Code :
RDC231607

DOMAINE : SCIENCES APPLIQUÉES

OPTION : ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

Principes et applications de l'électricité en industrie.

3e
ANNÉE DES HUMANITÉS



ÉDITION 2026

PROGRAMME DE LA RDC



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Généraux du Cours 1

- 1. Finalités Compétentielles 1
- 2. Finalités Opérationnelles 1

Approche Pédagogique et Méthodologique 2

- 1. Finalités Pédagogiques 2
- 2. Démarche Méthodologique 2

Matériel et Ergonomie 2

- 1.1. La Sanctuarisation de l'Équipement Technique 2
- 1.2. L'Ergonomie du Poste de Dessin : Condition de la Précision 3

Bibliographie et Références Techniques 3

- 1. Fondements Normatifs 3
- 2. Références Pédagogiques Fondamentales 3
- 3. Documentation Technique Professionnelle 3

PARTIE 1. ANALYSE ET LECTURE DE PLANS D'ENSEMBLE MÉCANIQUES **5**

Du moteur au plan : une langue universelle 5

Le plan d'ensemble : la carte maîtresse de l'assemblage 5

La nomenclature et les repères : le décodeur du mécanicien 5

L'objectif : penser comme un concepteur, agir comme un technicien 5

CHAPITRE 1. RAPPELS ET NORMALISATION AVANCÉE **6**

1.1. Les conventions de représentation normalisée 6

- a. Un langage technique universel 6
- A. Les types de traits et leur signification 6
- B. La disposition normalisée des vues 6
- C. Les coupes pour révéler l'intérieur 7

FIGURE 1 : RÉF. IMG (3029-5306-5052) **9**

Représentation en coupe d'un piston simple pour moteur à essence 9

- Scénarios et Exercices 9

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1.2. Les coupes et sections complexes....11
- a. Le défi de la transparence....11
- A. La coupe brisée à plans parallèles....11

FIGURE 2 : RÉF. IMG (8275-4804-5497)....13

Représentation d'une coupe brisée à plans parallèles sur un carter....13
- B. La coupe brisée à plans sécants....13

1.3. Cotation fonctionnelle, repérage et nomenclature....15
- a. Le dialogue silencieux des pièces....15
- A. La Cotation Fonctionnelle : Le Langage du Montage....15

FIGURE 3 : RÉF. IMG (0945-4106-5538)....18

Vue en coupe d'un assemblage mécanique avec repérage et cotation....18
- B. Repérage et Nomenclature : La Carte d'Identité des Pièces....18

CHAPITRE 2. ANALYSE DES LIAISONS MÉCANIQUES....21

2.1. Les liaisons encastrement (Fixes)....21
- a. Le secret du maçon de Matadi....21
- A. Définition et degrés de liberté (DDL)....21

FIGURE 4 : RÉF. IMG (1670-2172-7738)....23

Symbole normalisé et exemple d'une liaison encastrement sur un moteur....23
- B. Technologies de réalisation....23

2.2. Le guidage en rotation (liaison pivot) et en translation (liaison glissi....25
- a. Introduction : le contrôle du mouvement....25
- A. Le guidage en rotation : la liaison pivot....25

FIGURE 5 : RÉF. IMG (5142-3370-6392)....28

Représentation schématique et normalisée d'une liaison pivot complète....28
- B. Le guidage en translation : la liaison glissière....28

FIGURE 6 : RÉF. IMG (8692-5150-2493)....30

Schéma de principe d'une liaison glissière et sa symbolisation....30
- a. La sagesse du vieux mécanicien....30

2.3. Les systèmes d'étanchéité statique et dynamique....32
- a. Une question de fuite....32

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. L'étanchéité statique : l'immobilité contrôlée.....32
- B. L'étanchéité dynamique : le défi du mouvement.....33

FIGURE 7 : RÉF. IMG (3897-1377-8071).....35

Comparaison visuelle entre un joint plat et un joint à lèvre.....35

- Scénarios et Exercices.....35

CHAPITRE 3. ÉTUDE DES ORGANES DE TRANSMISSION.....37

3.1. L'embrayage et ses commandes.....37

- a. Le pacte entre le moteur et les roues.....37
- A. Rôle et Principe de Fonctionnement.....37

FIGURE 8 : RÉF. IMG (9057-9214-7463).....39

Vue éclatée d'un système d'embrayage à diaphragme et ses composants.....39

- B. Les Systèmes de Commande.....39

FIGURE 9 : RÉF. IMG (0416-1419-9565).....41

Schéma cinématique d'une commande d'embrayage hydraulique du pédalier à la bu.....41

- Scénarios et Exercices.....41

3.2. La boîte de vitesses manuelle.....43

- a. La logique du changement de vitesse.....43
- A. Rôle et principe de fonctionnement.....43
- B. Composants principaux sur un plan d'ensemble.....44

FIGURE 10 : RÉF. IMG (6766-9148-9090).....46

Vue éclatée d'une boîte de vitesses manuelle et ses composants.....46

- C. Représentation schématique des rapports.....46

FIGURE 11 : RÉF. IMG (1279-3503-2920).....48

Coupe schématique montrant le flux de puissance pour deux rapports.....48

- Une panne sur la route de l'Équateur.....48

3.3. Le différentiel, le pont arrière et les joints homocinétiques.....50

- a. La roue extérieure et la roue intérieure.....50
- A. Le Différentiel : Le chef d'orchestre des roues.....50

FIGURE 12 : RÉF. IMG (2376-6580-2389).....53

Vue éclatée d'un différentiel automobile standard avec ses engrenages.....53

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Le Pont Arrière : La colonne vertébrale de la transmission.....53
- C. Les Joints Homocinétiques : Les articulations souples de la puissance.....54

FIGURE 13 : RÉF. IMG (8996-3860-5346).....56

Coupe transversale d'un joint homocinétique de type Rzeppa (à billes).....56

- a. Le "clac-clac-clac" du taxi de Matadi.....56

CHAPITRE 4. ÉTUDE DES ORGANES DE LIAISON AU SOL.....59

4.1. Géométrie de direction et systèmes de suspension.....59

- a. Introduction : La science cachée du contact au sol.....59
- A. Les Angles Fondamentaux de la Géométrie.....59

FIGURE 14 : RÉF. IMG (9589-3706-4950).....61

Visualisation des angles fondamentaux de la géométrie de direction.....61

- B. Les Principaux Systèmes de Suspension.....61

4.2. Systèmes de freinage à tambour et à disque.....63

- a. Le principe universel du freinage.....63
- A. Le freinage à tambour : la force expansive.....64

FIGURE 15 : RÉF. IMG (7470-7434-8828).....66

Vue éclatée comparative d'un frein à tambour et d'un frein à disque.....66

- B. Le freinage à disque : la force de pincement.....66

4.3. Les moyeux et roulements de roue.....68

- a. Le paradoxe de la roue fixe.....68
- A. Le moyeu de roue : le pivot de la liaison.....68
- B. Les roulements : l'art de tourner sans frotter.....69

FIGURE 16 : RÉF. IMG (0890-6142-1723).....71

Vue éclatée d'un ensemble moyeu-roulement de roue avant de type conique.....71

- C. Lecture d'un plan d'ensemble de roue.....71

PARTIE 2. DESSIN DE DÉFINITION ET PLANS D'ATELIER.....74

a. Du concept à la pièce finie.....74

b. Le dessin de définition : la carte d'identité technique.....74

c. Le plan d'ensemble : la vision du puzzle.....74

d. Un langage universel pour l'atelier.....74

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

CHAPITRE 5. EXTRACTION DE DÉTAILS ET MISE EN PAGE.....75

5.1. Choix des vues, mise en position, échelle et cartouche.....75

- a. L'art de la clarté.....75
- A. Le Choix Stratégique des Vues.....75

FIGURE 17 : RÉF. IMG (9549-8833-7888).....77

Disposition des vues pour une pièce de support moteur automobile.....77

- B. La Mise en Position et l'Échelle.....77
- C. Le Cartouche : La Carte d'Identité du Plan.....78

FIGURE 18 : RÉF. IMG (7622-2101-5615).....80

Détail d'un cartouche de dessin technique normalisé pour l'industrie.....80

- Anecdote pour la route.....80

5.2. Représentation des formes technologiques.....82

- a. De la forge à la norme.....82
- A. Les gorges et dégagements.....82

FIGURE 19 : RÉF. IMG (1360-0477-8066).....84

Représentation normalisée d'une gorge sur un arbre mécanique.....84

- B. Les congés et chanfreins.....84

FIGURE 20 : RÉF. IMG (0824-3614-3843).....87

Distinction visuelle entre un congé (arrondi) et un chanfrein (biseau).....87

- L'anecdote du camion-citerne à Kindu.....87

5.3. Cotation dimensionnelle complète et surfaces de référence.....89

- a. Le pacte de l'interchangeabilité.....89
- A. La double logique de la cotation.....89
- B. L'origine de toute mesure : la surface de référence.....90

FIGURE 21 : RÉF. IMG (2205-4124-5747).....92

Cotation d'un support de boîte de vitesses avec références A, B, C.....92

- Scénarios et Exercices.....92

CHAPITRE 6. TOLÉRANCEMENT DIMENSIONNEL ET GÉOMÉTRIQUE.....95

6.1. Les tolérances dimensionnelles (système ISO).....95

- a. De l'artisanat à l'industrie.....95

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Le principe de l'interchangeabilité.....95
- B. Cotes et Écarts (Le langage de la précision).....95

FIGURE 22 : RÉF. IMG (6686-4866-6175).....98

Représentation graphique d'une tolérance dimensionnelle sur un arbre.....98

- C. Le système d'ajustement ISO.....98

6.2. Les tolérances géométriques de forme et de position.....100

- a. La précision antique et la mécanique moderne.....100
- A. Au-delà de la mesure : la géométrie.....101

FIGURE 23 : RÉF. IMG (4162-0972-3568).....103

Le cadre de tolérance et le symbole de planéité sur un dessin.....103

- B. Les familles de tolérances géométriques.....103

FIGURE 24 : RÉF. IMG (2497-0603-2465).....105

Comparaison visuelle entre défaut de forme et conformité géométrique.....105

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....106

6.3. Les tolérances d'orientation et de battement.....107

- a. La quête de l'alignement parfait.....107
- A. Tolérances d'orientation : Perpendicularité, Parallélisme, Inclinaison.....108
- B. Le cas particulier du battement : Simple et Total.....108

FIGURE 25 : RÉF. IMG (8376-4901-1172).....110

Symboles de tolérancement géométrique sur un plan de moyeu de roue.....110

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....110

CHAPITRE 7. ÉTATS DE SURFACE ET MATÉRIAUX.....113

7.1. La rugosité des surfaces (Ra, Rz).....113

- a. Une question de perception.....113
- A. La rugosité : une empreinte digitale mécanique.....113

FIGURE 26 : RÉF. IMG (8588-1744-1687).....115

Profil de rugosité d'une surface usinée avec indication de Ra.....115

- B. Les critères chiffrés : Ra et Rz.....115

FIGURE 27 : RÉF. IMG (0399-8650-0408).....118

Application du symbole de rugosité sur un dessin de définition d'arbre.....118

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Anecdote d'atelier.....118

7.2. Indication des traitements thermiques et de surface.....120

- a. De la forge à l'atelier moderne.....120
- A. Principe de l'indication sur le dessin.....120
- B. Les principaux traitements et leur notation.....120

FIGURE 28 : RÉF. IMG (0539-1743-6258).....123

Indication d'une trempe locale sur un axe d'entraînement.....123

- C. Scénarios et Exercices.....123

7.3. Désignation normalisée des matériaux (ferreux, non ferreux, synthétiques).....125

- a. La carte d'identité des métaux.....125
- A. Les matériaux ferreux : le règne de l'acier et de la fonte.....125
- B. Les matériaux non ferreux : légèreté et conductivité.....126

FIGURE 29 : RÉF. IMG (1507-4166-3961).....128

Tableau comparatif des désignations pour acier, fonte et aluminium.....128

- C. Les matériaux synthétiques (plastiques).....128

CHAPITRE 8. RÉALISATION DE PLANS D'ATELIER.....131

8.1. Le dessin de pièces de révolution et prismatiques.....131

- a. Le point de départ : la forme brute.....131
- A. La pièce de révolution : la symétrie comme guide.....131

FIGURE 30 : RÉF. IMG (2998-0953-6333).....133

Comparaison visuelle entre une pièce de révolution et une pièce prismatique.....133

- B. La pièce prismatique : la nécessité des vues multiples.....133

8.2. Le dessin de roues dentées et la validation du plan.....135

- a. Le paradoxe de l'engrenage.....135
- A. La représentation conventionnelle d'une roue dentée.....135

FIGURE 31 : RÉF. IMG (8403-5429-2208).....138

Représentation normalisée d'une roue dentée cylindrique à denture droite.....138

- B. Le tableau des spécifications et la validation du plan.....138

FIGURE 32 : RÉF. IMG (8779-4947-3826).....140

Exemple de cartouche et tableau de spécifications pour un plan d'atelier.....140

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. L'anecdote de la boîte de vitesses de Goma..... 140

PARTIE 3. DOCUMENTATION TECHNIQUE ET SCHÉMATISATION..... 143

Le plan avant l'action..... 143

Une famille de documents..... 143

Décoder le langage des constructeurs..... 143

De l'apprenti à l'expert..... 143

CHAPITRE 9. SCHÉMATISATION DES CIRCUITS FLUIDES..... 144

9.1. Symboles hydrauliques et pneumatiques..... 144

- a. L'erreur du débutant..... 144
- A. La grammaire des symboles : Principes de base..... 144

FIGURE 33 : RÉF. IMG (3462-6434-2837)..... 146

Symboles fondamentaux des circuits hydrauliques et pneumatiques..... 146

- B. Lecture d'un distributeur..... 146

FIGURE 34 : RÉF. IMG (6245-1929-5814)..... 148

Décoder un distributeur 4/3 à commande électro-hydraulique..... 148

- Une histoire de douane à Kasumbalesa..... 148

9.2. Lecture de schémas de freinage et de direction assistée..... 150

- a. Le langage silencieux de la sécurité..... 150
- A. Décoder le schéma d'un circuit de freinage..... 150

FIGURE 35 : RÉF. IMG (5840-4431-8127)..... 153

Schéma normalisé d'un circuit de freinage hydraulique en X simple..... 153

- B. Comprendre la direction assistée hydraulique..... 153

CHAPITRE 10. EXPLOITATION DE LA DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR..... 156

10.1. Lecture de catalogues de pièces et de manuels d'atelier..... 156

- a. Le mécanicien et la bibliothèque..... 156
- A. Le Catalogue de Pièces de Rechange (EPC)..... 156

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3479-1706-7940)..... 158

Vue éclatée d'un système de freinage dans un catalogue de pièces..... 158

- B. Le Manuel d'Atelier..... 158

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

10.2. Interprétation des abaques et graphiques de performance.....161
- a. Le langage silencieux du moteur.....161
- A. Le graphique de performance : radiographie du moteur.....161
- B. L'abaque : l'outil d'aide à la décision.....162

FIGURE 37 : RÉF. IMG (3599-7350-2973).....164

Abaque simple pour la sélection d'un rapport de boîte de vitesses.....164
- C. Scénarios et exercices.....164

10.3. Recherche d'informations dans les normes techniques.....166
- a. Le besoin universel de standardisation.....166
- A. Les grandes familles de normes techniques.....166

FIGURE 38 : RÉF. IMG (2766-4434-9743).....169

Comparaison visuelle des normes pour une même vis hexagonale M10.....169
- B. Méthodologie de recherche d'une information.....169

FIGURE 39 : RÉF. IMG (5659-6780-5556).....172

Extrait d'une documentation technique avec référence à une norme d'huile.....172
- Scénarios et Exercices.....172

CHAPITRE 11. REPRÉSENTATIONS SPATIALES ET PERSPECTIVES.....175

11.1. Les perspectives cavalière et isométrique.....175
- a. L'illusion de la 3D sur papier.....175
- A. La Perspective Cavalière : La vue de face d'abord.....175

FIGURE 40 : RÉF. IMG (7170-6724-2103).....177

Représentation d'un cube en perspective cavalière : une face non déformée.....177
- B. La Perspective Isométrique : L'équilibre des trois axes.....177

FIGURE 41 : RÉF. IMG (3760-1481-8364).....179

Cube en perspective isométrique : les trois axes à 120 degrés.....179
- b. Anecdote du garage de Lubumbashi.....179

11.2. Réalisation et analyse de vues éclatées.....181
- a. La carte au trésor du mécanicien.....181
- A. Le principe de la vue éclatée.....181
- B. Règles fondamentales de représentation.....182

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 42 : RÉF. IMG (4637-6345-6203) **184**

Vue éclatée d'un étrier de frein automobile et ses composants 184

FIGURE 43 : RÉF. IMG (9654-0564-7053) **186**

Schéma éclaté d'une pompe à eau de moteur 186

- C. Analyse fonctionnelle par la vue éclatée 186

11.3. Introduction aux principes du Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) 188

- a. La fin d'une époque 188
- A. Du papier à l'écran : une définition du DAO 189

FIGURE 44 : RÉF. IMG (1300-5846-6138) **191**

Interface d'un logiciel DAO moderne avec une pièce automobile complexe 191

- B. Les deux mondes de la DAO : 2D et 3D 191

FIGURE 45 : RÉF. IMG (8322-8889-6726) **194**

Processus de création d'une bielle du 2D vers le 3D 194

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 194

CHAPITRE 12. PROJET DE SYNTHÈSE INTERDISCIPLINAIRE **197**

12.1. Analyse fonctionnelle et structurelle d'un système complet 197

- a. Du "Pourquoi" au "Comment" 197
- A. L'Analyse Fonctionnelle : Le Service Rendu 197
- B. L'Analyse Structurelle : La Réponse Matérielle 197

FIGURE 46 : RÉF. IMG (9371-9123-1682) **200**

Diagramme "bête à cornes" appliqué à un cric de voiture 200

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 200

12.2. Relevé de cotes sur pièce réelle et réalisation du croquis 202

- a. L'héritage de la standardisation 202
- A. La Méthodologie du Relevé : L'art de l'observation 202
- B. Les Outils du Métrologue : Précision et Fiabilité 202

FIGURE 47 : RÉF. IMG (3837-8289-2630) **204**

Du réel au papier : mesurer une bielle avec un pied à coulisse 204

- C. Le Croquis Coté : La Traduction Graphique 204

12.3. Réalisation du dessin de définition et constitution du dossier technique 206

- a. Du parchemin au plan numérique.....206
- A. Le Dessin de Définition : La Carte d'Identité de la Pièce.....207

FIGURE 48 : RÉF. IMG (0131-2430-4192).....209

Exemple de dessin de définition pour une bielle de moteur.....209

- B. Le Dossier Technique : L'Encyclopédie du Produit.....209

ANNEXES.....212

Aide-mémoire des Normes de Dessin.....212

- A. Les Formats Normalisés (ISO 216).....212
- B. Les Types de Traits et Leurs Applications (ISO 128).....212
- C. L'Écriture Normalisée (ISO 3098).....213
- D. Principes Fondamentaux de la Cotation (ISO 129).....213
- E. Disposition des Vues (ISO 5456-2).....214
- F. Représentation en Coupe.....214
- G. Introduction au Tolérancement Géométrique (ISO 1101).....215

Tableaux des Ajustements et Tolérances.....215

- A. Terminologie Fondamentale (Norme ISO 286).....215
- B. Le Système ISO d'Ajustements.....216
- C. Types d'Ajustements et Systèmes de Référence.....218
- D. Méthodologie de Calcul des Ajustements.....219

Symboles de Schématisation.....220

- A. Schématisation Cinématique : Principes et Liaisons.....220
- B. Schématisation Technologique et de Fabrication.....221
- C. Schématisation des Circuits de Fluides et Électriques.....222

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Généraux du Cours

Ce programme de troisième année vise à amener l'élève à une maîtrise experte des outils de communication technique propres à la mécanique automobile. Il ne s'agit plus de découvrir, mais de consolider et de systématiser des compétences pour une application professionnelle directe.

1. Finalités Compétentielles

1.1. Maîtrise de la Sémantique Graphique

L'élève doit interpréter sans ambiguïté et produire des dessins techniques complexes. Cette compétence inclut la lecture des tolérances géométriques et dimensionnelles, des états de surface et des spécifications de traitement thermique, conformément aux normes ISO.

1.2. Développement du Raisonnement Spatial et Analytique

Au-delà de la projection orthogonale, l'élève doit pouvoir mentalement faire la corrélation entre une vue en coupe, une vue éclatée et le fonctionnement réel d'un sous-système mécanique (boîte de vitesses, différentiel). Il développe une capacité à déduire une fonction à partir d'une forme.

2. Finalités Opérationnelles

2.1. Autonomie dans la Production Documentaire

L'élève doit être capable de réaliser, à partir d'un cahier des charges ou d'une pièce existante, un dossier technique complet. Cela comprend le dessin de définition, le dessin d'ensemble et la nomenclature associée, que ce soit pour une fabrication ou une réparation.

2.2. Préparation à la Certification et au Milieu Professionnel

Le cours prépare intensivement aux épreuves du TENASOSP et de l'Examen d'État. Il dote l'élève des aptitudes graphiques indispensables pour le diagnostic de pannes, la planification d'une maintenance ou la commande de pièces de rechange dans un atelier à Mbandaka comme à Mbuji-Mayi.

Approche Pédagogique et Méthodologique

1. Finalités Pédagogiques

La formation en dessin industriel automobile dépasse la simple maîtrise du tracé. Elle structure une compétence duale : la lecture et la production de documents techniques. L'élève apprend à traduire une réalité mécanique tridimensionnelle, comme un vilebrequin ou une boîte de vitesses, en une représentation bidimensionnelle normalisée. Il acquiert également la capacité inverse, soit l'interprétation d'un plan pour visualiser l'objet réel dans ses moindres détails. Cette discipline impose une rigueur intellectuelle et graphique absolue, préparant l'élève aux exigences du milieu professionnel où l'erreur de lecture est inacceptable.

2. Démarche Méthodologique

Une progression didactique rigoureuse ancre les apprentissages. Chaque concept est introduit par l'observation et la manipulation d'une pièce mécanique concrète, issue d'un moteur de Goma ou d'un châssis de Kananga. Cette démarche sensorielle précède l'abstraction graphique. Ensuite, la maîtrise des normes (vues, coupes, sections, cotation fonctionnelle) est systématisée de manière itérative, en allant du simple au complexe. L'articulation permanente entre l'atelier et la salle de dessin est donc fondamentale. L'autonomie de l'élève est la visée ultime : être capable de lire, corriger ou créer un plan technique pour répondre à une problématique de fabrication ou de maintenance.

Matériel et Ergonomie

1.1. La Sanctuarisation de l'Équipement Technique

L'acquisition du matériel de dessin industriel constitue un postulat pédagogique fondamental. Sa maîtrise précède toute tentative de représentation normalisée. L'exigence porte sur la qualité irréprochable des instruments : compas de précision, trace-cercles, porte-mines à calibres variés (0.3, 0.5, 0.7 mm), lattes et équerres sans défaut. Il est crucial d'inculquer à l'élève que la précision d'une cote sur le papier garantit la montabilité d'une pièce sur un moteur à Gbadolite ou à Lubumbashi. La qualité du trait est la signature de la rigueur intellectuelle du futur technicien. Un équipement défaillant induit une pensée approximative et un travail final inexploitable.

1.2. L'Ergonomie du Poste de Dessin : Condition de la Précision

Au-delà des instruments, l'organisation de l'espace de travail est un préalable incontournable à la performance. L'ergonomie du poste de dessin influence directement la concentration et la qualité d'exécution. Une posture correcte, avec un dos droit et des avant-bras reposant sur la planche, diminue la fatigue et les erreurs de parallaxe. L'éclairage doit être suffisant et orienté pour éviter les ombres portées sur la zone de traçage. L'enseignant doit insister sur la systématisation d'un plan de travail propre et ordonné, où chaque outil possède une place définie. Cet environnement favorise une exécution fluide et limite la charge mentale, permettant à l'élève de se consacrer entièrement à la résolution technique du dessin.

Bibliographie et Références Techniques

1. Fondements Normatifs

La rigueur du dessin industriel exige une unification du langage graphique. Ce manuel adopte de manière stricte les conventions et symboles issus des normes internationales ISO (Organisation Internationale de Normalisation). Une attention particulière est portée aux normes régissant les projections orthogonales (méthode européenne), la cotation fonctionnelle, les tolérances géométriques et dimensionnelles, ainsi que la représentation des états de surface. La maîtrise de ce corpus normatif garantit la production de dessins techniques interprétables sans ambiguïté par tout professionnel du secteur, du Kongo Central à la Province Orientale.

2. Références Pédagogiques Fondamentales

Certains ouvrages constituent la mémoire technique de la discipline. Le *Guide du dessinateur industriel* (Chevalier) a servi de référence principale pour les données techniques, les tableaux de standards et les éléments de construction mécanique. Sa structure exhaustive fournit un complément indispensable aux exercices pratiques. L'approche didactique de cet ouvrage de référence a également inspiré la structuration progressive des chapitres, assurant une montée en complexité cohérente pour l'élève en fin de cycle.

3. Documentation Technique Professionnelle

Au-delà des fondements académiques, la pratique professionnelle ancre la pertinence des études de cas. Des extraits de documentations techniques de constructeurs (Toyota, Mercedes-Benz, etc.) et de revues techniques

automobiles (RTA) ont été analysés. Ces sources offrent des exemples concrets de pièces complexes (boîtes de vitesses, systèmes de freinage, culasses) dont la représentation graphique constitue un défi technique formateur. Elles préparent l'élève à lire et interpréter les documents qu'il manipulera dans un garage à Mbuji-Mayi comme dans une concession à Goma.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Partie 1. Analyse et Lecture de Plans d'Ensemble Mécaniques

Du moteur au plan : une langue universelle

Un moteur de voiture n'est pas un bloc unique. Il représente un assemblage précis de centaines de pièces : pistons, bielles, soupapes, vilebrequin. Pour monter, comprendre ou réparer une mécanique aussi fine, il faut une langue commune. Le dessin d'ensemble est cette langue. Il traduit une réalité tridimensionnelle complexe en une information graphique codifiée, lisible par un technicien à Mbuji-Mayi comme à Mbandaka.

Le plan d'ensemble : la carte maîtresse de l'assemblage

Concrètement, un plan d'ensemble présente la vue générale d'un mécanisme assemblé. Chaque pièce y figure dans sa position de fonctionnement. Le dessin de définition, lui, se concentre sur un seul composant. Le plan d'ensemble raconte plutôt l'histoire de leur collaboration. Il fournit cette vision globale, essentielle avant toute intervention, et sert de référence absolue pour le montage ou le démontage d'un système.

La nomenclature et les repères : le décodeur du mécanicien

La lecture d'un plan d'ensemble suit une méthode rigoureuse. Des numéros, appelés **repères**, identifient chaque composant sur le dessin. Ces repères renvoient directement à une liste appelée **nomenclature**. Ce tableau détaille pour chaque pièce son nom, sa matière, et la quantité nécessaire. Un bon mécanicien du Kwilu utilise ce système pour commander un roulement de roue sans aucune erreur possible.

L'objectif : penser comme un concepteur, agir comme un technicien

L'objectif final dépasse la simple lecture. Il s'agit de développer une intelligence spatiale. Le technicien automobile doit visualiser mentalement l'interaction des pièces, anticiper les jeux fonctionnels et comprendre le rôle de chaque élément. Cette compétence permet, par exemple, de diagnostiquer une panne sur un système de freinage à Matadi en analysant le plan, avant même de démonter la première vis.

Chapitre 1. Rappels et Normalisation Avancée

1.1. Les conventions de représentation normalisée

a. Un langage technique universel

Pendant les débuts de l'industrie automobile, chaque constructeur utilisait ses propres méthodes de dessin. Un plan de Goma était illisible pour un ingénieur de Kananga. Cette situation créait des erreurs coûteuses et des pertes de temps considérables, un vrai casse-tête pour la maintenance.

Aujourd'hui, des normes internationales (ISO) existent. Elles garantissent qu'un dessin technique est un langage universel. Un mécanicien du Kwilu peut ainsi comprendre sans ambiguïté le plan d'une pièce fabriquée en Asie, en Europe ou en Amérique.

A. Les types de traits et leur signification

Un dessin technique utilise plusieurs types de traits. Chaque trait possède une fonction précise et communique une information spécifique sur l'objet représenté. La maîtrise de ce code visuel est fondamentale.

Trois traits principaux dominent en dessin mécanique :

- **Le trait continu fort :** Il représente tous les contours et arêtes visibles de la pièce.
- **Le trait interrompu fin :** Il représente les contours et arêtes cachés, ceux qui sont masqués par une partie de la pièce.
- **Le trait mixte fin :** Il sert à matérialiser les axes de symétrie des pièces cylindriques ou les plans de coupe.

B. La disposition normalisée des vues

Représenter un objet en 3D sur une feuille en 2D exige de le montrer sous plusieurs angles. Ces angles sont appelés "vues". La disposition de ces vues sur le dessin suit une logique stricte : la méthode de projection européenne (ou du premier dièdre).

Dans cette méthode, la vue principale est la **vue de face**. Les autres vues se déploient autour d'elle.

- La **vue de dessus** se place juste en dessous de la vue de face.
- La **vue de gauche** se place juste à droite de la vue de face.
- La **vue de droite** se place juste à gauche de la vue de face.

Cette disposition simule le dépliage d'une boîte contenant l'objet.

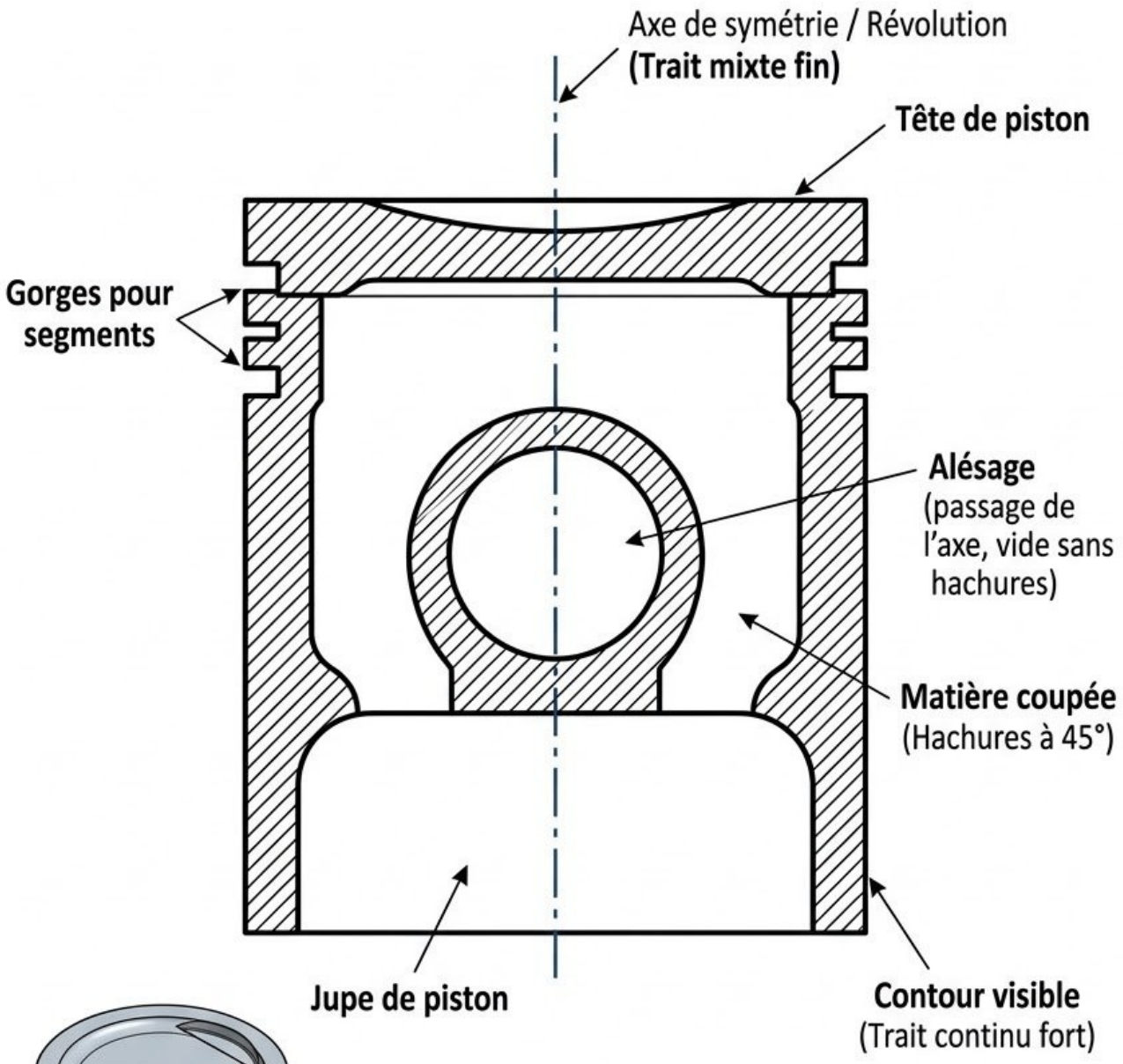
C. Les coupes pour révéler l'intérieur

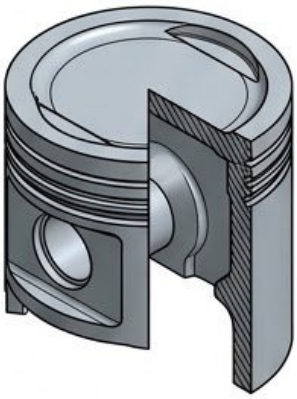
Certaines pièces, comme un carburateur ou un bloc-moteur, possèdent des formes internes complexes. Les traits interrompus ne suffisent pas toujours à les décrire clairement. La solution est de réaliser une "coupe".

Une coupe est une vue qui montre la pièce comme si elle avait été sciée par un plan imaginaire. La partie enlevée permet de voir l'intérieur. Les surfaces solides "sciées" par ce plan sont remplies de hachures. Les hachures sont des traits fins, parallèles et inclinés, généralement à 45°.

Figure 1 : Réf. IMG (3029-5306-5052)

Représentation en coupe d'un piston simple pour moteur à essence





LES CODES DU DESSIN TECHNIQUE :

- Trait mixte fin (--- • ---) : Axe de symétrie.
- Hachures : Indiquent la matière pleine coupée.
- Trait continu fort : Contours et arêtes visibles.
- Zone non hachurée : Indique un vide (alésage).

Figure 1 : Réf. IMG (3029-5306-5052)

Représentation en coupe d'un piston simple pour moteur à essence

a. Analyse de la représentation

Cette image montre une vue en coupe d'un piston. Le plan de coupe passe par l'axe central de la pièce. Cette représentation révèle immédiatement les détails internes : l'épaisseur de la tête du piston, les gorges pour les segments et l'alésage pour l'axe. Les surfaces qui ont été virtuellement "sciées" par le plan de coupe sont couvertes de hachures, indiquant qu'il s'agit de matière pleine. Le trait mixte fin matérialise bien l'axe de symétrie vertical.

b. La fonction des hachures

Les hachures ne sont pas décoratives. Elles indiquent sans ambiguïté la matière solide qui a été coupée. Leur orientation et leur espacement peuvent même, dans des dessins plus complexes, identifier différents matériaux. Ici, leur présence unifiée montre que le piston est fait d'un seul matériau. L'absence de hachures dans la zone de l'axe du piston (l'alésage) confirme qu'il s'agit d'un trou, d'un vide.

c. Le langage combiné des traits

L'efficacité du dessin réside dans la combinaison des conventions. On observe ici un trait continu fort pour dessiner les contours extérieurs et intérieurs rendus visibles par la coupe. Un trait mixte fin, parfaitement centré, définit l'axe de révolution du piston. C'est la superposition de ces différents codes qui permet une lecture rapide et sans erreur de la géométrie de la pièce.

Scénarios et Exercices

Papa Mbuta est un vieux mécanicien respecté à Kisangani, dans la Tshopo. Il raconte souvent aux jeunes apprentis comment, avant, il devait "deviner" l'intérieur d'une pompe à injection en se basant sur son expérience. Un jour, il reçoit une machine agricole neuve d'Allemagne avec un manuel technique complet. Pour la première fois, il voit des vues en coupe claires et nettes. Il dit toujours avec un sourire : "Ce jour-là, j'ai arrêté de deviner, j'ai commencé à

lire. Le dessin normalisé, c'est comme des lunettes pour voir à travers le métal. Ça évite de faire des bêtises qui coûtent cher comme une chèvre !"

Exercice 1 : La bielle de l'Équateur

Énoncé : Serge, élève en 3ème Mécanique Auto à Lisala, doit dessiner une bielle simple. Il dispose de la vue de face. On lui demande de dessiner et de positionner correctement la vue de dessus et la vue de gauche en respectant la méthode de projection européenne.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse de la vue de face** Identifier les dimensions principales de la bielle : longueur totale, diamètres de la tête et du pied.
2. **Étape 2 : Projection de la vue de dessus** Tracer des lignes de rappel verticales à partir de la vue de face. Dessiner la vue de dessus juste en dessous. Cette vue montrera les largeurs de la tête et du pied de bielle.
3. **Étape 3 : Projection de la vue de gauche** Tracer des lignes de rappel horizontales à partir de la vue de face. Dessiner la vue de gauche à droite de la vue de face. Cette vue montrera l'épaisseur de la bielle.

Exercice 2 : Le carter d'huile du Kongo Central

Énoncé : Martine, technicienne dans un garage à Boma, reçoit un plan d'un carter d'huile. Le plan montre une vue de face avec un trait de coupe (mixte fin avec des extrémités fortes) passant par le centre. Elle doit dessiner la vue en coupe correspondante.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification du plan de coupe** Repérer le trait de coupe sur la vue de face. Comprendre qu'il s'agit d'une coupe longitudinale.
2. **Étape 2 : Dessin des contours internes** Dessiner le carter comme s'il était coupé en deux. Les contours internes, auparavant cachés (en trait interrompu), deviennent visibles (en trait continu fort).
3. **Étape 3 : Application des hachures** Identifier les zones de matière pleine qui ont été "sciées". Appliquer des hachures (traits fins,

parallèles, inclinés à 45°) dans toutes ces zones. Laisser les zones vides (l'intérieur du carter) sans hachures.

1.2. Les coupes et sections complexes

a. Le défi de la transparence

Même si un moteur V8 ressemble à une sculpture complexe et impénétrable, le dessinateur industriel possède la clé pour en révéler les secrets. Cette clé n'est pas un marteau pour le casser, mais un outil intellectuel : la coupe. Elle permet de trancher virtuellement la matière pour voir ce qui se cache à l'intérieur, là où les simples vues extérieures sont muettes.

Les coupes simples suffisent pour une pièce basique, comme un boulon. Mais pour un carter de boîte de vitesses de Goma ou un bloc-moteur assemblé à Maluku, il faut des techniques plus fines. Ces techniques sont les coupes complexes. Elles suivent un chemin brisé pour montrer plusieurs détails importants qui ne sont pas alignés.

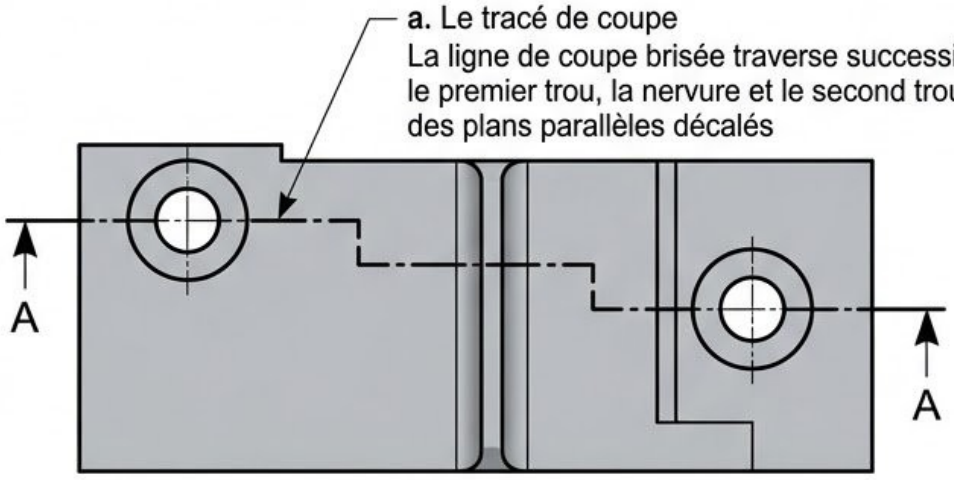
A. La coupe brisée à plans parallèles

Cette technique utilise plusieurs plans de coupe parallèles entre eux. Le but est de traverser différents éléments d'une pièce qui ne se trouvent pas sur un même axe.

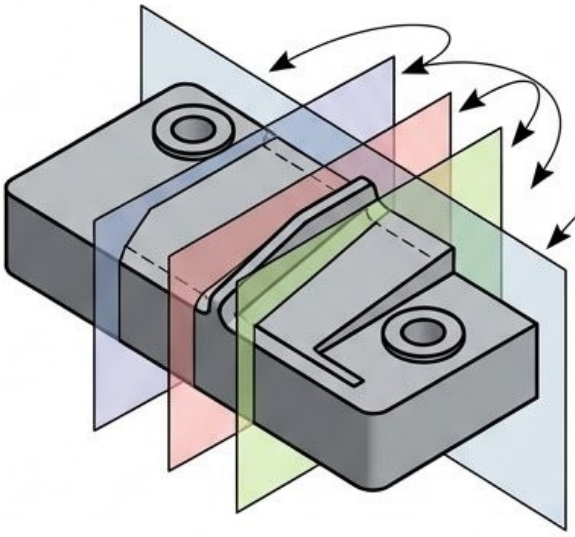
Sur la vue de dessus (ou de face), le tracé de la coupe est une ligne brisée. Les changements de direction sont marqués par un trait d'axe fort aux extrémités et aux angles. Pourtant, sur la vue en coupe elle-même, la brisure du plan n'est pas représentée. La vue est dessinée comme si tous les éléments coupés étaient sur un seul et même plan. C'est un gain de clarté immense pour la lecture.

Figure 2 : Réf. IMG (8275-4804-5497)

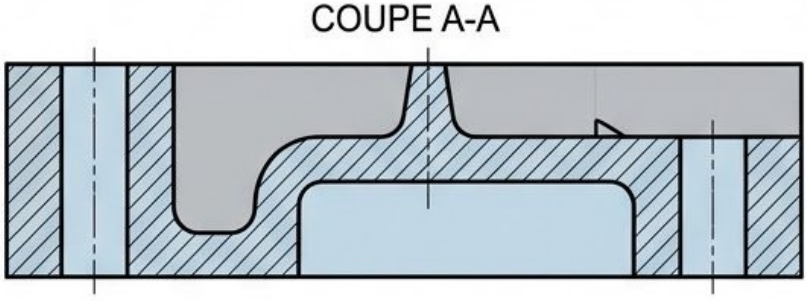
Représentation d'une coupe brisée à plans parallèles sur un carter



a. Le tracé de coupe
La ligne de coupe brisée traverse successivement le premier trou, la nervure et le second trou par des plans parallèles décalés



c. Le principe de projection
Toutes les surfaces coupées par les différents plans parallèles sont projetées sur un plan unique. Les décalages de plan sont ignorés sur la vue finale.



b. La vue en coupe résultante A-A
Les éléments coupés (trous, nervures) apparaissent **alignés et continus**, comme s'ils étaient sur un seul et unique plan, facilitant **la cotation**.

Figure 2 : Réf. IMG (8275-4804-5497)

Représentation d'une coupe brisée à plans parallèles sur un carter.

a. Le tracé de coupe

La ligne brisée A-A sur la vue de dessus indique le chemin de la "scie virtuelle". Elle passe par un premier trou de fixation, se décale pour traverser une nervure de renfort, puis se décale à nouveau pour couper un second trou. Chaque segment du tracé est parallèle au précédent.

b. La vue en coupe résultante

La vue en coupe A-A montre tous ces éléments alignés. Le trou, la nervure et l'autre trou apparaissent comme s'ils étaient sur une ligne droite. Il n'y a aucune indication de la "profondeur" ou du décalage. Cette convention simplifie la cotation et la compréhension de la pièce.

c. Le principe de projection

Techniquement, toutes les surfaces coupées par les différents plans sont projetées orthogonalement sur un plan unique, parallèle aux plans de coupe. C'est un développement à plat de ce qui a été coupé. Les changements de plan sont ignorés sur la vue finale pour ne pas surcharger le dessin.

B. La coupe brisée à plans sécants

Ici, les plans de coupe sont sécants, c'est-à-dire qu'ils se croisent avec un angle. Cette méthode est fréquente pour les pièces qui possèdent des éléments disposés en cercle, comme des trous sur un plateau ou un moyeu de roue.

Un des plans de coupe est défini comme le plan principal, sur lequel la vue sera projetée. L'autre plan, dit sécant, est "rabattu" (pivoté) autour de l'axe d'intersection jusqu'à ce qu'il soit dans le prolongement du plan principal. Les éléments situés sur ce plan sécant sont dessinés comme s'ils étaient dans le plan principal après cette rotation.

Cette rotation crée parfois une "arête fictive" qui doit être représentée par un trait mixte fin. Le plus souvent, elle permet simplement de montrer un détail (comme un trou) à sa vraie grandeur, même s'il n'est pas dans l'axe principal de la coupe.

Scénarios et Exercices

Une leçon de clarté à l'atelier de Kisangani

Fiston, jeune mécanicien fraîchement diplômé à Kisangani, était perplexe. Il tenait en main le plan d'un carter de pompe à eau pour un vieux camion Mercedes. La vue en coupe "A-A" montrait deux trous de fixation et une chambre interne, mais sur la vue de dessus, ces trois éléments formaient un triangle. Rien n'était aligné ! Il pensait à une erreur du dessinateur. Papa Bolingo, le chef d'atelier, a souri en voyant sa confusion. Il a pris une feuille de papier, l'a pliée en deux endroits distincts et a dessiné une ligne traversant les trois épaisseurs. "Mon fils, le dessin ne ment pas," dit-il. "Il choisit juste le chemin le plus intelligent. C'est une coupe brisée. Le dessinateur a 'plié' sa scie pour tout te montrer sur un seul dessin. Il t'a simplifié la vie."

Exercice 1 : Le mystère du carter d'huile du Kasaï

Énoncé : Le plan d'un carter d'huile, fabriqué pour les pistes exigeantes du Kasaï, montre une coupe brisée à plans parallèles "C-C". La vue de dessus présente quatre trous de fixation (numérotés de 1 à 4) et deux nervures de renfort (A et B). Le tracé de coupe passe par le trou 1, la nervure A, puis le trou 4. Quels éléments seront visibles en coupe sur la vue "C-C" ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier le principe de la coupe** Il s'agit d'une coupe brisée à plans parallèles. Le but est de montrer des éléments non alignés sur une seule vue projetée.
2. **Étape 2 : Suivre le tracé de la coupe** Le tracé traverse spécifiquement le trou 1, la nervure A et le trou 4. Les autres éléments (trous 2 et 3, nervure B) ne sont pas sur le chemin de la coupe.
3. **Étape 3 : Déterminer la vue finale** La vue en coupe "C-C" montrera donc, de gauche à droite : la coupe du trou 1, la coupe de la nervure A, et la coupe du trou 4. Ils apparaîtront alignés comme s'ils étaient sur un même plan.

Exercice 2 : Le plateau d'embrayage du Kongo Central

Énoncé : Un plateau d'embrayage destiné aux bus de la ligne Matadi-Boma possède six trous de fixation répartis sur un cercle. Le plan utilise une coupe

brisée à plans sécants "D-D" pour montrer à la fois la coupe du centre (alésage) et la coupe d'un des trous de fixation. Expliquez pourquoi le trou de fixation n'est pas dessiné à sa position réelle sur la vue en coupe.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier le type de coupe** La coupe est brisée à plans sécants, typique pour des éléments en disposition circulaire. Un plan passe par l'axe central, l'autre par l'axe du trou de fixation.
2. **Étape 2 : Appliquer le principe de rabattement** Le plan de coupe passant par le trou de fixation est pivoté (rabattu) autour de l'axe central de la pièce. Cette rotation l'amène dans le prolongement du plan de coupe principal.
3. **Étape 3 : Conclure sur la représentation** Le trou est dessiné dans sa position *après* rotation. Il apparaît donc sur la vue en coupe comme s'il était dans le plan principal, à une distance du centre égale au rayon de son cercle de perçage. Cela permet de le voir et de le coter en vraie grandeur, même s'il n'est pas physiquement sur cet axe.

1.3. Cotation fonctionnelle, repérage et nomenclature

a. Le dialogue silencieux des pièces

Lorsque des pièces mécaniques sont assemblées, elles ne se touchent pas au hasard. Un dialogue précis s'installe entre elles, fait de jeux et de serrages. Ce dialogue est invisible à l'œil nu, mais il détermine si un moteur tournera librement ou s'il se bloquera. La cotation fonctionnelle est la grammaire de ce dialogue.

Chaque cote inscrite sur un plan n'a pas la même importance. Certaines dimensions décrivent la forme générale d'une pièce. D'autres, les cotes fonctionnelles, garantissent le bon fonctionnement de l'ensemble. Elles sont les conditions critiques pour que la mécanique opère comme prévu, du port de Matadi au fin fond de la Tshopo.

A. La Cotation Fonctionnelle : Le Langage du Montage

Une cote fonctionnelle est une dimension qui influence directement le montage ou le fonctionnement d'un mécanisme. Elle est souvent assortie d'un intervalle de tolérance très précis. Cet intervalle définit les limites dimensionnelles

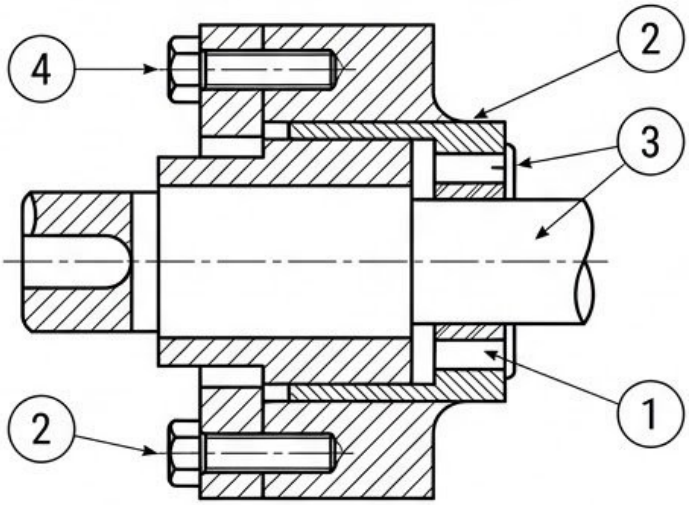
(maximale et minimale) acceptables pour la pièce. Si une pièce est fabriquée hors de cet intervalle, le mécanisme entier peut échouer.

L'ensemble de ces cotes critiques forme une "chaîne de cotes". L'analyse de cette chaîne permet à l'ingénieur et au mécanicien de calculer les jeux (espace entre deux pièces) ou les serrages (interférence entre deux pièces) dans un assemblage. Un jeu correct assure la lubrification et la dilatation. Un serrage correct assure la transmission de puissance.

Figure 3 : Réf. IMG (0945-4106-5538)

Vue en coupe d'un assemblage mécanique avec repérage et cotation

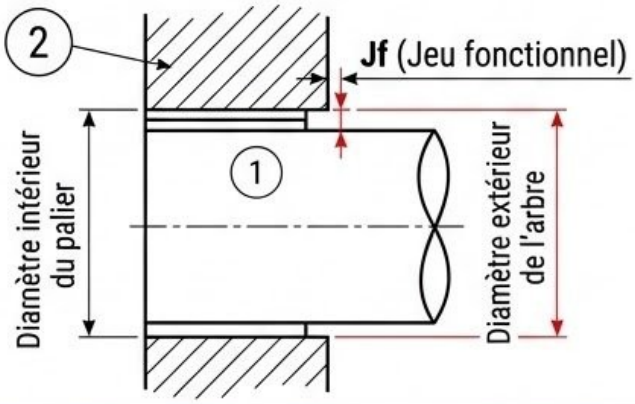
a. Le repérage des pièces



Chaque pièce a un **numéro unique** appelé "**repère**", inscrit dans un cercle et relié à la pièce par un trait fin.

1 : Arbre principal
2 : Palier
4 : Vis de fixation

b. La chaîne de cotes fonctionnelles



Le **jeu fonctionnel (Jf)** est l'espace libre nécessaire pour permettre la rotation.

Jf dépend de la différence entre le diamètre intérieur du palier et le diamètre extérieur de l'arbre.

c. Le lien vers la nomenclature

Rep.	Désignation	Qté	Matière
1	Arbre	1	Acier
2	Palier	1	Fonte
3	Bague	1	Bronze
4	Vis	4	Acier

Chaque repère renvoie à une ligne du **tableau de nomenclature** pour connaître sa matière et sa quantité. Le dessin et la nomenclature sont inséparables.

