes

1. Objectif

Permettre à l'apprenant de comprendre comment la construction métallique est fondamentalement la base du métier de fabricant d'équipements agricoles post récoltes.

2. Généralité

La construction métallique est un domaine de la mécanique qui s'intéresse à la fabrication des pièces, équipements et ouvrages en métal. Autrement dit, c'est le domaine de la transformation des métaux.

Le fer et ses alliages sont très utilisés dans la construction métallique. C'est la matière première de l'artisan en construction métallique. Mais aussi, les métaux non ferreux et leurs alliages tels que le cuivre et l'aluminium sont très utilisés.

Les propriétés mécaniques très variées des métaux permettent de multiples utilisations pour la fabrication de pièces, ouvrages et objets d'usage courant, tels que les petits instruments usuels, des machines et les grands ouvrages (charpentes, ponts, bateaux, etc.).

3. Fonctions de la construction métallique

L'artisan en construction métallique est un technicien qui travail les métaux par diverses techniques pour fabriquer des ouvrages. Il réalise des opérations de montage de pièces et d'ouvrages métalliques diverses au moyen d'outils, de machines et des techniques spécifiques.

Les artisans formés auront la capacité de concevoir, de réaliser des équipements de transformation de produits agricoles et d'assurer leur maintenance (moulin, batteuse, broyeur, presse, râpeuse, etc.). Ils pourront de même intervenir sur divers équipements de production (charrues, herse, etc.).

De façon spécifique à l'issue de cette formation, ils seront à même de fabriquer divers objets et ouvrages métalliques (table, porte, fenêtre, chaise, armoire, abreuvoir, mangeoires) et des gros ouvrages (charpente, citerne, tank, etc.).

4. Connaissances et aptitudes

Pour prospérer dans cette spécialité, le postulant doit développer des aptitudes, connaissances et compétences dans divers spécialités de la mécanique. Il s'agit entre autres de :

- Techniques de formages des métaux : traçage, découpage, pliage, cintrage, roulage, etc.
- Techniques d'assemblage : soudage, vissage, sertissage, rivetage,
- Connaissances de base et techniques connexes : métaux et leurs propriétés, représentation et lecture de plan/schéma, métrologie, ajustage, limage, perçage, filetage, taraudage, transmission et transformation de mouvements, etc.

Chapitre 3 : Production d'équipements de transformation (post récoltes) au Bénin

1. Objectif

Permettre à l'apprenant de connaître l'état du secteur de la production des équipements post récoltes au Bénin. De se faire une idée synoptique du secteur, les progrès réalisés et surtout les défis à relever.

2. Situation de la technologie post récolte au Bénin

2.1. Généralité

Le secteur de la transformation post récolte des produits agricoles est en plein développement au Bénin. Mais la croissance de la production et le besoin croissant des populations en produits agricoles transformés de qualité mettent le secteur face à un grand défi à relever. A savoir :

- La réduction des pertes post récoltes
- La réduction de la pénibilité du travail
- La disponibilité de produits plus diversifiés, en quantité, de qualité et à des couts accessibles

Ainsi, le sous-secteur de la production d'équipements de transformation des produits agricoles doit contribuer à relever ce défi par une production d'équipements de qualité.

2.2. Process ou procédé de transformation

Le process ou procédé de transformation des produits agricoles est la succession des étapes, activités et opérations à suivre partant de la matière première (produit brut) jusqu'à l'obtention du produit fini.

2.3. Machinerie post récolte

La machinerie post récolte est l'ensemble des machines ou équipements de transformation utilisé dans le secteur de la transformation des produits agricoles.

2.4. Perspectives du secteur de la fabrication des équipements post récoltes

Les perspectives du secteur de la production des équipements post récoltes, visent à contribuer à :

- Améliorer substantiellement le plateau technique de production des machines de production et la disponibilité de machines de transformation de qualité
- Maitriser davantage des technologies et techniques de fabrication mécanique
- Faciliter l'accès aux matières premières
- Elaborer des normes et standards des équipements
- Mettre en place un service après-vente et le suivi des acteurs (fabricants et utilisateurs)
- Renforcer les connaissances (techniques, technologiques) en matière de transformation des produits agricoles tant pour les fabricants que les utilisateurs

3. Réalisations d'équipements de transformation au Bénin

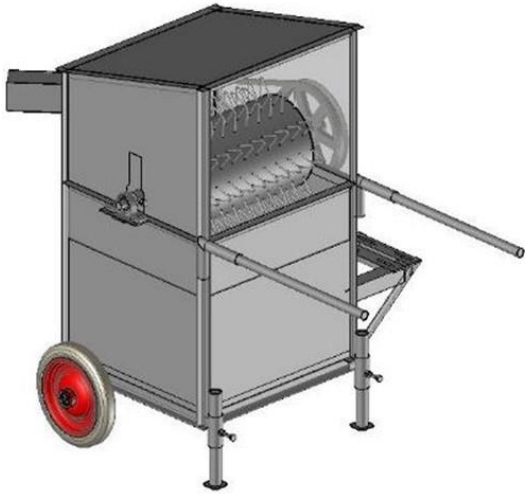
3.1. Technologie du maïs

Nom	Photo/illustration	Fonction
Egreneuse de maïs simple		★ Séparer les grains de maïs des épis/ spathes Actualiser les images et les référencer.
Égreneuse vanneuse de maïs		★ Séparer les grains de maïs des épis/ spathes ★ Séparer les débris légers des grains de maïs (par soufflement)
Vanneuse simple pour céréales		★ Séparer les débris légers des grains (par soufflement)

Nom	Photo/illustration	Fonction
Nettoyeur calibreur de maïs (manuelle)		★ Séparer les grains des sables, fines particules et grosses particules. ★ Séparer les grains entre eux par taille
Calibreuse vanneuse (motorisée)		★ Séparer les grains des sables, fines particules et grosses particules. ★ Séparer les débris légers des grains de maïs (par soufflement) ★ Séparer les grains entre eux par taille
Décortiqueuse pour maïs et grains (maïs, riz, etc.)		★ Enlève la peau (coque) des grains

Nom	Photo/illustration	Fonction
Moulin de céréales		★ Faire la mouture des grains pour obtenir du broyat ou de la farine
Rouleur calibreur		★ Agglomère la farine humide pour faire du couscous ou atchèkè
Silos métallique		★ Stock le produit

3.2. Technologie du riz

Nom	Photo/illustration	Fonction
Batteuses vanneuses de riz à paille tenue		★ Séparer les grains des pailles de riz ★ Séparer les débris légers des grains de riz (par soufflement)
Batteuse vanneuse à pailles tenues volley 102		★ Séparer les grains des pailles de riz ★ Séparer les débris légers des grains de riz (par soufflement)
Batteuse vanneuse à pailles non tenues		★ Séparer les grains des pailles de riz ★ Séparer les débris légers et lourds des grains de riz (par soufflement) ★ Convoyer le riz propre

Calibreuse vanneuse épierreuses



- ★ Séparer les grains des sables, fines particules et grosses particules.
- ★ Séparer les débris légers des grains de maïs (par soufflement)

Vanneuse simple pour céréales
(manuelle, disponible en motorisée)



- ★ Séparer les débris légers des grains (par soufflement)

Kit d' étuvage amélioré de riz de 45 kg



- ★ Fragiliser les coques de paddy par légère cuisson à vapeur.

Kit d' étuvage amélioré de riz de 180 kg



- ★ Fragiliser les coques de paddy par légère cuisson à vapeur

Décortiqueuse de riz à rouleaux



- ★ Enlève la peau (coque) des grains du paddy.

Calibreuse alternative de riz décortiqué



- ★ Séparer les grains entre eux par taille

Calibreuse rotative de riz
décortiqué



- ★ Séparer les grains entre eux par taille

Cuiseur de ablo



- ★ Faire la cuisson à vapeur

3.3. Technologie de soja

Nom

Photo/illustration

Fonction

Batteuses vanneuse de soja



- ★ Séparer les grains des panicules de soja
- ★ Séparer les débris légers et lourds des grains de soja (par soufflement et aspiration)
- ★ Convoyer le soja propre

Presse stationnaire à une vis



★ Presser la pâte de soja

Presse hydraulique à cric



★ Presser la pâte de soja

Presse hydraulique motorisée



★ Presser la pâte de soja

Moulin à meules



★ Mouture de soja

Pasteurisateur du lait de soja



- ★ Pasteurisateur du lait de soja.
- ★ Lecture de la température du produit

3.4. Technologie des produits maraîchers

Nom

Photo/illustration

Fonction

Trancheuse d' oignons



- ★ Trancher/couper l'oignon en petite taille

Séchoir caisse directe



- ★ Sécher les produits agricoles sous le soleil

Séchoir tente directe



- ★ Sécher les produits agricoles sous le soleil

Séchoir hybrides (gaz et solaire)



- ★ Sécher les produits agricoles sous le soleil et avec la chaleur produit par le foyer à gaz

Complexe tomate plus



- ★ Mouture des produits maraîchers
- ★ Epépinage de la tomate pour la purée

Moulin à meules



- ★ Mouture des produits maraîchers

Cuiseur pasteurisateur



- ★ Cuisson des jus, purée, etc.
- ★ Pasteurisation des jus, purée, etc.
- ★ Lecture de la température du produit

Remplisseuse manuelle de jus et purée



- ★ Distribuer / remplir manuellement les bouteilles et bocaux de jus et purée

SESSION 2 : BASE EN CONSTRUCTION METALLIQUE ET DE LA FABRICATION MECANIQUE

Objectif	L'apprenant doit maîtriser les connaissances basiques de la mécanique : géométrie, unités et instruments de mesure, lecture et représentations techniques, techniques de fabrication et d'assemblage des pièces mécaniques, etc.
Chapitres	☐ Notions de base en mécanique ☐ Techniques d'assemblages des pièces mécaniques ☐ Transmission et transformation de mouvements ☐ Fabrication de petits outillages et de petites machines usuelles agricole
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) ☐ 6 jours de formation ☐ 17 jours en situation professionnelle ☐ 1 jour de suivi et évaluation en situation professionnelle
Chronogramme	☐ 1 session de 6 jours ☐ 8 heures /jour ☐ 1 jour de suivi et évaluation en situation professionnelle
Méthodologie	La méthodologie proposée est l'approche par compétences (APC)

Chapitre 1 : Notions de base en mécanique

1. Objectif

Assurer à l'apprenant un minimum de connaissances en mécanique. Ceci devrait lui permettre de mieux maîtriser l'environnement technique dans lequel il opère. Ces connaissances doivent aussi lui permettre de faire de petits calculs et de raisonner des choix techniques.

2. Figures géométriques

Aperçu de quelques figures géométriques

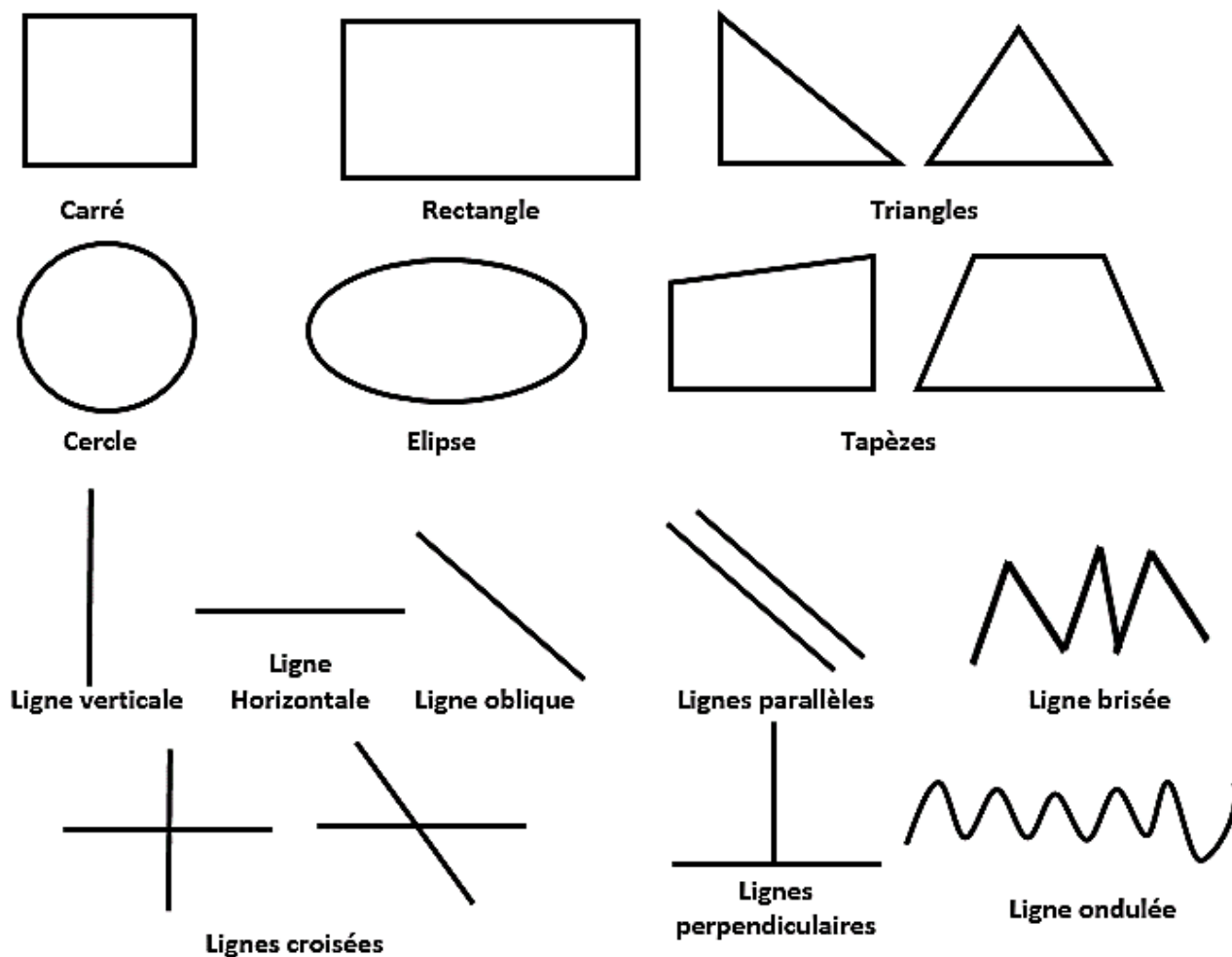


Figure 1 : Quelques figures géométriques courants.

3. Formes géométriques et propriétés (Dimension, surface, volume)

Aperçu de quelques formes géométriques et leurs propriétés (Dimension, surface, volume)

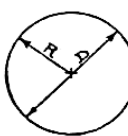
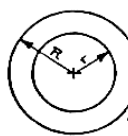
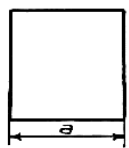
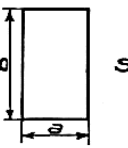
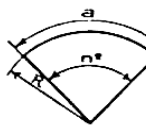
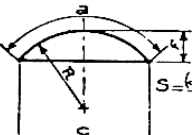
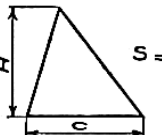
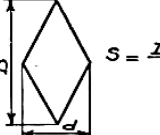
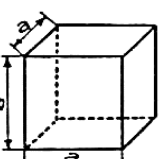
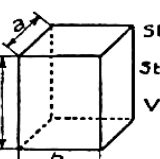
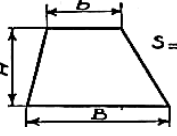
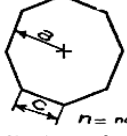
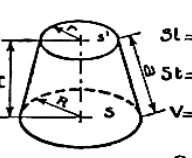
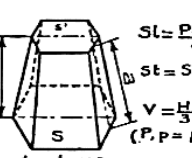
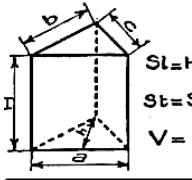
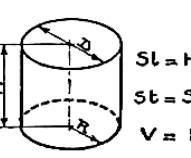
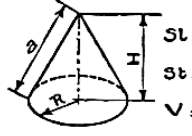
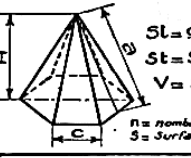
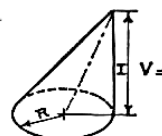
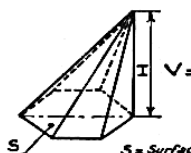
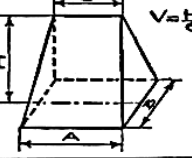
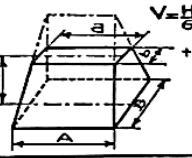
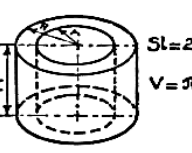
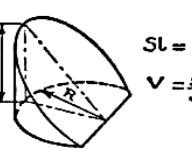
Légende { S = Surface Sl = " latérale St = Surface totale V = Volume		Cercle  $S = \pi R^2$ Longueur de la circonférence = πD	Couronne  $S = \pi (R^2 - r^2)$
Carré  $S = a \times a$	Rectangle  $S = a \times b$	Secteur  $S = \frac{aR}{2}$ ou $S = \frac{\pi R^2 n^\circ}{360}$	Segment  $S = \frac{(aR) - c(R-f)}{2}$
Triangle  $S = c \times \frac{H}{2}$	Losange  $S = \frac{D \times d}{2}$	Cube  $Sl = a \times a \times 4$ $St = a \times a \times 6$ $V = a \times a \times a$	Parallélépipède  $Sl = (2a + 2b)H$ $St = Sl + 2(ab)$ $V = a \times b \times H$
Trapèze  $S = H \left(\frac{B+b}{2} \right)$	Polygone régulier  $S = n \left(\frac{c \times a}{2} \right)$ n = nombre de côtés	Tronc de cône  $Sl = \pi a (R+r)$ $St = Sl + S + S'$ $V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$ S et S' = Surface des bases	Tronc de pyramide  $Sl = \frac{P+p}{2} \times a$ $St = Sl + S + S'$ $V = \frac{H}{3} (S + S' + \sqrt{SS'})$ (P, p = périmètre)
Prisme triangulaire  $Sl = H(a+b+c)$ $St = Sl + 2 \left(\frac{a \times h}{2} \right)$ $V = H \times \left(\frac{a \times h}{2} \right)$	Cylindre droit  $Sl = H \times \pi D$ $St = Sl + 2(\pi R^2)$ $V = H \times \pi R^2$	Cône droit  $Sl = \pi R a$ $St = Sl + \pi R^2$ $V = \pi R^2 \times \frac{H}{3}$	Pyramide droite  $Sl = \frac{c \times a}{2} \times n$ $St = Sl + S$ $V = S \times \frac{H}{3}$ n = nombre de côtés S = Surface de base
Cône oblique  $V = \pi R^2 \times \frac{H}{3}$	Pyramide oblique  $V = S \times \frac{H}{3}$ S = Surface de base	Coin  $V = \frac{H}{6} \times B(2A+a)$	Ponton  $V = \frac{H}{6} (B(2A+a) + b(2a+A))$
Cylindre creux  $Sl = 2\pi H(R+r)$ $V = \pi H(R^2 - r^2)$		Onglet cylindrique  $Sl = 2RH$ $V = \frac{\theta}{3} R^2 H$	

Figure 2 : Formes géométriques et leurs propriétés.

4. Unités de mesure et conversions

Les **unités de mesure** : Sont des normes qui servent à apprécier (à montrer) la grandeur d'une chose. Elles servent à calculer ces grandeurs.

Les unités de base sont :

- Longueur : mètre (m)
- Poids : kilogramme (Kg)
- Volumes : litre (L)
- Surfaces : mètre fois mètre ou mètre carré (m²)
- Temps : seconde, minute ou heure (s, mn ou h)
- Vitesse : distance par temps ou kilomètre heure (m/s ou km/h)
- Température : Celsius (C°)

- Pression : poids par surface (Bar, Pa)
- Puissance : Watt (W), Kilowatt (kW), Chevaux (HP)

Unités de mesure de longueur

Multiples			Unité	Sous multiples		
Kilomètre	Hectomètre	Décamètre	Mètre	Décimètre	Centimètre	Millimètre
<i>km</i>	<i>hm</i>	<i>dam</i>	<i>m</i>	<i>dm</i>	<i>cm</i>	<i>mm</i>
1	0	0	0			
			1	0	0	0

Autre : 1 pouce = 2,54 cm = 25,4 mm

Unités de mesures de surface

Multiples			Unité	Sous multiples		
Kilomètre carré	Hectomètre carré	Décamètre carré	Mètre carré	Décimètre carré	Centimètre carré	Millimètre carré
<i>Km²</i>	<i>hm²</i>	<i>dam²</i>	<i>m²</i>	<i>dm²</i>	<i>cm²</i>	<i>mm²</i>
1	0	0	0			
	0	0	0			
	1	0	0			

Changement d'unité de mesure de surface

Hectare	Are	Centiare
<i>ha</i>	<i>a</i>	<i>ca</i>
1	0	0
1	0	0

1 ha = 10.000 m²; 1 km² = 100 ha

Unités de mesure de masse (poids)

Kilogramme	Hectogramme	Déca gramme	Gramme	Déci gramme	Centi gramme	Milli gramme
<i>kg</i>	<i>hg</i>	<i>dag</i>	<i>g</i>	<i>dg</i>	<i>cg</i>	<i>mg</i>
1	0	0	0			
			1	0	0	0

Antres : 1 tonne = 1.000 kg

Unités de mesure de contenance (volume)

--	Hectolitre	Décalitre	Litre	Décilitre	Centilitre	Millilitre
	<i>hl</i>	<i>dal</i>	<i>l</i>	<i>dl</i>	<i>cl</i>	<i>ml</i>
	1	0	0			
			1	0	0	0

Changement d'unités de mesure de volume

Mètre cube	Décimètre cube			Centimètre cube			Millimètre cube
<i>m³</i>	<i>dm³</i>			<i>cm³</i>			<i>mm³</i>
1	0	0	0				
	1	0	0				
			1	0	0	0	

Autre : 1 m³ = 1000 litres ; 1 litre = 1 dm³ = 1000 cm³

Figure 3 : Tables des unités de mesures et de conversion.

5. Instruments et outils de mécanique

La liste comporte les outils suivants : Maillet, Pointe à tracer, Clé à pipe, Pince coupante, Masque à souder, Clé de mandrin, Jauge de profondeur, Clé mixte, Pointeau, Marteau à garnir, Lime ronde,

Pied à coulisse, Casque anti-bruit, Lunettes de meulage, Marteau postillon, Lime plate, Electrode enrobée, Pince gaz, Allume gaz, Lime carrée, Meuleuse, Scie à métaux, Lime demi-ronde, Marteau, rivoire, cagoule de soudage, pince-étau ou pince-bloc, clé plate, bédane, compas, équerre plate, Tarauds, Rapporteur d'angles, Serre-joints, Equerre à chapeau, Brosse métallique, Burin, Burette d'huile, Pince multiprise, Trusquin, Clé à molette.

▪ **Outils de levage et de soutiens**



Chèvre de levage mobile



Palan



Chandelles



Cric rouleur



Cric bouteille



Rampe



Diable de manutention



Support moteur

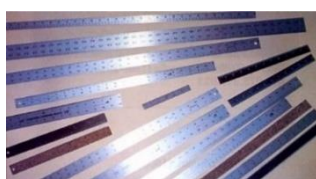


Chariot

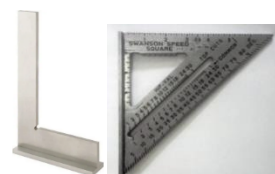
▪ **Outils de mesure et marquage**



Le mètre ruban



Réglet métallique gradué



Equerre métallique



Niveau à bulles



Pieds à coulisse



Marqueurs

▪ Outils pour couper



Scie égoïne



Scie à métaux



Scie sauteuse



Scie circulaire



Meuleuse d'angle



Cutter



Pince coupante



Pince à dénuder



Burin



Cisaille à levier



Paire de ciseaux



Sécateur

▪ Outils pour serrer



Pince universelle



Pince plate



Pince coudée



Pince étau



Pince brucelles



Pince multiprise

▪ Outils pour frapper



Marteau



Marteau masse



Burin électrique



Maillet



Burin

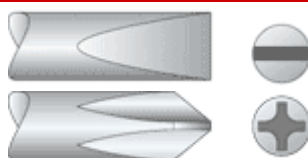


Marteau à piquer

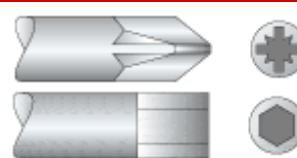
▪ Outils pour visser



Tournevis



Clé allen



Clé à molette



Visseuse - dévisseuse



Clé plate ou clé à fourche



Clé mixte



Clé à pipe

▪ Outils pour maintenir



Etabli



Serre joint



Etau

▪ Equipements pour souder



Poste de soudure à
electrode MMA



Poste de soudure MMA et TIG



Poste de soudure MIG MAG

▪ Equipement de protection



Casque anti-bruit



Casque de sécurité



Lunette de protection



Gants



Tablier en cuir



Masque de soudure

6. Notions de base en dessin technique

6.1. Généralité

Le dessin est un moyen de communication des techniciens. Pour cela, l'artisan doit avoir les rudiments du dessin technique pour exprimer ses pensées et communiquer avec les autres indépendamment des langues. Il doit pouvoir lire et reproduire un dessin ou schéma et faire la cotation (au moins à main levée).

6.2. Représentations

Les formes de représentations techniques des pièces sont :

6.2.1. Perspectives

Les perspectives sont des représentations d'objets dans l'espace. Exemple : la perspective cavalière.

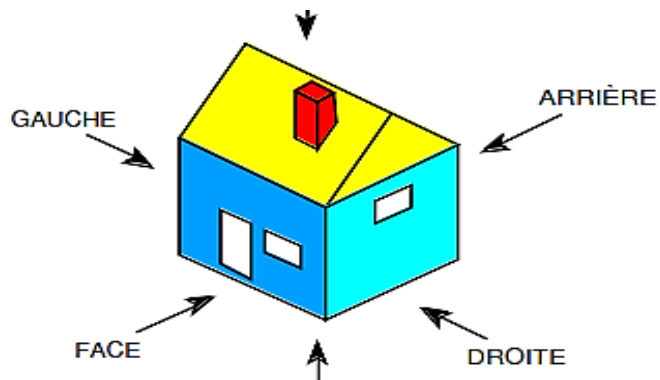


Figure 4 : Vue en perspective cavalière.

6.2.2. Vues en plan

Les vues dans le plan sont réalisées pour donner des précisions techniques et monter les détails. Les six (6) faces de l'objet sont représentées en face, dessus, dessous, gauche, droite, arrière et disposées conventionnellement comme sur la figure.

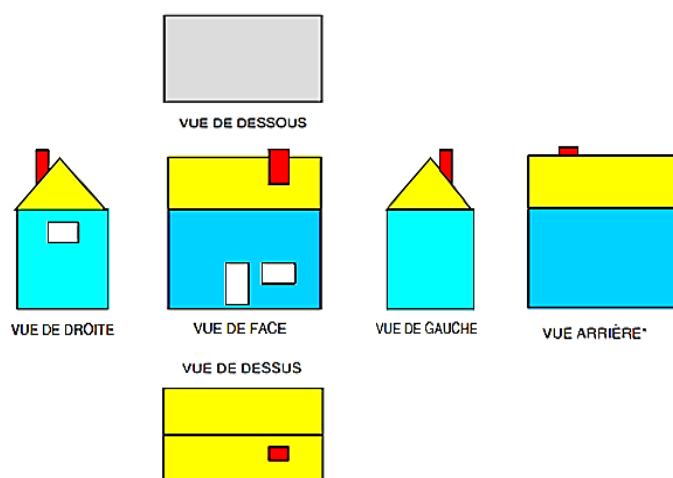


Figure 5 : Vues en plan.

6.2.3. Cotation

La cotation du dessin permet de connaître les dimensions d'un objet et la position des différents détails du dessin. Elle exprime les dimensions réelles de l'objet en millimètre. Autrement il faut indiquer l'unité de mesure.

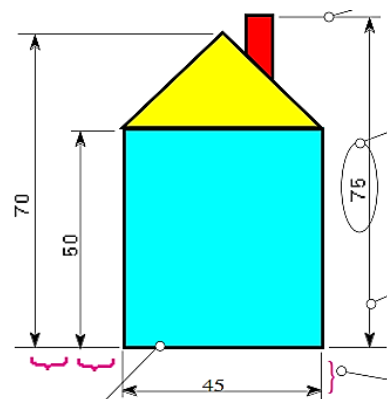


Figure 6 : Cotation.

6.2.4. Traits

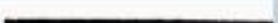
TYPE DE TRAIT	DESIGNATION	APPLICATIONS
	Trait continu fort	Arêtes et contours vus. Cadre et cartouche
	Trait interrompu court fin (ou pointillé)	Arêtes et contours cachés
	Trait mixte fin (ou trait d'axe)	Axes Plan de coupe ou de symétrie
	Trait continu fin	Lignes d'attache de repères et de cotes. Hachures.
	Continu fin ondulé ou rectiligne en « zigzag »	Limites de vues ou de coupes partielles
	Trait mixte fin à deux tirets	Contours de pièces voisines Parties situées en avant du plan de coupe

Figure 7 : Traits de dessins.

Chapitre 2 : Techniques d'assemblage des pièces mécaniques

1. Objectif

Connaitre les techniques d'assemblage et justifier les choix adéquats selon les circonstances.

2. Assemblages/montages de pièces mécaniques

2.1. Généralité

En mécanique pour réaliser des ouvrages, mécanismes, machines, on procède à l'assemblage de divers éléments ou pièces. Une pièce elle-même peut être obtenue par assemblage de plusieurs composantes/parties.

Un montage mécanique est un procédé de liaison de plusieurs pièces pour former un mécanisme ou machine destinée à une fonction dont l'action contraire est le démontage qui consiste à enlever chaque pièce du mécanisme.

Le montage et le démontage doivent respecter un ensemble de procédés et solutions

Un assemblage est un mécanisme/machines constitué de plusieurs pièces

2.2. Types d'assemblages

On distingue différents types d'assemblages : permanent, démontable et direct ou indirect

2.2.1. Assemblage permanent

C'est un ensemble non démontable. Pour supprimer leurs liaisons, il est nécessaire de déformer ou de détruire au moins une des pièces formant l'assemblage.

Exemple :

- Soudures (soudure à l'arc, brasure (perte de la brasure au démontage))
- Rivet (démontage par destruction du rivet)
- Agrafe (démontage par destruction de l'agrafe)

2.2.2. Assemblage démontable

C'est un ensemble réalisé de manière à être démontée sans détérioration (peu importante) des pièces qui sont généralement réutilisables. Mais les éléments assurant la liaison peuvent ne pas être réutilisables. Ces éléments sont :

- Visserie : vis, écrou, boulon, goujon, filetage, taraudage (réutilisable)
- Rivet (démontage par destruction du rivet)
- Brasure (perte de la brasure au démontage)
- Agrafe (démontage par destruction de l'agrafe)
- Goupille (réutilisable)
- Clavette (réutilisable)

2.2.3. Assemblage direct

Assemblage ne nécessitant aucune pièce intermédiaire. Exemple : Soudage, sertissage.

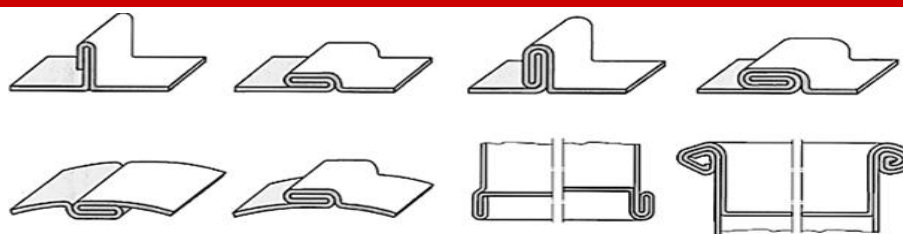
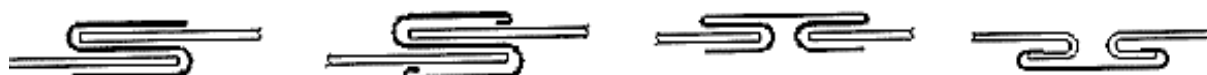


Figure 8 : Exemples d'assemblage direct.

2.2.4. Assemblage indirect

Une ou plusieurs pièces intermédiaires sont utilisées pour réaliser la liaison. Exemple : Agrafe, anneau élastique, clavette, goupille, rivet, visserie (vis, écrou, boulon, goujon, filetage, taraudage)



Les principaux organes
d'assemblage normalisés :

- écrou hexagonal,
- écrou borgne,
- écrou double,
- écrou à frein Nylstop,
- écrou carré,
- écrou à embase,
- écrou à oreilles,
- écrou fendu,
- écrou à créneaux,
- Rivet
- Circlips
- vis à tête hexagonale...



Figure 9 : Eléments d'assemblage indirect.

Chapitre 3 : Transmission et transformation de mouvements

1. Types de mouvements

Nous observons des mouvements autour de nous, c'est-à-dire que les objets bougent : air, feuilles, vélos, voitures, moulins, ventilateurs.

Il existe deux principaux types de mouvements (mouvements élémentaires) :

- **Mouvement de translation** : quand un objet se déplace d'un point à un autre suivant une ligne droite. Exemple : le tiroir de table, le déplacement d'un cycliste sur route
- **Mouvement de rotation** : quand un objet tourne autour d'un point/axe fixe. Exemple : les roues d'un vélo, la manivelle d'un appareil

Tous les autres mouvements ne sont que des associations ou combinaisons de ces deux.

- **Mouvement hélicoïdal** : c'est la combinaison du mouvement de rotation et de translation. Exemple : serrage d'un boulon, le mors mobile d'un étau, etc.

On distingue d'autres formes de mouvements :

- **Mouvement continu** : toujours dans le même sens. Exemple : poulies et volant de moulin, roues de vélo
- **Mouvement alternatif** : changement périodique de sens. Exemple : piston-bielle, culbuteur, grille de tamis,
- **Oscillation** : c'est un mouvement alternatif répétitif (avec une amplitude et une périodicité/fréquence) d'une pièce mobile autour d'un point fixe. Il est utilisé pour créer de la vibration. Exemple : séparateur, secoueur, dameuse,

2. Transmissions de mouvement

Les mouvements se transmettent par interaction des pièces entre elles. Ainsi, la transmission est le fait d'entraîner ou de communiquer un mouvement d'une pièce (source) à une autre (réceptrice).

3. Types de transmission de mouvement

On distingue deux formes de transmission de mouvement :

- **Transmission de mouvement (simple)** : si le mouvement de sortie est de même nature que le mouvement d'entrée. Par exemple : rotation-rotation (manivelle et roue, poulies-courroie) ;
- **Transmission de mouvement avec transformation** : si le mouvement de sortie est de nature différente que le mouvement d'entrée. Par exemple : rotation-translation (système pignon-crémaillère d'un cric, clé à molette, treuille, etc.)

4. Description d'une transmission de mouvement :

Trois catégories d'organes interviennent dans la transmission et ou la transformation de mouvements.

Il s'agit de :

- **Organe moteur** : il reçoit et communique le mouvement d'une force extérieure
- **Organe intermédiaire** : il transmet ou transforme le mouvement
- **Organe récepteur** : il reçoit le mouvement et exécute l'action

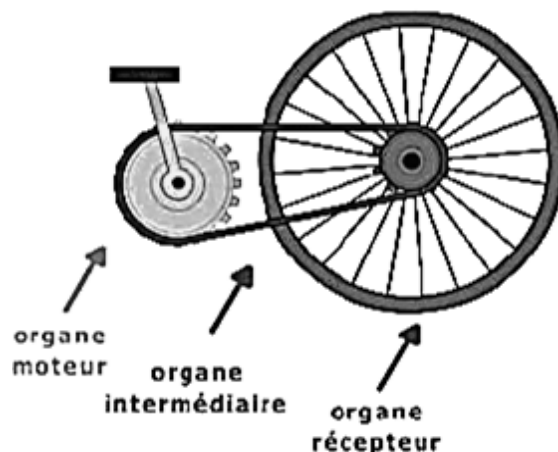


Figure 10 : Schéma d'une transmission de mouvement.

5. Systèmes ou mécanismes de transmission

6. Définition

Un mécanisme de transmission sert à transmettre ou à transformer les mouvements. C'est un agencement de pièces assemblées destiné à un travail. Ainsi, on utilise le mouvement des pièces travaillant ensemble pour créer un mécanisme.

Les systèmes de transformation de mouvement permettent d'adapter le mouvement à l'utilisation visée. Ils ont pour objectifs de :

- changer la direction du mouvement
- changer l'intensité de l'effort (force ou couple)
- changer la vitesse
- rendre le système irréversible

La force pour mettre en mouvement les différents objets ou mécanismes sont de différentes sources : musculaire (homme, animaux), moteurs : thermique, hydraulique, pneumatique, électrique, etc.

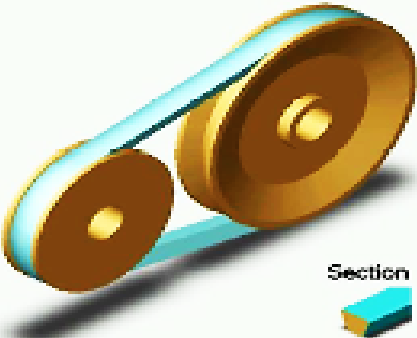
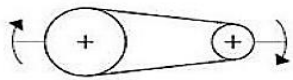
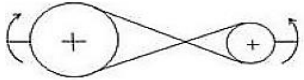
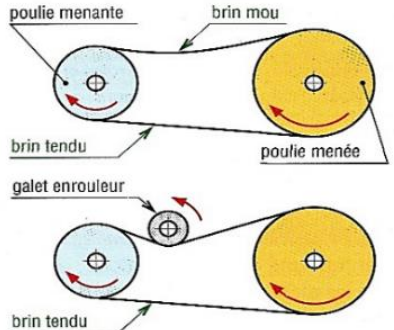
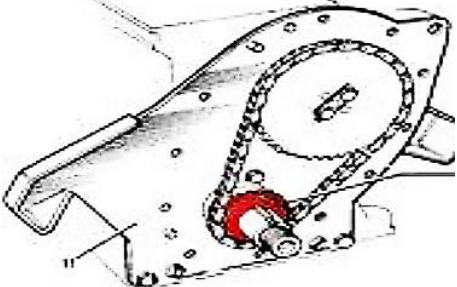
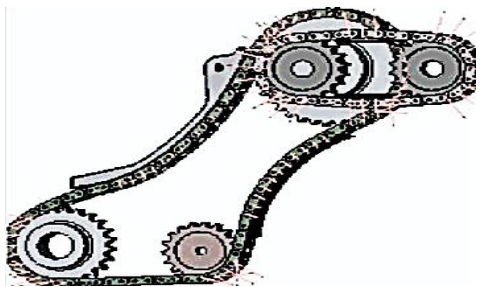
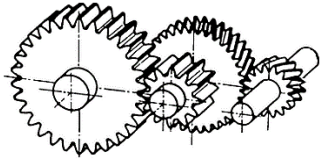
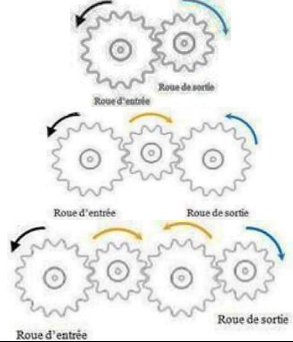
7. Organes/pièces mécaniques de transmission

Les organes ou pièces mécaniques utilisés dans les mécanismes de transmission sont entre autres : Poulie, roue dentée, pignon, crémaillère, vis sans fin, chaîne, courroie, came/excentrique, articulation, roue et pièce de friction (avec garniture), bielle, poussoirs.

8. Systèmes ou mécanismes de transmission

Le tableau ci-dessous illustre quelques systèmes ou mécanismes de transformation de mouvements :

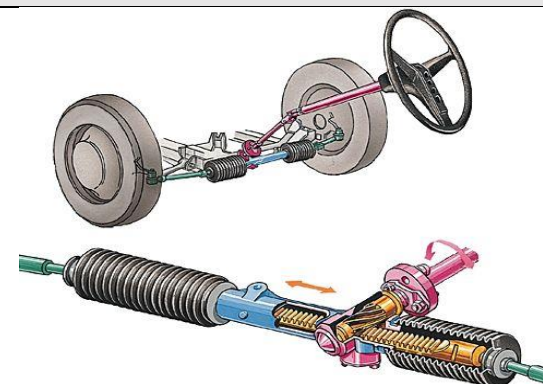
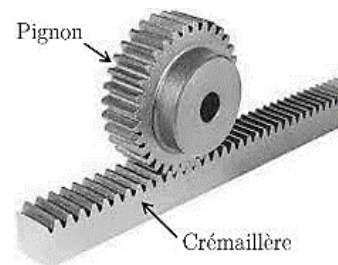
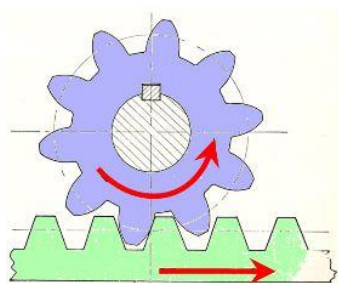
Tableau 1 : Illustrations des systèmes ou mécanismes de transmission.

N°	Illustrations des mécanismes de transmission		
1 Transmission par courroie (Poulies et courroie) poulies et		Poulies et courroie directe  Poulies et courroie croisée 	
2 Transmission par chaîne (Pignons et chaîne)			
3 Transmission par engrenages (Train d'engrenages)			

N°

Illustrations des mécanismes de transmission

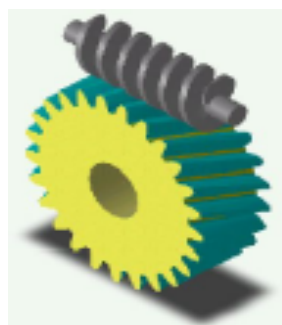
4 Crémaillère



5 Transmission par vis et écrou



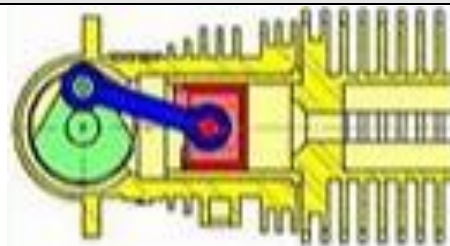
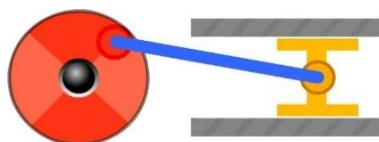
6 Transmission par roue et vis sans fin



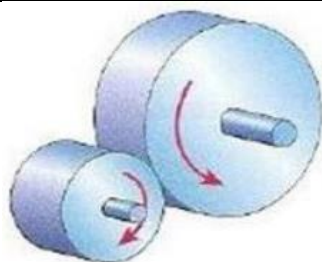
N°

Illustrations des mécanismes de transmission

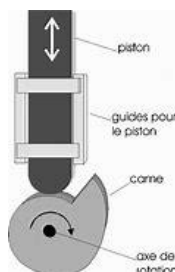
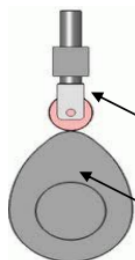
7
Transmission
par vilebrequin
et bielle



8
Transmission
par roues de
friction



9
Transmission
par came



9. Description de quelques types de transmissions

9.1.1. Transmission par courroie (voir ligne 1 : du tableau ci-dessus)

La transmission par poulies-courroie est un système de transmission de mouvement de rotation entre deux arbres distants l'un de l'autre par l'intermédiaire de deux poulies (au moins) solidaires aux arbres et entraînées par une courroie.

Elle permet de transformer le mouvement initial (vitesses, inversion de sens, position des arbres, etc.).

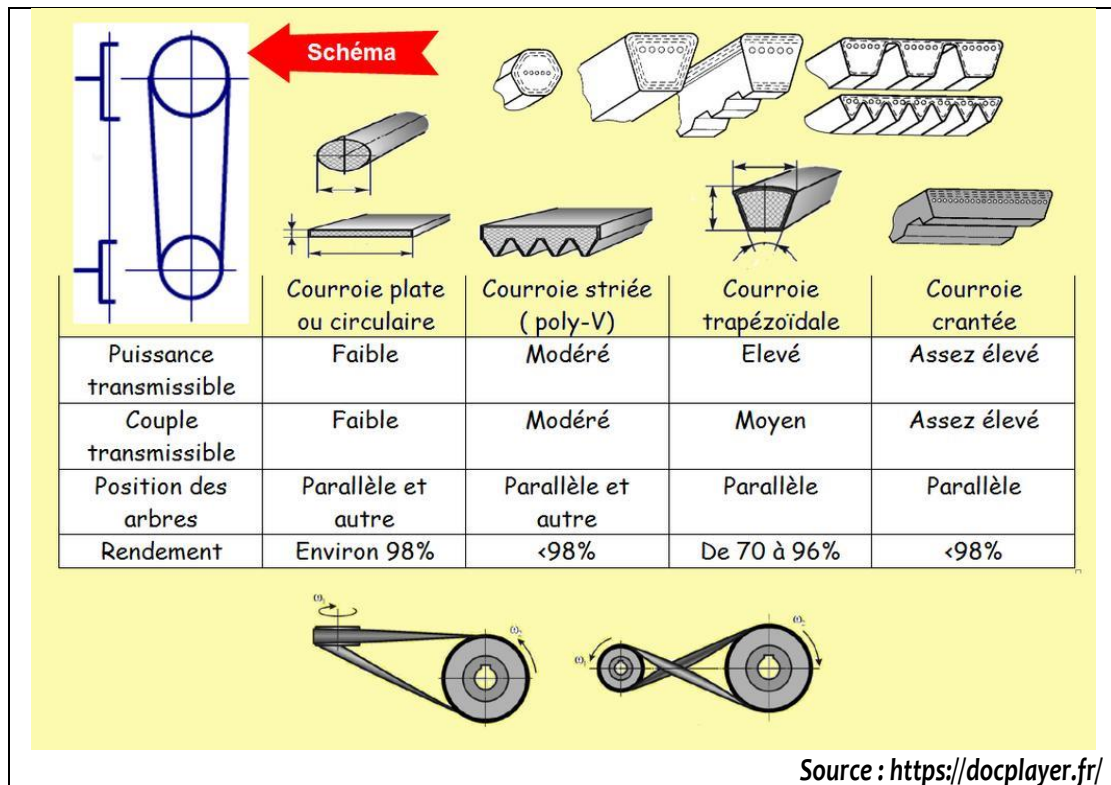


Figure 11 :: Transmission par courroie Type de courroies.

C'est une solution simple et économique de transmission, présentant de nombreux avantages lorsqu'il n'y a pas une nécessité de synchronisation entre les arbres (simple d'entretien, silencieux, vitesse élevée, pas de lubrification, entre axe variable, etc.).

Il existe différentes sortes de courroies qui caractérisent les transmissions. Il s'agit de :

- Courroies trapézoïdales
- Courroies poly V
- Courroies multi bandes
- Courroies plates
- Courroies crantées (destinées à réaliser des mouvements sans glissement / synchrones)
- Courroies circulaires

9.1.2. Transmission par chaîne

La transmission par **roues dentées-chaîne** est un système de transmission de mouvement de rotation entre deux arbres parallèles distants l'un de l'autre par l'intermédiaire de deux roues dentées (au moins) solidaires aux arbres et entraînées par une chaîne.

Elle permet transmettre des puissances plus élevées par rapport à la transmission par courroie, de transformer le mouvement initial (vitesse) et sans glissement (mouvements synchrones).

9.1.3. Transmission par engrenage

La transmission par engrenage est un type de transmission de mouvement de rotation par obstacle et sans glissement. Le mouvement est obtenu grâce à un ensemble des deux roues dentées (au moins) engrenant l'une avec l'autre en transmettant un mouvement et une puissance avec variation ou non de vitesse.

Elle permet de transmettre davantage de puissance que les transmissions à pignons-chaîne ou poulies-courroie. Mais elle nécessite une bonne lubrification.

Les transformations sont obtenues en constituant un train d'engrenages.

9.1.4. Guidage

9.1.4.1. Définition

Le guidage mécanique est l'action d'un organe dans un mécanisme pour garantir la précision des mouvements souhaités. Par exemple : la rotation d'un rotor de batteuse nécessite un guidage.

Il existe différentes formes de guidage :

- Le guidage en rotation : les roulements ;
- Le guidage en translation : les rails.

Un guidage en rotation entre deux pièces doit assurer les fonctions suivantes :

- positionner les deux pièces et autoriser une rotation entre elles autour d'un axe ;
- transmettre les efforts ;
- résister aux contraintes ;
- assurer un fonctionnement silencieux.

9.1.4.2. Types de guidage en rotation

Les différents types de guidages en rotation sont :

- **Par contact direct entre les surfaces :** Sans aucun organe intermédiaire (Frottement direct entre les deux pièces)

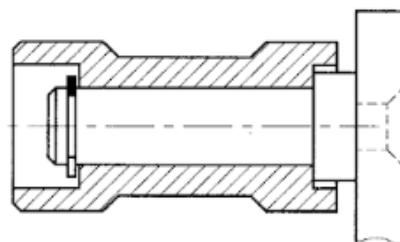


Figure 12 : Guidage par contact direct.

- **Par interposition de bagues de frottement :**

L'on interpose une bague de frottement ou un coussinet réalisé en divers matériaux (bronze, téflon, fer garni, etc.) pour :

- Éviter le contact direct, réduire les frottements ;
- Diminuer le frottement (Reporter l'usure sur les bagues) ;

- Protéger les organes principaux (Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement) ;
- Diminuer le bruit ;



Figure 13 : Bagues de guidage (Coussinets ou paliers lisses).

- Par interposition d'éléments roulants :

L'on utilise des roulements ou des paliers. Mar ailleurs, les paliers sont de même des supports (voire brides).

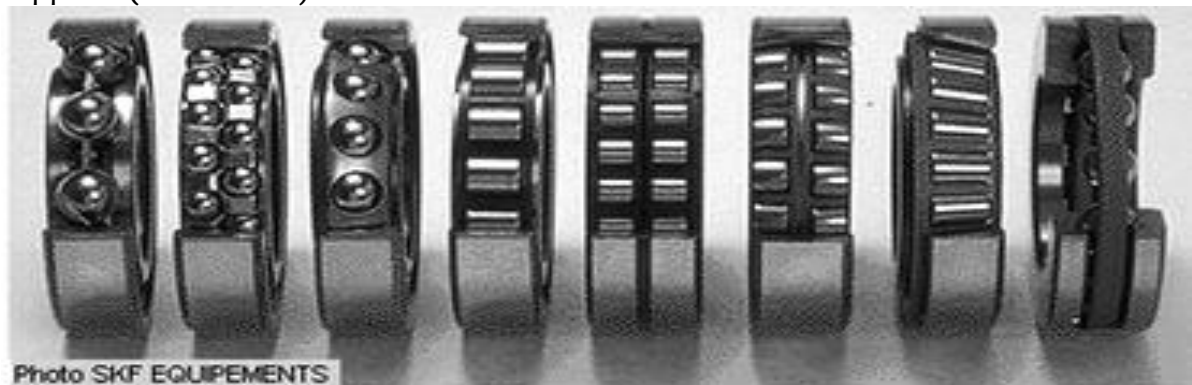


Figure 14 : Différents types de roulements.



Figure 15 : Palier roulement.

Chapitre 4 : Techniques de transformations des métaux (Fabrication des pièces).

1. Objectif

Connaitre les métaux et leurs propriétés mécaniques, leur utilisation, et maîtriser les techniques de fabrication (formage), l'utilisation des outils et savoir choisir les techniques les plus adaptés aux contextes.

2. Métaux et matériaux

3. Généralité

Dans le métier de construction métallique, les métaux utilisés sont : le fer, le fer inox, le fer galvanisé, l'aluminium, le cuivre et leurs alliages. C'est un travail qui consiste à transformer les tôles et les profilés en diverses formes d'ouvrages.

Ainsi, les matières premières dans la construction métallique sont essentiellement les tôles et profilés en acier, en inox (acier inoxydable), en aluminium, en fers galvanisés et en cuivre (pas très courant).

Les caractéristiques des matériaux :

- Résistant (résiliant)
- Soudable
- Malléable (déformable, pliable)
- Résistance à la rouille

4. Formes commerciales des matériaux/matière première

Dans le commerce (la quincaillerie) la matière première utilisées dans la construction métallique sont les tôles et les profilés (Pleins : ■ , ■■ , ● / Cornières : U, I, L, T / Tube : O, □, ▢). Ils sont très diversifiés et se distinguent par leurs caractéristiques et dimensions normalisées.

Les matières premières (tôles et profilés) existent dans chaque catégorie 2 à 3 variantes et se différencient par leurs qualités ;

- Type : léger/mince, moyen et lourd/épais = poids
- Dimension : L x l (petit et grand)
- Epaisseur : 5/10, 10/10, 12/10, 15/10, etc.
- Matière : Fer, Fer galvanisé, Inox, aluminium,

Tôles

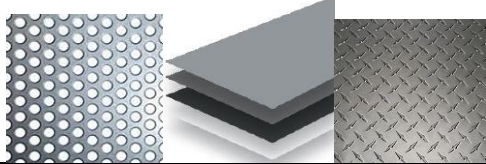
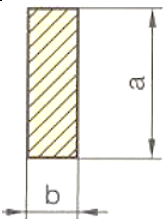
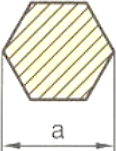
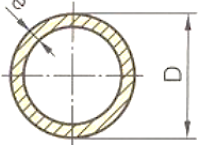
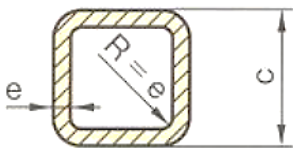
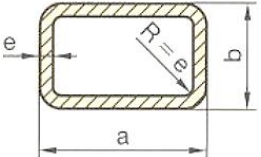
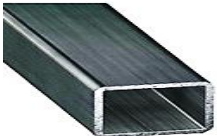
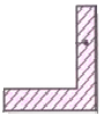
- Lisse
- Plat
- Ondulée
- Perforée

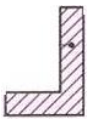
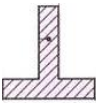
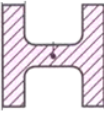
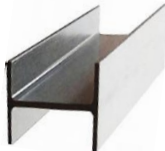
Profilés

- Plat :
- Rond : lisse, tors,
- Carré
- Rectangulaires
- Cornières : U, L, I, T
- Tubes
 - Tube rond

- Tube carré
- Tube rectangulaire
- Fer recuit

Tableau 2 : Présentation commerciale des matières premières en construction métallique..

N°	Désignations	Sections	Illustrations
1	Tôles & tôles perforées		
2	Fer plat		
3	Fer carré		
4	Fer rond		
5	Fer hexagonal		
6	Tube rond		
7	Tube carré		
8	Tube rectangulaire		
9	Fer cornière L à ailles égales		

N°	Désignations	Sections	Illustrations
10	Fer cornière L à ailles inégales		
11	Fer cornière T		
12	Fer cornière H		
13	Fer cornière U		
14	Fer cornière I		

5. Techniques de formage et d'assemblage des pièces

6. Techniques de construction métallique

La construction métallique repose sur plusieurs spécialités dont : la chaudronnerie, la soudure, la fabrication mécanique (ajustage, usinage, etc.), forge, etc.

Le technicien est donc appelé à maîtriser les connaissances de ses spécialités.

Le chaudronnier fabrique des ouvrages (équipements) à partir des feuilles, tubes et profilés de métaux comme l'acier, l'inox, l'aluminium, le cuivre, etc.

Le travail de chaudronnerie se réalise en plusieurs étapes :

- **Etude de l'ouvrage à réaliser** : la réalisation commence par le dessin. Ce qui permet d'évaluer les besoins en matière et matériel de travail ;
- **Traçage** : il consiste à dessiner des pièces à plat sur la matière (développante des formes) avant de passer à la phase de découpage à l'aide de (gabarit) ou directement sur la matière ;
- **Découpage** : des composantes de l'objet à réaliser sont découpées par diverses techniques par chalumeau, scie, cisaille, ciseaux, burin, tronçonneuse, etc. ;
- **Mise en forme (formage)** : les composantes sont mises en forme par différents procédés : pliage, cintrage, roulage, emboutissage, estampages, etc.
- **Assemblage** : les composantes sont assemblées par diverses techniques : soudure, rivetage, vissage/boulonnage, agrafage, etc.

Dans les assemblages, interviennent aussi les opérations d'ajustage, perçage, filetage, taraudage, meulage, etc.

7. Description de quelques techniques utilisées en construction métallique

7.1.1. Traçage

Le **traçage** est une opération qui consiste à reporter sur un support métallique ou non un dessin de fabrication.



Figure 16 : Instruments de traçage.

7.1.2. Découpage

Le **découpage** est une opération qui consiste à obtenir des morceaux de matière ou pièces prélevés dans une masse plus grande. Le découpage se fait par diverses techniques, telles que : le poinçonnage, le sciage, le cisaillement, au chalumeau, à la meule, au laser, etc. ;



Figure 17 : Equipement de découpage.

7.1.3. Vissage/boulonnage

Vissage/boulonnage est procédé d'assemblage mécanique démontable, réalisée à l'aide d'éléments mécaniques réutilisables tels que : vis, boulon, goujon.

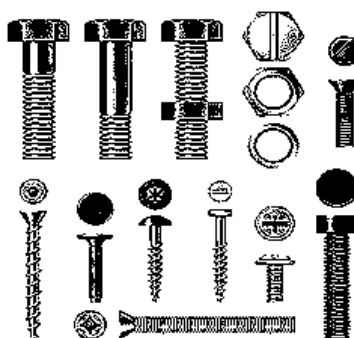


Figure 18 : Quelques types de vis et boulons.

7.1.3.1. Filetage/Taraudage

Filetage/Taraudage est une opération de réalisation de filets (pas) sur une surface cylindrique intérieure ou extérieure. A la main, on utilise des tarauds pour les filets intérieurs et les filières pour les filets extérieurs.



Figure 19 : Coffret de filières et tarauds. (Pratique du taraudage et du filetage).

7.1.3.2. Perçage

Le perçage consiste à faire un trou dans la matière à l'aide d'un foret, poinçon, etc...

Pour réaliser un perçage, il faut faire un pointage après utiliser un foret à centrer pour faire le trou de centre et réaliser le perçage par la suite. Pour un grand trou, utiliser d'abord les mèches de diamètres inférieurs.

EXEMPLE : pour réaliser un trou de diamètre 10, il faut pointer le centre de l'axe et après avoir serré la pièce dans l'étau de la perceuse, utiliser un foret à centrer pour réaliser le trou de centre et utiliser le foret diamètre 6 avant celui du diamètre 14.



Figure 20 : Equipement de perçage.

7.1.3.3. Rivetage

Le rivetage est un mode d'assemblage permanent (non démontable sans destruction de l'attache) d'un ou plusieurs pièces à l'aide de rivet.



Figure 21 : Appareil à river et rivet.

7.1.3.4. Sertissage

Le sertissage est un mode d'assemblage mécanique de deux pièces métalliques emboîtées par pliage ou roulage des bords.

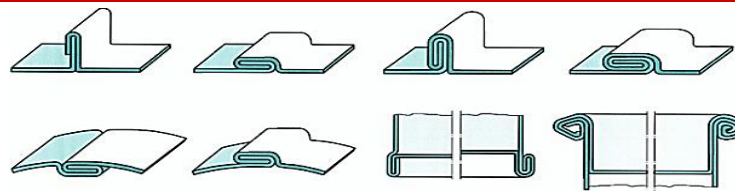


Figure 22 : Exemples de sertissage.

7.1.3.5. Agrafage

L'**agrafage** est un mode d'assemblage de deux pièces métalliques par écrasement de leurs bords, préalablement repliés puis accrochés l'un dans l'autre. Il peut être réalisé avec un élément rapporté « l'agrafe ».

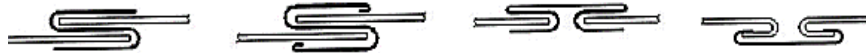


Figure 23 : Exemples d'agrafage de tôle.

7.1.3.6. Pliage

Le **pliage** est une technique d'obtention de pièces en tôle de forme angulaire par déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la pièce ;



Figure 24 : Plieuse de tôle.

7.1.3.7. Cintrage

Le **cintrage** est un procédé mécanique d'obtention de pièce par déformation de tubes ou de barres, suivant un rayon et un angle par enroulement, poussée, roulage ou emboutissage.



Figure 25 : Equipement de cintrage de tube.

7.1.3.8. Roulage (ou cintrage de tôle)

Roulage (ou cintrage de tôle) est une technique qui consiste à transformer une matière plane (tôles) en un cylindre ou un cône.

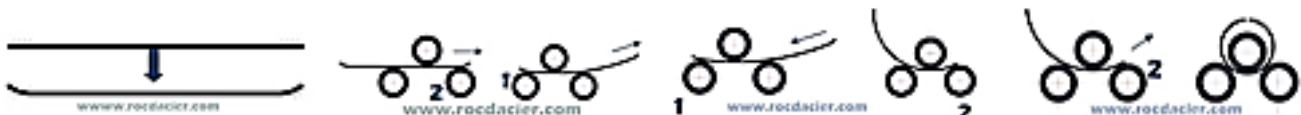


Figure 26 : Processus de roulage de tôle.



Figure 27 : Rouleuse de tôle.

8. Soudage à l'arc

8.1.1. Définition

Le soudage à l'arc est une technique thermique d'assemblage permanent de type autogène. Il consiste à assembler deux pièces en acier par fusion de leurs bords avec un métal d'apport.

Cette technique utilise des appareils électriques (générateur ou poste à souder) à courant électrique alternatif (220 ou 380 volts) ou continu (110 volts) pour produire l'énergie (la chaleur) nécessaire à la fusion du métal.

8.1.2. Principe de soudure à l'arc

Le principe de base est de conserver un écartement constant entre l'électrode et la pièce à souder afin de créer un arc électrique.

- Si l'électrode touche la pièce, il ne se produira pas de fort dégagement de chaleur et l'électrode collera à la pièce.
- Si, l'électrode est trop éloignée de la pièce, le passage d'électricité ne se fera pas et il n'y aura pas d'étincelle.

Il faut veiller à choisir des électrodes de bonne qualité, de diamètre adapté.



Figure 28 : Poste de soudure à l'arc.

8.1.3. Technique de la soudure à l'arc

Pour réaliser une soudure à l'arc, il faut suivre les étapes suivantes :

- Brancher sur le secteur et allumer le poste à souder ;
- Régler l'intensité en fonction du diamètre des électrodes utilisées.

- Régler l'intensité du poste en fonction de la pièce à souder ;
- Préparer les pièces : nettoyer au papier abrasif, et dégraisser les surfaces à souder et faire des chanfreins sur les pièces pour recevoir le cordon de soudure au besoin,
- Mettre en contact les pièces à souder et les fixer au besoin avec un serre-joint ou étau afin de bien les immobiliser ;
- Placer l'ensemble sur un support ininflammable et fixer la pince de masse sur la pièce à souder ;
- Fixer l'électrode dans le porte-électrode du poste ;
- Amorcer l'arc (frotter la pointe de l'électrode sur la pièce pour créer les étincelles) ;
- Éloigner l'électrode de quelques millimètres afin de créer l'arc ;
- Déplacer régulièrement l'électrode au-dessus de la zone à souder afin de réaliser un cordon de soudure ;
- Laisser refroidir les pièces à la fin de l'opération
- Couper le poste et le débrancher au besoin
- L'opération terminée ;

8.1.4. Organisation d'un poste de soudure à l'arc (chantier de soudure)



Figure 29 : Organisation d'un chantier de soudure.

8.1.5. Soudage aux gaz (ou soudage oxyacétylénique ou soudage chalumeau)

8.1.5.1. Définition

Le soudage au gaz (soudage oxyacétylénique ou soudage chalumeau) est une technique thermique d'assemblage permanent de type autogène. Il consiste à assembler deux pièces métalliques (les tôles et les tubes) de même matière et de faibles épaisseurs jusqu'à 2 mm, par fusion avec un métal d'apport de même nature.

Cette technique de soudure utilise un générateur constitué de deux bouteilles de gaz dont l'une contient de l'oxygène et l'autre l'acétylène dont la brulure produit la chaleur de soudure.

Indications :

- La bouteille toujours marquée de rouge ou autre est celle de l'acétylène. Le raccord rouge lui est relié
- La seconde est celle de l'oxygène souvent marquée de couleur bleue. Le raccord bleu lui est relié
- Les deux sont reliés aux embouts du chalumeau



Figure 30 : Poste de soudure au gaz.

8.1.5.2. Principe de soudure au gaz (soudage oxyacétylénique ou soudage chalumeau)

Cette technique utilise la brulure du mélange de deux gaz, l'oxygène et l'acétylène pour produire à l'aide du chalumeau la flamme qui génère l'énergie (la chaleur) nécessaire à la fusion du métal. Avec le chalumeau, on applique directement la flamme sur les bords des métaux à assembler. Puis en se déplaçant régulièrement et lentement, on fait fondre sur le joint un métal d'apport en forme de baguette de même nature que les matériaux des pièces à souder.

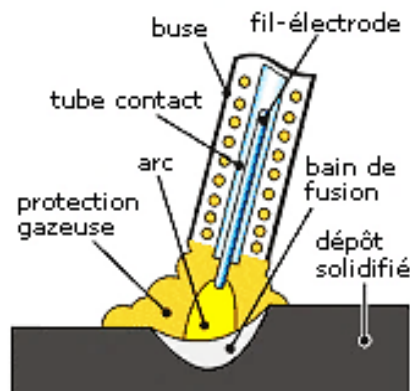


Figure 31 : Schéma détaillé d'un point de soudure autogène.

8.1.5.3. Pratique de soudage au gaz (soudage oxyacétylénique ou soudage chalumeau)

Pour réaliser une soudure au gaz (soudage oxyacétylénique ou soudage chalumeau), il faut suivre les étapes suivantes :

- Préparer les pièces : nettoyer au papier abrasif ;
- Mettre les pièces côte à côte ;
- Régler la flamme du chalumeau ;
- Tenir d'une main le chalumeau et de l'autre, le métal d'apport ;
- Approcher la flamme pour chauffer la jonction des pièces jusqu'à ce que celles-ci entrent en fusion (apparition d'une petite bulle) ;

- Amener le métal d'apport dans la flamme jusqu'à ce qu'il fonde aussi ;
- Avancer alors doucement en poussant la petite bulle grâce à la chaleur de la flamme ;
- Laisser refroidir l'ensemble une fois l'opération terminée.

NB : il existe le chalumeau à souder et le chalumeau à dessouder

8.1.5.4. Soudage MIG/MAG et TIG

Il existe actuellement d'autres techniques de soudure. Il s'agit des soudages MIG/MAG et TIG qui sont des variantes basées sur le principe de soudure à l'arc (obtention de température de point de fusion par l'utilisation d'un arc électrique) dans lesquelles, la baguette enrobée utilisée comme métal d'apport est remplacée par des fils fusibles, mais la soudure est pratiquée sous gaz qui a pour fonction de protéger le bain de fusion de l'oxydation produite par l'air ambiant.

Le gaz protecteur peut être inerte ou actif durant la soudure, ce qui donne les noms de soudure :

- MIG : Metal Inerte Gaz (Argon ou Hélium)
- MAG : Metal Active Gaz (mélange Argon/CO₂ ou Argon/oxygène).
- Les soudures MIG et MAG ne produisent pas de laitier protecteur comme le cas de la soudure à l'arc à l'électrode enrobée.

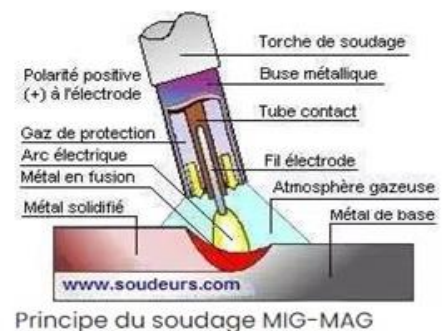


Figure 32 : Postes de soudure MIG et principe de soudure MIG.

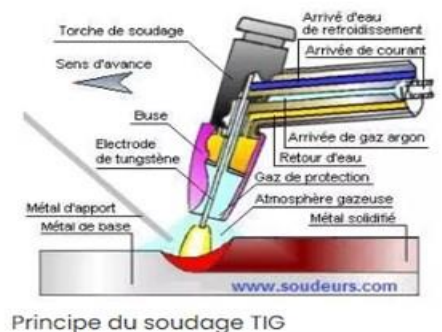


Figure 33 : Postes de soudure TIG et principe de soudure TIG.

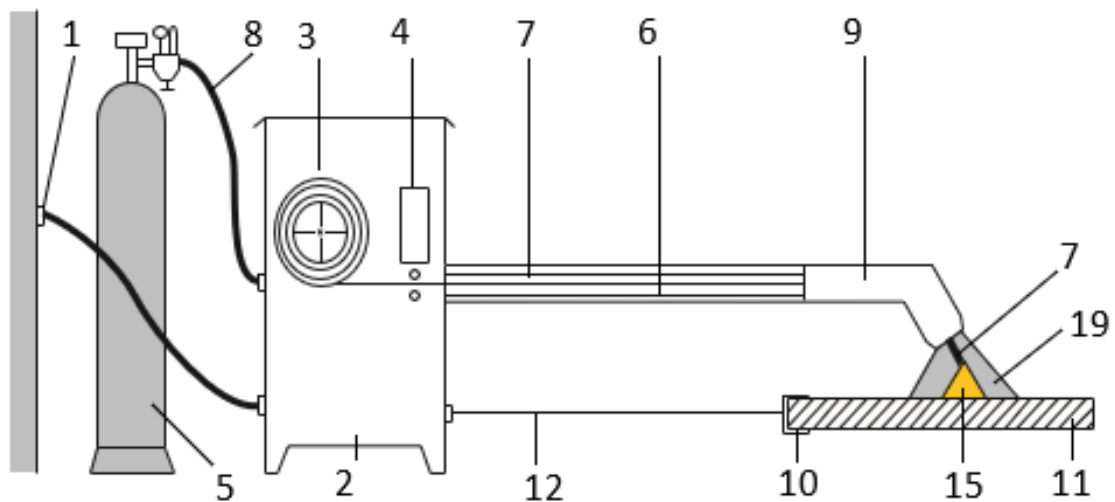
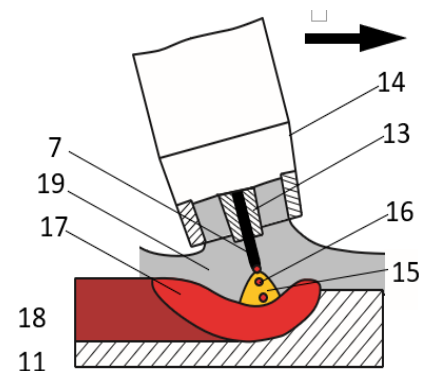


Figure 34 : Equipement d'un poste de travail : Soudure TIG.

- | | |
|---|--|
| 1 connexion secteur | 11 Pièce |
| 2 source d'alimentation de soudage | 12 Ligne électrique de soudage (Pièce) |
| 3 bobine d'électrode de fil | 13 tuyau de contact de courant |
| 4 dispositif de transport de fil | 14 buse de gaz de blindage |
| 5 bouteille de gaz de blindage avec réducteur de pression et Débitmètre | 15 arcs |
| 6 Ligne électrique de soudage | 16 Transition de chute |
| 7 Électrode de fil | 17 métal soudé liquide |
| 8 Boue de gaz inerte | 18 soudures solides |
| 9 Torch | 19 enveloppe de gaz inerte |
| 10 Pince à usiner | |



SESSION 3 : FABRICATION ET MAINTENANCE DES MATERIELS AGRICOLES

Objectif	L'apprenant doit être capable de concevoir du matériel usuel de transformation de produits agricoles, de les fabriquer et de faire la maintenance des équipements agricoles
Chapitres	☐ Fabrication de petits outillages, équipements et machines de transformation ☐ Maintenance des machines agricoles
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) ☐ 6 jours de formation ☐ 17 jours en situation professionnelle ☐ 1 jour de suivi et évaluation en situation professionnelle
Chronogramme	☐ 1 session de 6 jours ☐ 8 heures /jour
Méthodologie	La méthodologie proposée est l'approche par compétences (APC)

Chapitre 1 : Fabrication de petits outillages, équipements et machines de transformation

1. Objectif

L'objectif est de donner à l'apprenant les connaissances sur les principes des opérations de transformation, la conception et la fabrication des équipements et machines de transformation ou d'ouvrages mécaniques. ~~métalliques~~.

2. Généralité

La conception et la fabrication d'équipements de transformation post récoltes nécessitent la maîtrise de la technologie post récoltes (principes des opérations et modes opératoires des machines), les techniques de construction métallique et la démarche à suivre.

La production d'équipements doit apporter des solutions pour la transformation des produits locaux afin d'accroître leur disponibilité et pour leur donner de la valeur ajoutée. Il s'agit de :

- Céréales : *maïs, riz, sorgho, fonio* ;
- Racine et tubercules : *manioc, igname, patate, taro, pomme de terre* ;
- Fruits et légumes : *mangue, orange, ananas, papaye, goyave, tomate* ;
- Et autres cultures : *karité, soja, niébé, baobab, anacarde, noix de palme, coco*

3. Opérations, technologies et machines correspondantes de quelques opérations de transformation post récolte

N°	Opérations	Définition	Phénomène	Machines
1	Barattage	Agiter, remuer une crème pour faire du beurre	Malaxage	Baratteur Baratte
2	Battage Egrenage	Séparer/Enlever les grains du support (tige, épi, grappe)	Choc Pression Frottement Peignage	Batteuse Egreneuse
	Décortilage	Eliminer la peau/ la coque des grains	Pression Frottement Choc	Décortiqueuse
3	Blanchissage ou Polissage	Donner de la blancheur et de la brillance	Frottement	Blanchisseur Polisseur
4	Broyage Concassage	Fragmenter/réduire en petite taille (choc, pression)	Pression Frottement	Broyeur Concasseur
5	Moudre	Pulvériser finement (broyage très fin)	Choc	Moulin
6	Emiettement	Réduire en petite taille avec ou sans choc	Choc Frottement Coupe	Emietteuse Trancheuse
7	Calibrer/calibrage	Séparer selon des dimensions définies et/ou forme	Vibration Secouement Roulage	Calibreuse Tamis/Crible
9	Dépulpage	Enlever la pulpe du noyau (Pulpe : partie charnue de certains fruits)	Pression Frottement	Dépulpeuse
10	Egrappage Effruitage	Séparer le fruit de la rafle (d'une tige)	Coupe Pression	Egrappeuse Effruteuse

N°	Opérations	Définition	Phénomène	Machines
			Arrachage Frottement	
11	Epluchage	Enlever la peau	Frottement Eraflement Grattage	Eplucheuse
12	Cuire/cuisson	Traiter un produit au moyen du feu ou de la chaleur	Chaleur Vapeur sèche ou humide	Cuiseur
13	Etuvage	Cuire à la vapeur humide	Chaleur Vapeur chaude	Etuveuse
15	Filtrage	Séparer suivant un critère (Filtrer : clarifier s'agissant des liquides)	Tamis Centrifuge Tourbillon	Filtre Clarificateur Décanteur Centrifugeuse
16	Granulage	Réduire à l'état de grains	Pression	Granulateur Granuleuse
17	Nettoyage	Eliminer la terre et autres impuretés (avec ou sans eau)	Vent/soufflement Aspiration Secouement Frottement	Nettoyeur
18	Lavage	Nettoyage avec de l'eau ou des solutions	Pression d'eau	Laveuse
19	Pressage	Comprimer fortement pour densifier, compacter ou pour essorer	Pression	Presse
20	Râpage	Réduire la pulpe en petits morceaux (en de fines particules) afin de faciliter le traitement ultérieur par séchage, extraction, etc.	Pression Frottement	Râpe (manuelle) Râpeuse (râpe mécanique)
21	Séchage	Rendre sec (éliminer, réduire l'humidité)	Chaleur Vapeur sèche Ventilation/Aspiration/évaporation	Séchoir
22	Tamiséage	Séparer par taille déterminé		Tamis Tamiseur
23	Torréfaction	Griller (par la chaleur)	Chaleur Vapeur sèche	Torréfacteur
24	Tranchage	Mettre en morceau, en lamelle ou émincer		Trancheuse Eminceuse
25	Vannage	Séparer au moyen d'un courant d'air en secouant	Vent / ventilation Secouement ou Ecoulement	Vanneuse

4. Exigences d'un équipement de transformation

Les exigences des machines de transformation portent sur la qualité de sa fabrication et ses performances d'exploitation.

5. Qualité de la fabrication

La qualité d'une fabrication se détermine depuis la conception de la machine jusqu'à sa fabrication. Elle porte sur les points suivants :

- **Choix des matériaux :** les matériaux doivent répondre aux normes désormais imposées. Ils doivent être résistants et ne doivent pas interagir au contact des produits traités en produisant des réactions chimiques (décomposition, rouille, etc.) pouvant souiller ou dégrader les produits traités, ni avec les intrants et les produits chimiques utilisés pour entretien.

NB : Dans le domaine des équipements de transformation, c'est l'inox qui est le matériau le plus recommandé. Mais certaines fois, on peut utiliser des matériaux synthétiques (des variantes de plastique) surtout pour les organes en contact direct avec le produit traité.

Les métaux ferreux d'usage courant sont réservés pour la fabrication des châssis et supports ou dans le cas des machines de pré traitement.

- **Choix des options mécaniques :** l'assemblage doit respecter les normes et dispositions techniques en ce qui concerne le choix, les modes de fixation des organes (soudure, visserie/boulonnage, rivetage), la forme, le positionnement et l'alignement des éléments (la géométrie), l'équilibrage des pièces ou organes en rotations, la protection des organes ou pièces sensibles et animés ;
- **Maintenabilité :** la facilité d'intervenir (accès aisé aux organes), la disponibilité des pièces de rechange, la technologie à complexité modérée et autres sont autant de facteurs à prendre en compte depuis la conception.

6. Performances d'exploitation

Une machine de transformation doit répondre aux critères ci-après :

- Bon rendement : Production, quantité/temps par heure (Kg/h) élevée ; rapport qualité et quantité de produits finis par rapport à la matière première (brute) très élevé (pertes minimisées) ;
- Fiable : Robuste (solide et résistant) ; pas de pannes et de casses fréquentes ;
- Fabriqués avec des matériaux appropriés exigés par les normes sanitaires et alimentaires ;
- Commode d'utilisation : facile à utiliser (pas besoin de spécialiste pour manipuler) et avec un nombre limité de personnes ;
- Maintenable : facile à entretenir et à réparer avec les pièces de rechange et les techniciens disponibles et moins chers
- Coût d'acquisition raisonnable : rapport qualité-prix acceptable
- Coût d'utilisation raisonnable : consommation en carburant, lubrifiants raisonnables ;
- Esthétique, bonne ergonomie et ne doit présenter aucun risque de traumatisme (accidents).

6.1. Classification des équipements de transformation

Les équipements de transformation peuvent être classés comme ci-après :

- **Selon la motricité :** Manuel ou Motorisé ;

- **Selon l'énergie utilisé** : électrique, thermique, solaire ;
- **Selon la technologie** : simple, semi-automatique, automatique, complexe/combinaison, polyvalent (pour maïs, soja ou autres), multifonctionnel (pour plusieurs opérations : battage, vannage, calibrage), modulable, etc. ;
- **Selon la construction** : Fixe, mobile ou portable,
- **Selon l'environnement d'utilisation** : d'intérieur ou d'extérieur.

6.2. Description d'une machine de transformation

6.2.1. Lexique d'une machine de transformation

Le lexique des éléments constitutifs d'une machine de transformation sont ci-après énumérés :

Tableau : Lexique des organes des machines de transformation

N°	Désignation	N°	Désignation	N°	Désignation	N°	Désignation
1	Bâtis/châssis	11	Poulie	21	Roue	31	Peigne
2	Trémie	12	Courroie	22	Chaine	32	Rampe
3	Goulotte	13	Tambour	23	Réducteur	33	Injecteur
4	Sas	14	Rotor	24	Renvoi d'angle	34	Tamis
5	Couvercle	15	Batte	25	Embrayage	35	Grille
6	Chambre	16	Couteau	26	Béquille	36	Foyer
7	Palier	17	Marteau	27	Tendeur	37	Meule
8	Roulement	18	Lame	28	Tringle	38	Pignon
9	Axe	19	Disque	29	Vis sans fin	39	Transmission
10	Arbre	20	Cage	30	Dents	40	Crémaillère

6.2.2. Description d'une machine de transformation

De façon générale, une machine transformation est constituée de grands éléments ci-après :

- **Le châssis ou bâtis** : ossature servant de support pour les autres organes ;
- **Le système d'alimentation** : stock, régule et introduit la matière dans la zone ou dans le mécanisme de traitement ;
- **Le mécanisme d'opération ou de transformation** : permet de réaliser la transformation qui est l'objet (la raison d'être) de la machine ;
- **Le système d'évacuation** : permet de sortir (expulser) les produits traités de la machine ;
- **La chaîne cinématique** : génère, transforme et transmet le mouvement aux organes. Unité motrice : manivelle, pédale, moteur avec transmission (poulie-courroie, chaîne-dents, trains d'engrenage, came, etc.).
- **Les organes de protection** : assurent la sécurité de l'opérateur, la perte ou la dispersion des matières (produits).
- **Les organes de fixation ou de roulement** : servent à brider (équipements fixes) ou déplacer la machine.

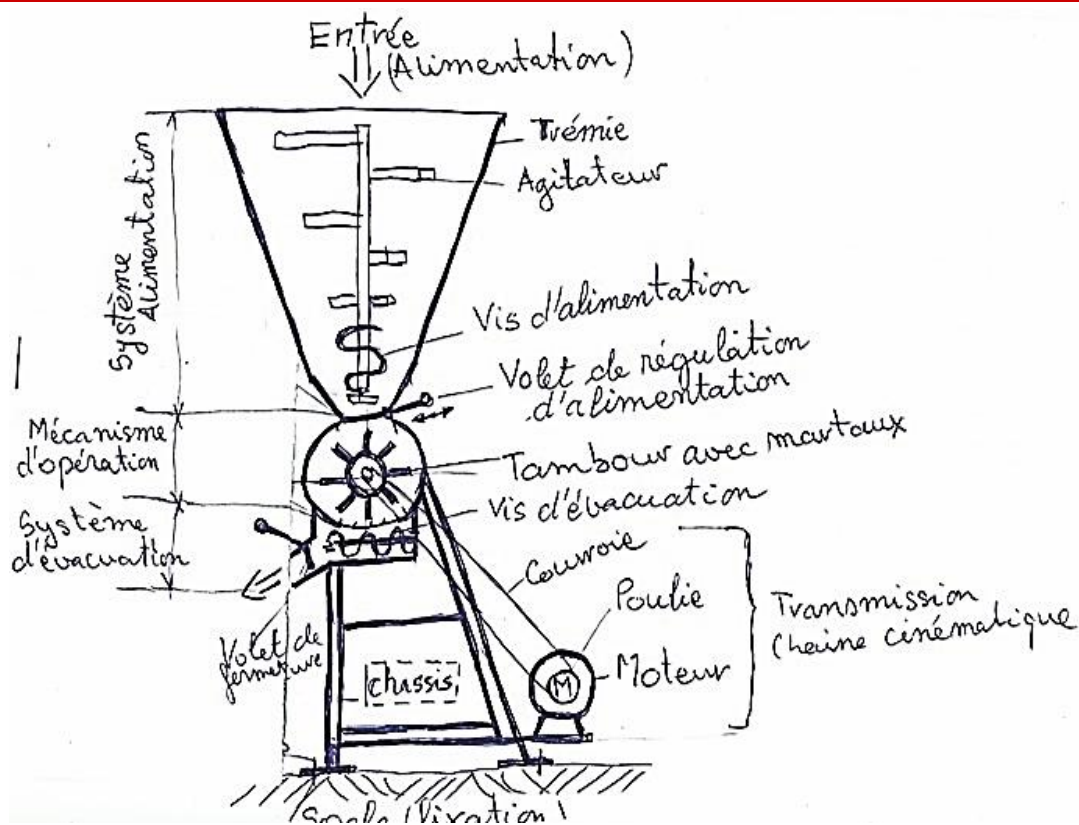


Figure 35 : Schéma type d'une machine de transformation.

6.3. Processus de fabrication d'un équipement de transformation post récolte.

La fabrication d'une machine suit un processus de fabrication bien défini. Il est composé d'étapes et des opérations techniques dont le point de départ est la disponibilité des dessins techniques de réalisation et de montage.

Les étapes à suivre sont ci-après :

A. Préparation

- Etude des dessins
- Evaluation de la capacité de l'atelier : Evaluation des techniques et méthodes de fabrication à mettre en œuvre en rapport avec les capacités existantes et le personnel
- Choix et évaluation de la matière première
- Etablissement d'une gamme de fabrication et de montage

B. Réalisation

- Débit de la matière : mesurage et traçage
- Formage ou façonnage :
- Assemblage et finition
- Contrôle

C. Tests et essais

Chapitre 2 : Maintenance des machines agricoles

1. Objectif

Donner à l'apprenant les compétences pour assurer la maintenance d'un matériel agricole. Pour ce faire il doit cerner l'importance de la maintenance, les méthodes et les mettre en application.

2. Généralité

La maintenance est une spécialité liée à l'exploitation des machines et équipements.

En effet, les machines subissent inévitablement des dégradations dans le temps même en cas de non utilisation, ce qui réduit leurs performances ou les rend inutilisable. Une telle situation va certainement perturber la production et engendrer des pertes de temps et des dépenses imprévues.

D'où l'importance de la maintenance car elle va permettre d'assurer une bonne production, la qualité des produits, éviter les pertes de temps et garantir la sécurité des utilisateurs de machines.

3. Définition :

La maintenance est l'ensemble des actions appliquées à une machine, pour son maintien en bon état de fonctionnement ou pour la rétablir afin qu'elle puisse remplir ses fonctions sur une longue durée d'utilisation.

La maintenance est donc la somme des actions de :

- Bonne conduite (utilisation)
- Entretien courants et périodiques
- Réparations
- Conservation (stockage)

4. Pratique de la maintenance des équipements de transformation post récolte.

La pratique de la maintenance est régie par des règles et démarche méthodique.

- **Respect des règles et consignes d'utilisation :**
 - Bonnes pratiques ;
 - Consignes du constructeur.
- **Organisation des entretiens courants et périodiques**
 - Entretien journaliers : vérification, nettoyage, graissage, serrage, appoints,
 - Entretien périodiques : réaliser toutes les opérations préconisées à intervalle de temps

NB : Disposer du tableau (planning d'entretien de la machine

- **Réparations**
 - **Diagnostic** : constater la panne et identifier l'origine (la pièce ou la composante)
 - **Démontage** : séparer les composantes jusqu'à atteindre les organes ou pièces défectueux
 - **Contrôles et vérifications** : laver et contrôler l'état des pièces (réutilisable ou non)
 - **Réparation** : réparer ou remplacer les pièces ou organes défectueux
 - **Montage** : remonter (assembler) la machines
 - **Contrôles et essais** : apprécier les paramètres de fonctionnement

- **Conservation : appliquer les règles de remisage de matériel**
 - **Aménagement adéquat** : disposer d'un garage, magasin, hangar, etc.
 - **Entretien de remisage** : nettoyage/lavage, démontage, graissage, vidange, etc.

SESSION 4 : GESTION D'UN ATELIER DE CONSTRUCTION METALLIQUE ET DE FABRICATION MECANIQUE

Objectif	L'apprenant doit être capable de gérer un atelier de construction métallique
Chapitres	☐ Organisation d'un atelier de construction métallique ☐ Organisation des prestations et services après-vente
Durée	24 jours en mode dual (1 mois) ☐ 6 jours de formation ☐ 17 jours en situation professionnelle ☐ 1 jour de suivi et évaluation en situation professionnelle
Chronogramme	☐ 1 session de 6 jours ☐ 8 heures /jour
Méthodologie	La méthodologie proposée est l'approche par compétences (APC)

Chapitre 1 : Organisation d'un atelier de construction métallique

1. Objectif

Donner à l'apprenant quelques notions de mise en place et de gestion d'un atelier en ce qui concerne, l'organisation technique, le fonctionnement interne (administration et production) et externes (prestations).

2. Généralité

L'exercice du métier de construction métallique axée sur la fabrication des matériels agricoles nécessite la disponibilité d'infrastructure, d'équipements, de personnel et la mise en place d'une gestion.

3. Organisation d'un atelier de construction métallique

L'organisation pratique d'un atelier de construction métallique implique un espace de travail constitué d'un local couvert (atelier) et une aire de travail (hangar ou espace à ciel ouvert). Le tout aménagé en divisions administrative, technique et équipements avec des dépendances.

- Division administrative : Bureaux des services avec les différents postes
- Division technique : aménagées en sections de travail (débitage, traçage, ajustage, soudure, montage, magasin, etc.)
- Equipement d'atelier : instruments de mesure et de traçage, outillage mécanique (clés), équipements (établi, étaux, cric, support, palan, etc.) et machines
- Dépendances et commodités.

Chapitre 2 : Organisation des prestations et services après-vente.

1. Objectif

Donner à l'apprenant les connaissances en matière d'organisation des prestations de services et assurer les services après-vente.

2. Généralité

Un atelier de construction métallique bien que spécialisé dans la fabrication de machines de transformation, est prédisposé à faire des prestations de services. Au nombre de ces services se trouvent les prestations d'accompagnement étroitement liées au matériel livré. Pour cela, ils doivent être inclus dans les contrats de vente. D'ailleurs, ils valorisent davantage le travail de l'atelier. Il s'agit entre autres de la mise en service, de la maintenance, de la disponibilité de pièces de rechange et de techniciens, etc.

Quant aux autres prestations que l'atelier peut fournir, ils s'inscrivent dans la diversification des activités de l'atelier.

3. Services après-vente et autres prestations de l'atelier

Les services proposés par un atelier de construction métallique sont :

- La fabrication des équipements de transformation de produits agricoles et autres machines
- La maintenance des équipements de transformation de produits agricoles
- Tous travaux de construction métallique, chaudronnerie, soudure, montage, assemblage, etc.