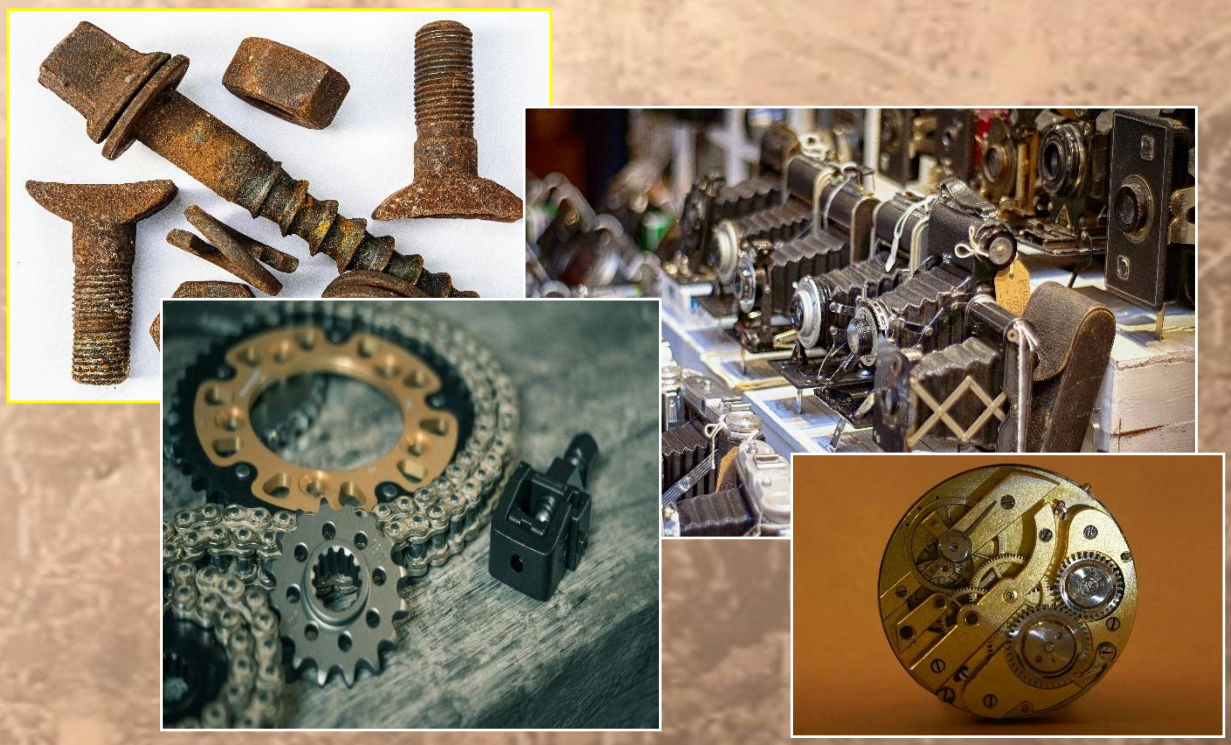


Eléments de MACHINE

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

3è Année

EDITION 2025

Option Mécanique Générale

TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Pédagogiques du Cours 1

- 1.1. Maîtrise des concepts fondamentaux 1
- 1.2. Développement des compétences d'analyse systémique 1
- 1.3. Acquisition des compétences praxéologiques 1
- 1.4. Consolidation des outils de communication technique 1

Approche Didactique et Méthodologique 2

- 1. Finalités Pédagogiques 2
- 2. Stratégie Cognitive 2
- 3. Articulation Théorie-Pratique 2

Contexte Industriel et Normalisation 2

- 1.1. Finalité Pédagogique 2
- 1.2. Le Fondement de l'Interopérabilité 3
- 1.3. Application Didactique Transversale 3

PARTIE I : LES LIAISONS MÉCANIQUES – ASSEMBLAGE ET FIXATION **4**

L'essence de la construction 4

Du démontable au permanent 4

La sécurité comme priorité absolue 4

Un langage universel pour le technicien 4

CHAPITRE 1 : LES ASSEMBLAGES DÉMONTABLES PAR VISSERIE **5**

1.1. Technologie et Classification des Vis et Écrous 5

- a. L'origine inattendue de la vis 5
- A. Anatomie d'une Vis : Les Éléments Clés 5

FIGURE 1 : RÉF. IMG (3958-3709-8766) **7**

Anatomie et dimensions principales d'une vis standard H 7

- B. Classification des Vis d'Assemblage 7

1.2. Systèmes de Filetage et Représentation Normalisée 9

- a. L'hélice qui change tout 9
- A. Les Familles de Filetages 10
- B. Le Dessin Technique des Vis et Trous Taraudés 11

FIGURE 2 : RÉF. IMG (7871-9649-5763) **13**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Représentation normalisée d'un trou taraudé borgne et d'une vis....13
- L'anecdote du mécanicien de Lubumbashi....13

1.3. Organes annexes, freinage et principes de serrage....15
- a. L'importance des détails....15
- A. Les rondelles : plus qu'un simple disque de métal....15
- B. Le freinage des écrous....15
- C. Le serrage contrôlé....16

CHAPITRE 2 : LES ASSEMBLAGES DÉMONTABLES PAR OBSTACLE ET ADHÉRENCE....19

2.1. Les Goupilles : Types et Fonctions (Positionnement, cisaillement)....19
- a. Le clou qui sauve le moteur....19
- A. Définition et Principe de l'Obstacle....19
- B. Les Deux Fonctions Principales....19
- C. Principaux Types de Goupilles....20

2.2. Les Clavettes : Transmission de Couple et Montage....22
- a. L'obstacle qui transmet la force....22
- A. Définition et Fonction....22
- B. Principaux Types de Clavettes et Montage....22
- C. Calcul et Dimensionnement....23

2.3. Liaisons arbre-moyeu de grande capacité : Cannelures et Frettage....25
- a. Le secret des géants mécaniques....25
- A. Les Cannelures : La puissance par la forme....25

FIGURE 3 : RÉF. IMG (3229-3375-2532)....27

Vue éclatée d'un arbre cannelé s'insérant dans un moyeu....27
- B. Le Frettage : La puissance par la contrainte....27

PARTIE II : LE GUIDAGE DES MOUVEMENTS – TRANSLATION ET ROTATION....30

a. Le Guidage : L'art de maîtriser le mouvement....30

b. La Translation : Le chemin le plus droit....30

c. La Rotation : Le monde qui tourne autour d'un axe....30

d. L'organe de guidage : Le chef d'orchestre mécanique....30

CHAPITRE 3 : LE GUIDAGE EN TRANSLATION....31

3.1. Glissières et systèmes de rattrapage de jeu (Lardons)....31
- a. L'accroche : La précision avant tout....31
- A. La glissière : autoroute du mouvement rectiligne....31

FIGURE 4 : RÉF. IMG (6846-0213-0539)....33

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Vue éclatée d'un système de guidage avec glissière et lardon....33
- B. Le lardon : gardien du jeu fonctionnel....33

3.2. Guidages par Roulement Linéaire....36
- a. Le principe du moindre effort....36
- A. Anatomie d'un guidage par roulement....36
- B. Avantages et principe de fonctionnement....36
- C. Types de guidages courants....37

3.3. Applications : Chariots de Machines-Outils et Systèmes de Manutention....39
- a. La précision du portique....39
- A. Les chariots de machines-outils....39

FIGURE 5 : RÉF. IMG (5583-3017-5832)....41

Vue éclatée d'un guidage en translation par glissières prismatiques....41
- B. Les systèmes de manutention....41

CHAPITRE 4 : LE GUIDAGE EN ROTATION : PALIERS LISSES ET ROULEMENTS....44

4.1. Les Paliers Lisses : Coussinets et Lubrification....44
- a. L'accroche du mécanicien....44
- A. Principe du Palier Lisse....44
- B. Le Coussinet : La Pièce d'Usure Intelligente....44

FIGURE 6 : RÉF. IMG (9074-7214-3923)....46

Vue en coupe d'un palier lisse avec son coussinet et arbre....46
- C. La Lubrification : Le Film d'Huile Protecteur....46

FIGURE 7 : RÉF. IMG (8964-3306-8454)....49

Courbe de Stribeck simplifiée montrant l'évolution du frottement....49
- Anecdote du groupe électrogène de Mbandaka....49

4.2. Classification et Désignation des Roulements....51
- a. Le code secret des machines....51
- A. Les grandes familles de roulements....51

FIGURE 8 : RÉF. IMG (8312-0818-1499)....54

Vue éclatée comparant un roulement à billes et un roulement à rouleaux....54
- B. La désignation : le passeport du roulement....54

FIGURE 9 : RÉF. IMG (1713-8286-7497)....57

Décryptage d'un code de désignation standard sur un roulement....57
- Un roulement pour le moulin de Mbandaka....57
- Scénarios et Exercices....58

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

4.3. Montage et arrêt axial des roulements.....59
- a. L'art du placement parfait.....59
- A. Les types de montages : une question d'ajustement.....59

FIGURE 10 : RÉF. IMG (0024-3624-0545).....62

Comparaison schématique d'un montage serré et d'un montage glissant.....62
- B. L'arrêt axial : bloquer le mouvement.....62

FIGURE 11 : RÉF. IMG (2138-7810-1382).....65

Principaux dispositifs d'arrêt axial pour un roulement sur un arbre.....65
- Scénarios et Exercices.....65

CHAPITRE 5 : L'ÉTANCHÉITÉ DES SYSTÈMES MÉCANIQUES.....68

5.1. Rôle et Importance de l'Étanchéité Statique et Dynamique.....68
- a. Le principe de confinement.....68
- A. L'Étanchéité Statique : Le Gardien Immobile.....68
- B. L'Étanchéité Dynamique : Le Contrôle du Mouvement.....68

FIGURE 12 : RÉF. IMG (6757-3741-6447).....71

Dispositifs d'étanchéité statique et dynamique pour un vérin hydraulique.....71
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....71

5.2. L'Étanchéité Statique : Joints Plats et Joints Toriques.....73
- a. Une fuite inattendue.....73
- A. Le Joint Plat : La solution par écrasement.....73

FIGURE 13 : RÉF. IMG (1046-4601-8622).....75

Le principe d'étanchéité statique par écrasement d'un joint plat.....75
- B. Le Joint Torique : L'étanchéité par déformation élastique.....75

FIGURE 14 : RÉF. IMG (6323-3026-1063).....77

Le montage et la déformation d'un joint torique dans sa gorge.....77
- b. L'anecdote de la presse à huile de palme du chef de village.....77

5.3. L'étanchéité dynamique (translation et rotation).....79
- a. Le défi du mouvement.....79
- A. L'étanchéité de rotation : le cas des joints à lèvres.....79

FIGURE 15 : RÉF. IMG (5585-5542-1134).....82

Structure typique d'un joint à lèvre pour arbre tournant.....82
- B. L'étanchéité de translation : les joints de piston et de tige.....82
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....83

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PARTIE III : LA TRANSMISSION DE PUISSANCE.....85

De la source à l'action.....85

Une famille de composants essentiels.....85

Adapter la vitesse et l'effort.....85

Le défi du rendement et de la durabilité.....85

CHAPITRE 6 : LES ARBRES DE TRANSMISSION ET LES ACCOUPLEMENTS.....86

6.1. Technologie des Arbres : Formes et Fonctions.....86

- a. D'un simple axe en bois à une pièce de haute technologie.....86
- A. Définition et Fonction principale.....86
- B. Formes et Usinages caractéristiques.....86

FIGURE 16 : RÉF. IMG (6896-9296-4792).....89

Anatomie détaillée d'un arbre de transmission et de ses usinages spécifiques.....89

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....89

6.2. Les accouplements : rigides, élastiques et flexibles.....91

- a. Le principe de la liaison mécanique.....91
- A. L'accouplement rigide : la liaison sans compromis.....91

FIGURE 17 : RÉF. IMG (2620-2360-8978).....93

Comparaison visuelle entre un accouplement rigide et un accouplement élastique.....93

- B. L'accouplement élastique : l'amortisseur de couple.....93
- C. L'accouplement flexible (ou mobile) : le correcteur d'angles.....94

FIGURE 18 : RÉF. IMG (8743-8260-2249).....96

Anatomie d'un joint de Cardan, un accouplement flexible par excellence.....96

- b. Scénarios et Exercices.....96

6.3. Les Joints de Cardan : Transmission entre Arbres Concourants.....98

- a. Le paradoxe de la simplicité.....98
- A. Principe et Constitution du Joint Simple.....98
- B. La Loi d'Entrée-Sortie : Le Problème de l'Irrégularité.....99

FIGURE 19 : RÉF. IMG (0051-2329-5740).....101

Anatomie et cinématique d'un joint de Cardan simple.....101

- C. La Solution : Le Double Joint de Cardan.....101

CHAPITRE 7 : LES EMBRAYAGES ET LES LIMITEURS DE COUPLE.....104

7.1. Embrayages à friction : principe et technologie.....104

- a. L'art de connecter et déconnecter la puissance.....104

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Principe fondamental : la friction.....104

FIGURE 20 : RÉF. IMG (0503-0956-9713).....106

Vue éclatée d'un embrayage à friction monodisque à diaphragme.....106

- B. Composants et technologies.....106
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....107

7.2. Embrayages et Freins à Commande Électromagnétique.....109

- a. Le paradoxe de la force sans contact.....109
- A. Principe de fonctionnement.....110
- B. Types et Applications.....111

7.3. Les Limiteurs de Couple : Organes de Sécurité.....113

- a. Le fusible mécanique.....113
- A. Principe de fonctionnement et nécessité.....113
- B. Les différentes technologies de limiteurs.....114

FIGURE 21 : RÉF. IMG (0988-6971-2584).....116

Vue éclatée d'un limiteur de couple à friction réglable.....116

- C. Calcul et sélection d'un limiteur de couple.....116

CHAPITRE 8 : LA TRANSMISSION PAR COURROIES ET CHAÎNES.....119

8.1. Transmissions par courroies : types, choix et tension.....119

- a. Une idée simple pour un grand effet.....119
- A. Les principaux types de courroies.....119

FIGURE 22 : RÉF. IMG (9031-8438-6903).....121

Comparaison visuelle des trois types de courroies de transmission de puissance.....121

- B. Critères de choix d'une courroie.....121
- C. La tension initiale : un réglage vital.....122

8.2. La Transmission par Chaînes à Rouleaux.....123

- a. Le pouvoir du maillon.....123
- A. Principe de fonctionnement et composants.....124

FIGURE 23 : RÉF. IMG (2308-4771-5689).....126

Vue éclatée d'un maillon de chaîne à rouleaux et ses composants.....126

- B. Avantages et inconvénients.....126

8.3. Lubrification et Maintenance des Transmissions par Chaîne.....128

- a. Le silence est d'or, le grincement est de ferraille.....128
- A. Les Rôles Vitaux de la Lubrification.....129
- B. Les Méthodes d'Application du Lubrifiant.....129

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 24 : RÉF. IMG (4882-9037-5822) **131**

Coupe schématique d'une transmission par chaîne avec lubrification par bain d 131

- C. La Maintenance Préventive 131

CHAPITRE 9 : LA TRANSMISSION PAR ENGRENAGES : PRINCIPES FONDAMENTAUX **134**

9.1. Principes et grandeurs caractéristiques des engrenages 134

- a. L'avertissement du moulin de Mbuji-Mayi 134
- A. Rôle et Condition Fondamentale d'Engrènement 134
- B. Grandeurs Géométriques Essentielles 134

FIGURE 25 : RÉF. IMG (9749-0749-5798) **137**

Anatomie d'une dent d'engrenage et ses cercles caractéristiques 137

- C. Rapport de Transmission et Entraxe 137

FIGURE 26 : RÉF. IMG (0759-6010-4534) **140**

Schéma d'un engrenage simple : pignon, roue et entraxe 140

- b. Anecdote : Le Secret de Vieux Tonton Kabasele 140

9.2. Rapport de Transmission et Entraxe 142

- a. Une question de vitesse et de distance 142
- A. Le Rapport de Transmission (k) 142

FIGURE 27 : RÉF. IMG (6526-1846-3322) **145**

Schéma d'un engrenage réducteur avec roue menante et roue menée 145

- B. L'Entraxe (a) 145

FIGURE 28 : RÉF. IMG (8303-8995-4388) **148**

Calcul de l'entraxe 'a' pour un engrenage à denture droite 148

- L'anecdote de la moissonneuse à Maniema 148

9.3. Le Taillage des Dents et Notions de Correction de Denture 150

- a. L'art de la forme juste 150
- A. Les Procédés de Taillage : Génération vs Forme 150
- B. La Nécessité de la Correction de Denture 151

FIGURE 29 : RÉF. IMG (8100-5735-7620) **153**

Visualisation du déport de denture positif sur un pignon 153

- a. Anecdote : Le mystère de la pompe à eau de Kananga 153

CHAPITRE 10 : LES DIFFÉRENTS TYPES D'ENGRENAGES **156**

10.1. Les engrenages cylindriques (dentures droite et hélicoïdale) 156

- a. Le principe de la transmission par contact 156

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. L'engrenage à denture droite.....156

FIGURE 30 : RÉF. IMG (2074-8999-8494).....158

Vue schématique d'un engrenage cylindrique à denture droite en prise.....158

- B. L'engrenage à denture hélicoïdale.....158

FIGURE 31 : RÉF. IMG (4908-4072-0821).....160

Comparaison entre denture droite et denture hélicoïdale pour transmission.....160

- C. Tableau comparatif.....160

10.2. Les Engrenages Coniques.....162

- a. Le défi de l'angle droit.....162
- A. Principe de Fonctionnement et Géométrie.....163

FIGURE 32 : RÉF. IMG (6036-6405-9026).....165

Schéma d'un engrenage conique à denture droite en prise.....165

- B. Types de Dentures Coniques.....165

FIGURE 33 : RÉF. IMG (9307-4053-2058).....167

Comparaison visuelle entre une denture droite et une denture spirale.....167

- b. Scénarios et Exercices.....167

10.3. Le Système Roue et Vis Sans Fin.....169

- a. Le cousin tordu de l'engrenage droit.....169
- A. Principe de Fonctionnement et Composition.....170

FIGURE 34 : RÉF. IMG (6963-9664-4131).....172

Vue éclatée d'un système roue et vis sans fin typique.....172

- B. Caractéristiques Techniques et Irréversibilité.....172

FIGURE 35 : RÉF. IMG (3174-0429-2501).....175

L'irréversibilité du système : une sécurité mécanique naturelle.....175

- Anecdote : Le treuil du grand-père à Mbandaka.....175

PARTIE IV : TRANSFORMATION DE MOUVEMENT ET FONCTIONS ANNEXES.....178

Introduction : La mécanique au-delà du moteur.....178

La conversion Rotation-Translation.....178

Les autres formes de mouvement.....178

Fonctions vitales : Freinage, lubrification et étanchéité.....178

CHAPITRE 11 : LES SYSTÈMES DE TRANSFORMATION DE MOUVEMENT.....179

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

11.1. Le Système Bielle-Manivelle....179
- a. Du mouvement rectiligne au mouvement circulaire....179
- A. Principe de Fonctionnement....179

FIGURE 36 : RÉF. IMG (2375-5008-5080)....181

Schéma cinématique du système bielle-manivelle avec ses composants principaux....181
- B. La Course du Piston....181

11.2. Les Cames et les Poussoirs....183
- a. Le secret du mouvement programmé....183
- A. Principe de Fonctionnement....183

FIGURE 37 : RÉF. IMG (1891-2674-9660)....185

Schéma de principe d'un système came-poussoir avec ses éléments clés....185
- B. Classification des Poussoirs....185

11.3. Les Excentriques....187
- a. Une révolution silencieuse....187
- A. Définition et Principe de Fonctionnement....187
- B. Constitution et Course....188

FIGURE 38 : RÉF. IMG (9941-5870-2494)....190

Schéma de principe d'un mécanisme à excentrique avec ses composants....190
- C. Relation Cinématique Fondamentale....190

FIGURE 39 : RÉF. IMG (9344-3297-6688)....193

Vue de l'excentrique aux deux positions extrêmes du suiveur....193
- Une scie sauteuse à Goma....193

11.4. Le Système Vis-Écrou....195
- a. Le génie caché dans une spirale....195
- A. Principe de Fonctionnement....195

FIGURE 40 : RÉF. IMG (3887-2292-7588)....197

Anatomie fonctionnelle du système vis-écrou pour transformation de mouvement....197
- B. Caractéristiques Fondamentales....197
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....198

CHAPITRE 12 : LES ORGANES DE FREINAGE ET DE SÉCURITÉ....200

12.1. Freinage : Principe de Conversion d'Énergie....200
- a. L'art de maîtriser l'élan....200
- A. L'énergie cinétique, l'ennemi à vaincre....200
- B. La friction, l'outil de conversion....200

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 41 : RÉF. IMG (4198-5950-9152) **203**

Schéma de principe d'un frein à disque convertissant l'énergie 203

- Anecdotes et situations concrètes 203

12.2. Technologie des Freins à Tambour et à Disque 205

- a. Le principe de la conversion d'énergie 205
- A. Le Frein à Tambour : La Puissance par Expansion 205
- B. Le Frein à Disque : La Précision par Pincement 205

FIGURE 42 : RÉF. IMG (7567-6148-2182) **208**

Comparaison structurelle du frein à tambour et du frein à disque 208

- Scénarios et Exercices 208
- a. Anecdote du garage de Papa Mbuyi 208

12.3. Les Systèmes d'Arrêt d'Urgence et de Non-Retour (Roue à Rochet) 210

- a. Le gardien mécanique infaillible 210
- A. Principe de Fonctionnement du Système Rochet-Cliquet 211

FIGURE 43 : RÉF. IMG (9013-1687-2085) **213**

Schéma de principe d'un mécanisme à roue à rochet et cliquet 213

- B. Applications et Variantes 213

FIGURE 44 : RÉF. IMG (5069-7445-9690) **216**

Application pratique du rochet dans un treuil manuel de levage 216

- b. Anecdotes de l'atelier et du fleuve 216

12.4. Les Ressorts : Organes de Rappel et d'Amortissement 218

- a. Le principe de l'énergie stockée 218
- A. Principe et Fonctions 218

FIGURE 45 : RÉF. IMG (4543-6720-5943) **220**

Ressort hélicoïdal de compression et de traction en action 220

- B. La Loi de Hooke : Le Calcul de la Force 220

FIGURE 46 : RÉF. IMG (3928-5954-3324) **223**

Comparaison visuelle entre ressort de torsion et ressort à lames 223

- b. Scénarios et exercices 223

ANNEXES **226**

Guide de Sélection des Roulements 226

- A. Analyse des Sollicitations et Conditions de Service 226
- B. Typologie des Roulements et Applications Spécifiques 227
- C. Paramètres de Calcul pour la Durée de Vie 229

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Aide-Mémoire sur les Engrenages.....230
- A. Paramètres Géométriques Fondamentaux.....230
- B. Classification des Engrenages.....231
- C. Rapports et Formules Clés.....232
- D. Conditions d'Engrènement et Lois Fondamentales.....233

Schémathèque des Mécanismes.....233
- A. Principes de la Schématisation Cinématique.....233
- B. Classification des Solides (Maillons).....234
- C. Classification des Liaisons Cinématiques Normalisées.....234
- D. Chaînes Cinématiques Élémentaires.....235

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Pédagogiques du Cours

1.1. Maîtrise des concepts fondamentaux

L'objectif premier est l'assimilation rigoureuse des principes physiques et mécaniques régissant le fonctionnement des composants. L'élève doit pouvoir identifier, nommer et décrire la fonction de chaque organe standard d'une transmission mécanique. Cette connaissance s'appuie sur les lois de la statique, de la cinématique et de la résistance des matériaux appliquées aux assemblages et aux pièces isolées. La compréhension des phénomènes de frottement, d'usure et de lubrification est également visée.

1.2. Développement des compétences d'analyse systémique

L'aptitude à décomposer un mécanisme complexe en ses éléments fonctionnels est une compétence centrale. L'élève apprend à lire un plan d'ensemble pour en extraire un schéma cinématique pertinent. Il doit être capable d'analyser les chaînes de transmission de puissance, d'identifier la nature des liaisons entre les solides et de déterminer les efforts (forces, couples) qui transitent dans chaque composant en régime statique ou dynamique simple.

1.3. Acquisition des compétences praxéologiques

La compétence praxéologique cible la capacité de l'élève à effectuer un dimensionnement correct des organes. Cela inclut le calcul des dimensions minimales d'un arbre de transmission soumis à la torsion, la sélection d'un roulement dans un catalogue constructeur en fonction des charges appliquées et de la durée de vie souhaitée, ou la vérification de la résistance d'une clavette. L'élève apprend à justifier ses choix technologiques par le calcul et la conformité aux standards industriels.

1.4. Consolidation des outils de communication technique

Une maîtrise du langage technique normalisé est indispensable. L'élève doit utiliser une terminologie précise pour décrire les solutions constructives. Il consolide sa capacité à interpréter les spécifications géométriques et les tolérances sur un dessin de définition. La production de schémas clairs et conformes aux conventions est un savoir-faire essentiel qui atteste de la bonne compréhension des systèmes étudiés.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Approche Didactique et Méthodologique

1. Finalités Pédagogiques

Cet ouvrage poursuit une finalité double. Il s'agit d'abord de consolider la connaissance descriptive des organes standards de machines. Il s'agit ensuite d'installer une compétence d'analyse fonctionnelle, où l'élève évalue un composant non pour ce qu'il est, mais pour le rôle qu'il joue au sein d'un mécanisme global. La mémorisation brute est ainsi subordonnée à l'intelligence des fonctions.

2. Stratégie Cognitive

Le raisonnement hypothético-déductif structure chaque leçon. Un besoin fonctionnel (un problème mécanique) est systématiquement posé en préambule. L'analyse des contraintes physiques et géométriques conduit logiquement aux solutions technologiques et à leurs lois de dimensionnement. Cette démarche inverse la pédagogie classique : le problème précède la solution, stimulant l'esprit d'analyse et de synthèse.

3. Articulation Théorie-Pratique

Toute abstraction théorique est immédiatement ancrée dans un contexte applicatif. Les lois de la Résistance Des Matériaux (RDM) ne sont pas présentées comme des entités mathématiques autonomes. Elles sont mobilisées pour résoudre un problème concret de dimensionnement ou de vérification d'un organe réel. Les exercices privilégient des situations industrielles ou artisanales plausibles, de l'atelier de maintenance de Boma à l'usine de Kisangani.

Contexte Industriel et Normalisation

1.1. Finalité Pédagogique

Pédagogiquement, cette section ancre l'apprentissage dans la réalité économique et productive de la RDC. Elle établit le lien direct entre un composant théorique (vis, roulement, engrenage) et sa fonction au sein d'un système manufacturier ou d'extraction. La compréhension fonctionnelle d'une pièce dépasse ainsi sa simple description géométrique. L'élève saisit pourquoi une pièce existe, quel problème elle résout et quelles contraintes économiques

et physiques justifient sa conception. Cette contextualisation est le socle de la motivation et du raisonnement technique.

1.2. Le Fondement de l'Interopérabilité

La normalisation agit comme le langage technique universel. Elle garantit l'interopérabilité, la sécurité et la qualité des pièces, indépendamment de leur origine de fabrication. L'introduction des normes (ISO, DIN, NBN) dès le début du cursus prépare l'élève à adopter une rigueur professionnelle indispensable sur le terrain, que ce soit dans un atelier à Mbuji-Mayi ou sur un site industriel à Matadi. La maîtrise des standards permet la maintenance, le remplacement et la conception de systèmes fiables avec des composants d'origines diverses.

1.3. Application Didactique Transversale

Ce préambule fournit à l'enseignant un cadre référentiel constant. Chaque nouvel organe étudié (clavette, goupille, arbre de transmission) doit être systématiquement rattaché à son contexte d'usage industriel et à sa norme de référence. L'enseignant est invité à utiliser ce chapitre comme un point de retour systématique pour justifier les choix de dimensions, de matériaux et de tolérances abordés dans les leçons ultérieures. Cette démarche transforme l'apprentissage mémoriel en un raisonnement d'ingénierie appliquée.

Partie I : Les Liaisons Mécaniques – Assemblage et Fixation

L'essence de la construction

Un moteur de camion, un pont sur le fleuve Congo ou même une simple chaise en métal partagent un secret. Leur existence dépend de l'union solide et calculée de plusieurs pièces distinctes. Une machine n'est pas un bloc unique. C'est un puzzle fonctionnel où chaque élément est fixé à sa place. Cette partie expose les méthodes pour réaliser ces assemblages afin qu'un tas de métal devienne une structure utile.

Du démontable au permanent

Les liaisons mécaniques se classent en deux grandes familles. D'un côté, les assemblages démontables permettent le montage et le démontage, comme le boulon d'une roue de voiture à Mbuji-Mayi. De l'autre, les assemblages permanents créent une union définitive, à l'image du soudage pour fabriquer un portail métallique à Kananga. Le choix entre ces deux mondes dicte la maintenance, la réparation et la vie de l'objet.

La sécurité comme priorité absolue

Derrière chaque vis, chaque rivet ou chaque soudure se cache une question de responsabilité. Une liaison mal conçue ou mal réalisée peut provoquer la rupture d'une machine et causer un accident. Le calcul des fixations garantit que l'assemblage résistera aux forces prévues sans jamais céder. Un technicien mécanicien est avant tout un garant de la sécurité des utilisateurs et des équipements dans son atelier du Kwilu.

Un langage universel pour le technicien

L'étude des assemblages est aussi l'apprentissage d'un langage graphique et technique. Les plans et les schémas utilisent des symboles normalisés pour représenter une vis, un rivet ou un cordon de soudure. Ce langage précis permet à un technicien de Kisangani de comprendre et d'exécuter un plan conçu à Boma, sans aucune ambiguïté. Maîtriser ces symboles est indispensable pour lire le monde de la fabrication mécanique.

Chapitre 1 : Les Assemblages Démontables par Visserie

1.1. Technologie et Classification des Vis et Écrous

a. L'origine inattendue de la vis

Un des faits les plus surprenants de la mécanique est que la vis n'a pas été inventée pour assembler. Son premier usage documenté, attribué au savant grec Archimède, était de déplacer un fluide. La "vis d'Archimède" est une hélice tournant dans un cylindre pour faire monter l'eau, une technologie encore utilisée dans certaines fermes du Kwilu.

Son usage pour fixer des objets est une révolution bien plus tardive, liée à la standardisation de l'ère industrielle. La capacité à produire en masse des filetages identiques a transformé cette simple hélice en l'élément de fixation le plus universel au monde, de la plus petite montre au plus grand pont sur le fleuve Congo.

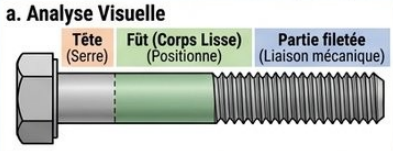
A. Anatomie d'une Vis : Les Éléments Clés

Une vis est un composant mécanique simple avec des parties bien définies. Sa géométrie détermine sa fonction et sa résistance. La compréhension de chaque partie est essentielle pour choisir la bonne vis pour une application donnée. Les trois zones principales sont la tête, le corps et la partie filetée.

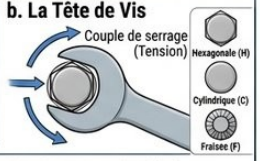
Figure 1 : Réf. IMG (3958-3709-8766)

Anatomie et dimensions principales d'une vis standard H

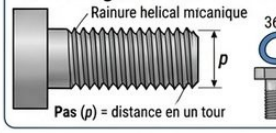
a. Analyse Visuelle



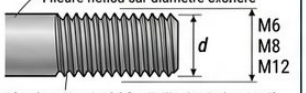
b. La Tête de Vis



c. Le Filetage : Le Cœur de la Liaison

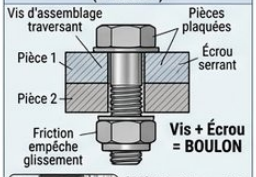


d. Le Diamètre Nominal (*d*)



B. Classification des Vis d'Assemblage

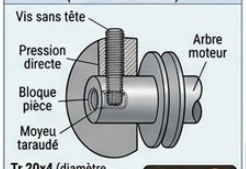
Vis d'Assemblage (le boulon)





M10 (diamètre nominal)

Vis de Pression (headless screw)



Tr 20x4 (diamètre 20mm, 2mm, pas 4mm)



Synthèsis

Assemble (clampire) ⇐ **Choix de la Vis fondamentale** ⇒ **Pression** bloque

L'anecdote de Papa Kanku (Mbuji-Mayi):
Vibrations anormales du groupe électrogène. Las 4 boulons moteur disparus. Remplacés par des vis "ndenge na ndenge" (n'importe quoi). (o'importe quoi). Une casse net au démarrage.
Conclusion: "La mécanique n'est pas de la magie. Une vis M12 reste une vis M12. Pas M10 + la prière."

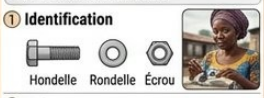


L'anecdote de Pape Konku (Mbuji-Masi) : Vibrations anormales du groupe électrcne vouc 4 boullons Les 4 boulons deser vis "ndenge na nd chenge" et (n'importe na ndenges.

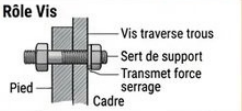
1 Exercice 1

Le lit métallique de Maman Hélène (Goma)
Plan de montage : Vis + Rondelle + Écrou
Pied à assembler au cadre.

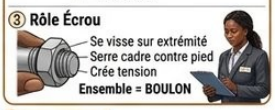
① Identification



② Rôle Vis



③ Rôle Écrou



2 Exercice 2

- Moto en panne (Inongo).
- Couvercle carter vibre/fuit.
- Vis perdue. Trou taraudé.

Vis A (H-head)	**Vis B** (headless screw)
M6 x 25	**M6 x 10**
Tête hexagonale	Sans tête, plate

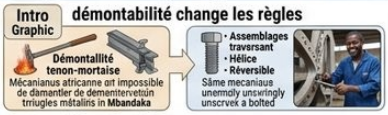


Visual Conclusion



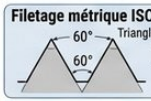
1.2. Systèmes de Filetage & Représentation Normalisée

Intro Graphic — **démontabilité change les règles**



A. Familles de Filetages

Filetage métrique ISO (M) - fixation





M10 (diamètre nominal)

Filetage trapézoïdal (Tr) - transformation mouvement





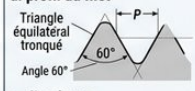
Filetage "gaz" (G ou R) - tuyauterie/plomberie





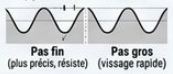
Anatomie et paramètres essentiels d'un filetage métrique ISO (M)

a. profil du filet



b. pas (P)

Pas (P) = Distance sommets consécutifs



Pas fin (plus précis, résiste) — **Pas gros** (vissage rapide)

c. diamètres



application



d. le sens de l'hélice



Filetage à droite (plus courant) — **Filetage à gauche** (empêche desserage)

Figure 1 : Réf. IMG (3958-3709-8766)

Anatomie et dimensions principales d'une vis standard H

a. Analyse Visuelle

Cette vue en coupe présente une vis à tête hexagonale. Elle met en évidence les trois zones fonctionnelles : la tête pour le serrage, le fût (ou corps lisse) qui positionne, et la partie filetée assurant la liaison mécanique par obstacle.

b. La Tête de Vis

La tête est la partie supérieure de la vis. Sa forme est conçue pour s'adapter à un outil de manœuvre (clé, tournevis). Les formes les plus courantes sont hexagonale (H), cylindrique (C), ou fraisée (F). Elle transmet le couple de serrage nécessaire pour mettre la vis en tension.

c. Le Filetage : Le Cœur de la Liaison

Le filetage est une rainure hélicoïdale taillée autour du corps de la vis. Il transforme un mouvement de rotation en un mouvement de translation. Sa caractéristique principale est le pas, noté p, qui est la distance parcourue par la vis en un tour complet.

d. Le Diamètre Nominal (d)

Le diamètre nominal, noté d, est le plus grand diamètre extérieur du filetage. Il définit la taille de la vis (par exemple M6, M8, M12 pour un filetage métrique). C'est la première information à vérifier pour s'assurer que la vis passera dans le trou prévu.

B. Classification des Vis d'Assemblage

Toutes les vis ne servent pas à la même chose. Leur classification dépend principalement de la manière dont elles assurent la liaison entre les pièces. On distingue principalement les vis qui serrent les pièces l'une contre l'autre et celles qui bloquent une pièce par pression directe.

[IMAGE: Comparaison entre une vis d'assemblage et une vis de pression]

a. Analyse Visuelle

Le schéma de gauche montre une vis d'assemblage traversant deux pièces et serrée par un écrou. À droite, une vis sans tête vient exercer une pression directe pour bloquer un arbre dans son moyeu. Les deux créent une liaison, mais par des principes physiques différents.

b. La Vis d'Assemblage (le boulon)

Cette vis traverse les pièces à assembler, qui sont ensuite serrées par un écrou. L'ensemble "vis + écrou" est appelé boulon. La force de serrage plaque les pièces l'une contre l'autre, et c'est la friction qui empêche le glissement. On l'utilise pour monter un moteur à Mbandaka ou fixer une charpente à Lubumbashi.

c. La Vis de Pression

Cette vis est généralement plus courte et souvent sans tête. Elle est vissée dans un trou taraudé et son extrémité vient appuyer fortement sur une autre pièce pour l'immobiliser. Elle ne serre pas deux pièces ensemble, elle bloque un mouvement. C'est typique pour fixer une poulie sur l'arbre d'une machine.

d. Choix de la Vis

Le choix correct entre ces types est fondamental. Utiliser une vis de pression pour un assemblage par serrage mènera à l'échec de la liaison, et inversement. La fonction dicte la technologie à employer.

L'anecdote de Papa Kanku

Papa Kanku, un vieux mécanicien respecté de Mbuji-Mayi, avait un problème avec un groupe électrogène qui vibrait anormalement. Les quatre boulons fixant le moteur au châssis avaient disparu, "empruntés" pour une autre urgence. Il a donc pris quatre vis de son stock de "ndenge na ndenge" (un peu de tout). Une était trop courte, une autre avait un pas de filetage différent, et les deux dernières n'étaient pas assez robustes. Au premier démarrage, une des vis a cassé net et le moteur a failli tomber. Ce jour-là, il a expliqué à son apprenti : "La mécanique, ce n'est pas de la magie. Une vis M12 reste une vis M12. Tu ne peux pas la remplacer par une M10 et de la prière."

Exercice 1 : Le Lit Métallique de Maman Hélène

Énoncé : Maman Hélène, à Goma, vient de recevoir un nouveau lit métallique en kit. Le plan de montage montre une vis, une rondelle et un écrou. Elle doit assembler le pied du lit au cadre principal.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification des éléments** La vis est l'élément avec une tête et une tige filetée. L'écrou est la pièce femelle avec un filetage intérieur. La rondelle est l'anneau plat.

2. **Étape 2 : Compréhension du rôle de la vis** La vis est l'élément mâle. Elle traverse les trous du pied et du cadre. Sa fonction est de servir de support à la liaison et de transmettre la force de serrage.

3. **Étape 3 : Compréhension du rôle de l'écrou** L'écrou se visse sur l'extrémité de la vis. En le tournant, il se déplace le long du filetage et vient serrer le cadre contre le pied du lit. Il crée la tension dans la vis. L'ensemble forme un boulon.

Exercice 2 : La Panne de Moto à Inongo

Énoncé : Fiston, jeune mécanicien à Inongo, doit réparer une moto dont le petit couvercle de carter vibre et laisse passer de l'huile. La vis d'origine est perdue. Dans sa boîte, il trouve deux options : - **Vis A :** Une vis M6 à tête hexagonale, longue de 25 mm. - **Vis B :** Une petite vis M6 sans tête, avec une extrémité plate, longue de 10 mm. Le trou de fixation dans le carter est taraudé (il a un filetage interne). Quelle vis doit-il utiliser ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser le besoin mécanique** Le besoin est de fixer un couvercle contre le carter pour assurer l'étanchéité et empêcher les vibrations. Cela nécessite une force de placage (serrage) sur la surface du couvercle.

2. **Étape 2 : Évaluer les options de vis** La **Vis A** est une vis d'assemblage standard. Sa tête permettra d'appuyer sur le couvercle et de le serrer contre le carter en se vissant dans le trou taraudé. La **Vis B** est une vis de pression. Si Fiston l'utilise, elle se vissera dans le carter jusqu'à ce que son extrémité plate bute contre le fond du trou. Elle n'exercera aucune force sur le couvercle.

3. **Étape 3 : Conclusion et choix final** Fiston doit utiliser la **Vis A**. C'est une vis d'assemblage dont la fonction est de créer une force de serrage grâce à sa tête. La Vis B est inadaptée pour cette application.

1.2. Systèmes de Filetage et Représentation Normalisée

a. L'hélice qui change tout

Pendant des siècles, l'assemblage reposait sur des techniques complexes comme le rivetage à chaud ou le tenon-mortaise. Ces méthodes étaient

permanentes et robustes. Un mécanicien de Mbandaka aurait eu bien du mal à démonter un vieux pont métallique sans tout détruire.

L'invention du filetage a changé les règles du jeu. Elle a introduit l'idée simple mais puissante de la démontabilité. Une vis est une hélice qui transforme un mouvement de rotation en une force de serrage immense, tout en restant réversible.

A. Les Familles de Filetages

Un filetage n'est pas universel. Son profil, c'est-à-dire la forme du filet, dépend directement de sa fonction. On distingue principalement trois grandes familles en mécanique générale.

- **Filetage métrique ISO (M)** : C'est le roi des filetages de fixation. Son profil est un triangle avec un angle de 60°. Il assure un excellent serrage et une bonne résistance à l'arrachement. C'est celui des boulons qui tiennent les roues de votre voiture. Sa désignation est simple : M10 signifie filetage métrique de 10 mm de diamètre nominal.
- **Filetage trapézoïdal (Tr)** : Son profil est un trapèze avec un angle de 30°. Il est conçu pour la transformation de mouvement (rotation en translation). On le trouve sur les vis-mères des tours, les crics ou les étaux. Il est robuste et supporte de gros efforts. Sa désignation inclut le pas : Tr 20x4 signifie filetage trapézoïdal de 20 mm de diamètre et de 4 mm de pas.
- **Filetage "gaz" (G ou R)** : Utilisé en tuyauterie et plomberie. Son profil triangulaire a un angle de 55°. Sa forme spécifique, souvent conique (R), garantit l'étanchéité de l'assemblage pour les fluides.

[IMAGE: Anatomie et paramètres essentiels d'un filetage métrique ISO (M)]

a. Le profil du filet

L'illustration montre un triangle équilatéral tronqué, caractéristique du filet ISO. L'angle au sommet est de 60°. Cette forme garantit une excellente résistance à l'arrachement pour les assemblages de fixation, comme ceux d'un moteur de camion à Matadi.

b. Le pas (P)

Le pas est la distance entre deux sommets consécutifs du même filet. C'est une dimension critique. Un pas fin offre un serrage plus précis et résiste mieux aux vibrations. Un pas gros permet un vissage plus rapide et simple.

c. Diamètres nominal, sur flancs et à fond de filet

On distingue le diamètre extérieur de la vis (diamètre nominal d), le diamètre sur flancs (d_2) et le diamètre à fond de filet (d_3). Le diamètre nominal, précédé de la lettre "M", désigne la vis. Par exemple, M10 pour une vis de 10 mm.

d. Le sens de l'hélice

La plupart des vis ont un filetage à droite : on visse en tournant dans le sens horaire. Le filetage à gauche, plus rare, empêche le desserrage dû à la rotation (pédale de vélo gauche, certaines lames de tondeuse).

B. Le Dessin Technique des Vis et Trous Taraudés

Dessiner un filetage en entier serait long et inutile. La normalisation a donc défini des règles de représentation simples et efficaces.

Pour une **vis vue de l'extérieur** : - Le diamètre nominal (sommet des filets) est en **trait fort continu**. - Le fond des filets est en **trait fin continu**.

Pour un **trou taraudé (fileté) vu en coupe** : - Le diamètre de perçage (fond des filets) est en **trait fort continu**. - Le diamètre nominal du filetage est en **trait fin continu**.

La règle est donc simple : le trait fort représente toujours la matière vue.

Figure 2 : Réf. IMG (7871-9649-5763)

Représentation normalisée d'un trou taraudé borgne et d'une vis

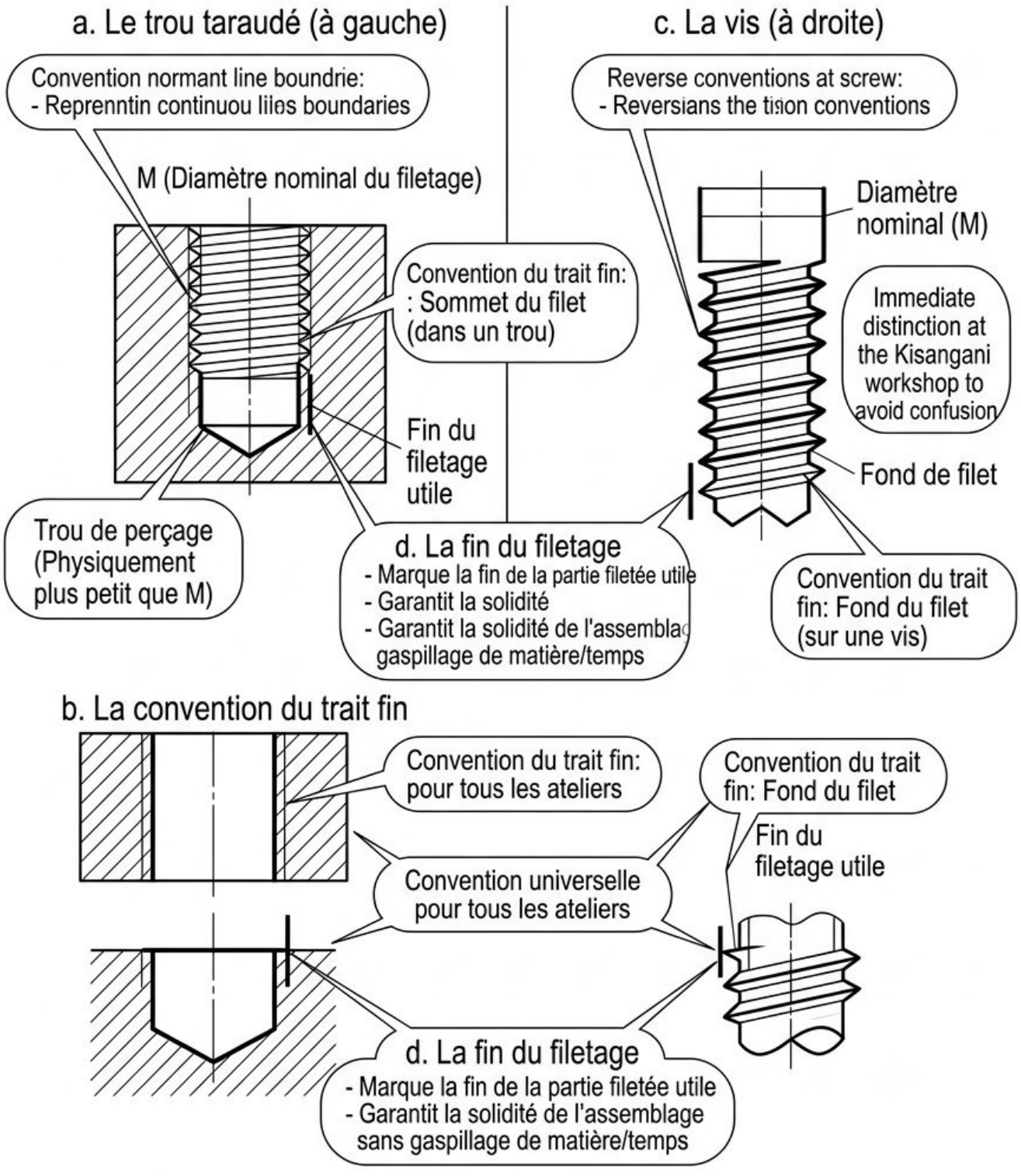


Figure 2 : Réf. IMG (7871-9649-5763)

Représentation normalisée d'un trou taraudé borgne et d'une vis

a. Le trou taraudé (à gauche)

Le dessin représente un trou ne traversant pas la pièce (borgne). Le trait fin continu symbolise le diamètre nominal du filetage (M). Le trait fort représente le trou de perçage, qui est physiquement plus petit que le diamètre nominal du taraudage.

b. La convention du trait fin

Le trait fin est crucial. Il indique la présence d'un filetage sans avoir à le dessiner. Sur une vis, il représente le fond du filet. Dans un trou, il représente le sommet du filet. C'est une convention universelle pour tous les ateliers.

c. La vis (à droite)

Inversement, sur la vis, le trait fort est à l'extérieur (diamètre nominal) et le trait fin est à l'intérieur (fond de filet). Cette distinction visuelle immédiate évite toute confusion à l'atelier de Kisangani, où l'on doit fabriquer la bonne pièce du premier coup.

d. La fin du filetage

Un trait fort perpendiculaire à l'axe marque la fin de la partie filetée utile. Cela permet au dessinateur de spécifier précisément la longueur de vissage nécessaire pour un assemblage, garantissant sa solidité sans gaspiller de matière ou de temps d'usinage.

■ ■ ■

L'anecdote du mécanicien de Lubumbashi

Papa Kanku, un mécanicien expérimenté du quartier Kamalondo, travaillait sur une vieille pompe à eau importée d'Europe. Un gros écrou refusait obstinément de se desserrer. "La rouille du Katanga a soudé ça !", pestait-il en forçant dans le sens anti-horaire. Son jeune apprenti, Mwanza, observait la scène. Après un moment, il dit timidement : "Vieux Kanku, sur l'axe de la turbine, il y a une petite flèche qui tourne dans l'autre sens." Intrigué, Kanku essaya de tourner l'écrou dans le sens horaire, le sens normal du serrage. L'écrou se débloqua aussitôt. C'était un filetage à gauche, conçu pour que la rotation de la pompe

ne le desserre pas. Kanku, souriant, comprit que même après 30 ans de métier, une hélice peut toujours vous surprendre.

Exercice 1 : Identification sur plan

Énoncé : Un apprenti de l'atelier de Bukavu, Fiston, reçoit un plan. Il lit la notation "Trou borgne M12 - Prof. taraudée 20". Il doit préparer le perçage de la pièce. Quel diamètre de foret doit-il choisir ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Décodage de la notation** La notation "M12" indique un filetage métrique ISO de diamètre nominal 12 mm.
2. **Étape 2 : Détermination du diamètre de perçage** Pour créer un filetage, on doit d'abord percer un trou plus petit que le diamètre nominal. La règle pratique est : Diamètre de perçage ≈ Diamètre nominal x 0.85. Calcul : $12\,\text{mm} \times 0.85 = 10.2\,\text{mm}$.
3. **Étape 3 : Choix du foret standard** Le diamètre de foret standard le plus proche de 10.2 mm est le foret de 10.2 mm. Si non disponible, un foret de 10.5 mm est une alternative acceptable, mais moins optimale. Fiston doit donc chercher un foret de 10.2 mm dans le magasin.

Exercice 2 : Le cas de la presse à huile de palme

Énoncé : Dans le Kwilu, une équipe assemble une nouvelle presse à huile de palme. La vis sans fin qui pousse la pulpe porte la gravure "Tr 40x7". Pourquoi utiliser ce type de filetage et que signifie la désignation ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse de la désignation**
   - **Tr** : Indique un filetage de profil Trapézoïdal.
   - **40** : Correspond au diamètre nominal de la vis en millimètres.
   - **7** : Correspond au pas du filetage en millimètres ($P = 7\,\text{mm}$).
2. **Étape 2 : Justification du profil trapézoïdal** Le profil trapézoïdal est utilisé car sa fonction n'est pas de serrer (fixation), mais de transmettre un effort important et un mouvement précis. Le profil trapézoïdal est plus robuste et s'use moins vite qu'un profil triangulaire (M) sous de fortes charges axiales. C'est idéal pour une presse qui doit pousser avec force.

3. **Étape 3 : Implication fonctionnelle** Cette vis est une "vis de manœuvre". Chaque fois que la vis fait un tour complet, elle avance linéairement de 7 mm (la valeur du pas), poussant la pulpe de palme avec une force considérable. C'est un système de transformation de mouvement.

1.3. Organes annexes, freinage et principes de serrage

a. L'importance des détails

Même si un assemblage vis-écrou paraît simple, son efficacité dépend de détails souvent invisibles. Une vis bien choisie est une chose, mais garantir qu'elle ne se desserre pas sous les vibrations d'une route près de Mbuji-Mayi est une tout autre affaire.

Cette fragilité apparente a conduit les ingénieurs à inventer des solutions ingénieuses. Les rondelles, les contre-écrous et d'autres dispositifs ne sont pas de simples décorations. Ce sont des gardiens silencieux qui assurent la sécurité et la longévité des machines les plus complexes.

A. Les rondelles : plus qu'un simple disque de métal

Une rondelle est un disque mince avec un trou, généralement placé entre l'écrou (ou la tête de vis) et la pièce à serrer. Ses fonctions principales varient selon son type.

Les types de rondelles les plus courants sont : - **La rondelle plate (d'appui)** : Elle sert principalement à répartir l'effort de serrage sur une plus grande surface. Cela protège la pièce contre les marques et la déformation. - **La rondelle Grower (élastique)** : C'est une rondelle fendue et déformée. En s'aplatissant lors du serrage, elle exerce une pression constante sur l'écrou, créant un freinage par élasticité. Elle s'oppose au desserrage dû aux vibrations. - **La rondelle à dents (contact)** : Ses dents s'incrustent dans la surface de la pièce et de l'écrou. Ce freinage mécanique est très efficace mais peut endommager les surfaces.

B. Le freinage des écrous

Le freinage vise à empêcher la rotation non désirée d'un écrou. Il existe deux grandes familles de solutions.

a. Freinage par adhérence

Cette méthode augmente le frottement pour rendre le desserrage plus difficile. - **Le contre-écrou** : Il s'agit d'un deuxième écrou serré fortement contre le premier. La pression entre les filets des deux écrous crée un blocage efficace. - **L'écrou autofreiné (type Nylstop)** : Cet écrou possède une bague en nylon ou en plastique. Lors du vissage, la bague est déformée par les filets de la vis, ce qui génère une forte adhérence et un effet de freinage permanent.

b. Freinage par obstacle

Cette méthode utilise un élément mécanique pour bloquer physiquement la rotation de l'écrou. - **La goupille fendue avec écrou à créneaux** : L'écrou possède des fentes (créneaux). Une fois l'écrou serré, on aligne un créneau avec un trou percé dans la vis. On insère une goupille dans le trou pour immobiliser l'écrou. - **La plaquette-frein** : C'est une languette métallique qui est rabattue contre un pan de l'écrou pour l'empêcher de tourner.

C. Le serrage contrôlé

Un serrage correct est crucial. Un serrage trop faible ne tiendra pas. Un serrage trop fort peut casser la vis ou déformer la pièce.

Le couple de serrage, noté C, est la force de rotation appliquée pour atteindre la tension F_0 souhaitée dans la vis. Il est calculé pour étirer la vis dans sa zone élastique, sans la déformer de façon permanente. Une formule approchée est :

$$C \approx 0.2 \times F_0 \times d$$

Où d est le diamètre nominal de la vis. L'outil spécifique pour appliquer un couple précis est la clé dynamométrique.

Le génie de Papa Mado

Dans son petit atelier de Kisangani, Papa Mado devait réparer le groupe électrogène de l'hôpital local. Le moteur vibrait tellement que les écrous de fixation se desserraient toutes les deux heures. Il n'avait ni écrous Nylstop ni rondelles Grower sous la main. Les livraisons depuis Kinshasa prenaient des semaines. L'ingéniosité était sa seule ressource. Il a pris des écrous standards supplémentaires dans sa caisse. Pour chaque vis, il a d'abord serré un premier écrou, puis il a vissé un second écrou juste derrière, en le bloquant très fort contre le premier. Il venait d'appliquer la technique du "contre-écrou". Grâce à

cette astuce simple, le groupe électrogène a pu fonctionner sans interruption, assurant l'alimentation de l'hôpital.

Exercice 1 : Le choix de la bonne rondelle

Énoncé : Maman Hélène gère un petit moulin à manioc à Bandundu. Le moteur qui entraîne la meule vibre énormément. Les écrous fixant le moteur à son support en acier se desserrent constamment. Dans sa boîte, elle trouve des rondelles plates et des rondelles Grower. Laquelle doit-elle choisir pour résoudre son problème durablement ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier la cause du problème** La cause principale du desserrage est la forte vibration du moteur. La solution doit donc s'opposer à cet effet.
2. **Étape 2 : Évaluer la fonction de chaque rondelle** La rondelle plate sert à répartir la pression. Elle ne possède aucune propriété de freinage. Elle ne résoudra pas le problème des vibrations. La rondelle Grower est élastique. En étant écrasée, elle pousse continuellement sur l'écrou et la pièce, créant une tension qui empêche le desserrage par vibration.
3. **Étape 3 : Conclure** Maman Hélène doit impérativement utiliser les rondelles Grower. Elles sont spécifiquement conçues pour le freinage d'écrou dans des conditions de vibrations.

Exercice 2 : Sécuriser un axe de roue

Énoncé : Fiston, jeune apprenti dans un garage de Matadi, doit remonter la roue d'une moto. Son patron lui donne un "écrou à créneaux" et lui demande d'assurer un "freinage par obstacle" absolu. L'axe fileté de la roue est percé d'un trou transversal. Quel organe Fiston doit-il utiliser pour finaliser le montage ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser les éléments disponibles** Fiston a un écrou à créneaux (avec des fentes) et un axe percé d'un trou. Le principe est celui d'un blocage physique.
2. **Étape 2 : Déduire le mécanisme de verrouillage** Les créneaux de l'écrou sont faits pour s'aligner avec le trou de l'axe. Un objet doit passer à travers les deux pour créer un obstacle à la rotation.

3. **Étape 3 : Identifier l'organe manquant** L'organe manquant est une **goupille fendue**. Fiston doit visser l'écrou, aligner l'un de ses créneaux avec le trou, insérer la goupille fendue, puis écarter les deux pattes de la goupille pour la verrouiller. Le montage est alors totalement sécurisé.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590