Code :
RDC413747

DOMAINE : SCIENCES APPLIQUÉES
OPTION MÉCANIQUE AUTOMOBILE

4ème ANNÉE DES HUMANITÉS

DESSIN INDUSTRIEL

Maîtriser la représentation graphique des pièces mécaniques.

Édition 2026





TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Objectifs Généraux du Cours 1
- 0.1.1. Consolidation du langage graphique normatif 1
- 0.1.2. Développement de l'intelligence spatiale et analytique 1
- 0.1.3. Initiation à la démarche de conception et de synthèse 1

0.2. Méthodologie et Approche Pédagogique 2
- 0.2.1. Ancrage Hypothético-Déductif 2
- 0.2.2. Progression Didactique en Spirale 2
- 0.2.3. Évaluation par Compétences Fonctionnelles 2

0.3. Matériel et Équipement Requis 2
- 0.3.1. Instruments de Traçage et de Mesure 2
- 0.3.2. Supports et Consommables 3
- 0.3.3. Équipement Spécifique de l'Atelier 3

0.4. Prérequis Indispensables 3
- 0.4.1. Maîtrise de la Géométrie Descriptive 3
- 0.4.2. Connaissance des Normes du Dessin Technique 3
- 0.4.3. Notions Élémentaires de Mécanique et Vision Spatiale 4

PARTIE 1. TECHNIQUES AVANCÉES DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE **5**

De la pièce simple à l'ensemble complexe 5

Le pouvoir des coupes et sections 5

Filetages et assemblages : le langage des liaisons 5

Tolérances et états de surface : la quête de la précision 5

CHAPITRE 1. PROJECTIONS ORTHOGONALES ET VRAIES GRANDEURS **6**

1.1. Projections Orthogonales et Recherche de la Vraie Grandeur 6
- a. Le paradoxe de la feuille de papier 6
- A. Le Principe de la Projection Orthogonale 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (3554-6088-0312) **8**

Représentation d'une pièce avec une face oblique non en vraie grandeur 8
- B. La Méthode du Changement de Plan 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 2 : RÉF. IMG (0804-9430-6524) **10**

Recherche de la vraie grandeur d'une face par changement de plan 10

- Anecdote : Le défi du chaudronnier de Likasi 10

1.2. Développement des Surfaces Prismatiques et Coniques 12

- a. De la 3D à la 2D : l'art du tôlier 12
- A. Développement des Surfaces Prismatiques 12

FIGURE 3 : RÉF. IMG (4960-7883-1736) **14**

Développement d'un prisme droit à base hexagonale sur un plan. 14

- B. Développement des Surfaces Coniques 14

FIGURE 4 : RÉF. IMG (0911-4020-3799) **16**

Développement d'un cône de révolution montrant le secteur circulaire résultant. 16

- b. Scénarios et Exercices 16

CHAPITRE 2. LES COUPES BRISÉES ET PARTICULIÈRES **19**

2.1. Les Coupes Brisées à Plans Parallèles et Sécants 19

- a. L'art de trancher l'invisible 19
- A. La Coupe Brisée à Plans Parallèles 19
- B. La Coupe Brisée à Plans Sécants 19

2.2. Demi-Coupe, Coupe Partielle et Conventions de Hachures 21

- a. L'art de ne montrer que l'essentiel 21
- A. La Demi-Coupe : Voir Double 22
- B. La Coupe Partielle : Le Zoom Local 22

FIGURE 5 : RÉF. IMG (1314-3406-8241) **24**

Distinction entre les hachures d'une pièce et d'une pièce voisine 24

- Une leçon de mécanique à Mbuji-Mayi 24

CHAPITRE 3. LES SECTIONS **27**

3.1. Définition et Distinction entre Coupe et Section 27

- a. Le paradoxe de l'objet caché 27
- A. La Section : Montrer uniquement la matière coupée 27
- B. La Coupe : Montrer la matière coupée ET ce qui est derrière 27

FIGURE 6 : RÉF. IMG (7891-0180-8032) **30**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Distinction visuelle entre une coupe et une section d'un arbre mécanique.....30
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....30
- Anecdote d'atelier.....30

3.2. Sections Sorties et Sections Rabattues.....32
- a. Le gain de temps et de clarté.....32
- A. La Section Rabattue : la coupe sur place.....32
- B. La Section Sortie : la coupe déportée.....32

FIGURE 7 : RÉF. IMG (7221-6775-8026).....35

Comparaison entre section rabattue et sortie sur un arbre mécanique.....35
- Scénarios et Exercices.....35
- Une anecdote de l'atelier de Matadi.....35

3.3. Cas Particuliers et Applications des Sections.....37
- a. L'erreur du débutant.....37
- A. La Règle des Nervures, Rayons et Dents.....37
- B. Optimiser la Lecture : Sections Locales et Décalées.....37

CHAPITRE 4. INTERSECTIONS DE SOLIDES.....40

4.1. Intersection de Cylindres et de Prismes.....40
- a. La géométrie cachée de l'assemblage.....40
- A. Définition et Principe de la Ligne d'Intersection.....40

FIGURE 8 : RÉF. IMG (4704-9132-5044).....42

Intersection d'un cylindre vertical et d'un prisme horizontal.....42
- B. Méthode des Plans Auxiliaires Sécants.....42

FIGURE 9 : RÉF. IMG (5746-5458-4928).....44

Méthode des plans sécants pour trouver les points d'intersection.....44
- C. Cas Particuliers Simples.....44

4.2. Intersection d'un Cylindre et d'un Plan.....46
- a. L'ombre d'un cylindre.....46
- A. Principe de l'intersection plan-cylindre.....47
- B. Méthode de construction par génératrices.....47

FIGURE 10 : RÉF. IMG (9111-6987-8650).....49

Construction de l'ellipse d'intersection par la méthode des génératrices.....49

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- C. Application en mécanique automobile.....49

4.3. Applications à la Chaudronnerie Automobile.....51

- a. De la théorie à l'atelier.....51
- A. L'intersection Cylindre-Cylindre : Le raccord en "T".....52

FIGURE 11 : RÉF. IMG (8930-2168-9978).....54

Intersection de deux cylindres pour un collecteur d'admission d'air.....54

- B. Le développement des surfaces : De la 3D à la 2D.....54

FIGURE 12 : RÉF. IMG (2918-2892-1527).....56

Développement de la surface du cylindre pénétrant avec sa découpe.....56

- b. Scénarios et Exercices.....56

PARTIE 2. NORMALISATION ET ÉLÉMENTS D'ASSEMBLAGE.....59

a. L'ordre contre le chaos mécanique.....59

b. La norme ISO : un langage universel.....59

c. Vis, écrous et clavettes : les mots du mécanicien.....59

d. Du dessin à l'atelier : une communication sans erreur.....59

CHAPITRE 5. REPRÉSENTATION DES FILETAGES.....60

5.1. Terminologie et Conventions de Représentation du Filetage.....60

- a. L'importance cachée de la spirale.....60
- A. Vocabulaire Fondamental du Filetage.....60

FIGURE 13 : RÉF. IMG (9145-3013-3752).....62

Schéma détaillé de la terminologie d'un filetage métrique ISO.....62

- B. Conventions Graphiques Normalisées.....62

FIGURE 14 : RÉF. IMG (0758-7708-3755).....65

Représentation normalisée d'une vis dans un trou taraudé en coupe.....65

- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....65

5.2. Système Métrique ISO et Autres Profils.....67

- a. Introduction au standard mondial.....67
- A. Le Profil Métrique ISO : La référence.....67
- B. Au-delà de l'ISO : Les profils spécifiques.....68

5.3. Assemblage Vis-Écrou et Cotation des Filetages.....70

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. L'accroche....70
- A. Représentation d'un assemblage en coupe....70

FIGURE 15 : RÉF. IMG (0039-7553-8256)....72

Représentation en coupe d'un assemblage standard vis-écrou en mécanique autom....72

- B. Cotation des filetages et taraudages....72

FIGURE 16 : RÉF. IMG (9043-5222-4649)....75

Cotation normalisée d'un filetage extérieur et d'un trou taraudé borgne....75

- Scénarios et Exercices....75

CHAPITRE 6. DÉSIGNATION DES ÉLÉMENTS D'ASSEMBLAGE....77

6.1. Désignation de la Boulonnerie (Vis, Écrous, Rondelles)....77

- a. Le langage universel de la mécanique....77
- A. Désignation d'une Vis....77

FIGURE 17 : RÉF. IMG (3228-7025-1904)....79

Anatomie d'une vis à tête hexagonale et sa désignation normalisée....79

- B. Désignation d'un Écrou....79
- C. Désignation d'une Rondelle....80

FIGURE 18 : RÉF. IMG (2723-8610-9908)....82

Vue éclatée d'un assemblage boulonné avec écrou et rondelle....82

- b. Anecdote : Le pont de Matadi et la précision suisse....82

6.2. Les Goupilles et Clavettes....84

- a. L'exigence de la standardisation....84
- A. La Goupille : L'assurance d'une position....84
- B. La Clavette : La transmission du couple....85

FIGURE 19 : RÉF. IMG (4215-3172-6158)....87

Principaux types de goupilles et de clavettes et leurs applications....87

- Scénarios et Exercices....88
- Une leçon de mécanique sur le fleuve Congo....88

6.3. Assemblages Permanents (Rivets, Soudure) et Organes de Roulement....89

- a. Un lien indissociable....89
- A. Les Types d'Assemblages Permanents....89
- B. Désignation et Symbolisation de la Soudure....90

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 20 : RÉF. IMG (0698-9777-1432) **92**

Symbole de base pour la désignation d'une soudure sur un plan 92

- C. Roulements : Réduire la Friction 92

CHAPITRE 7. NOMENCLATURE ET DOCUMENTATION TECHNIQUE **95**

7.1. Structure de la Nomenclature et Cartouche d'Inscription 95

- a. La mémoire du dessin 95
- A. Le Cartouche d'Inscription : La Carte d'Identité du Plan 95

FIGURE 21 : RÉF. IMG (7413-5387-7947) **97**

Exemple de cartouche d'inscription sur un dessin technique automobile 97

- B. La Nomenclature : L'Inventaire des Pièces 97

FIGURE 22 : RÉF. IMG (3097-4412-0867) **100**

Extrait d'une nomenclature pour un assemblage de moyeu de roue 100

- c. L'anecdote de l'alternateur de Mbandaka 100

7.2. Lecture de Plans d'Ensemble Mécanique 102

- a. Le plan comme langage universel 102
- A. La Séquence de Lecture Logique 102

FIGURE 23 : RÉF. IMG (6540-9589-7035) **105**

Vue éclatée d'un moyeu de roue avec repères et nomenclature 105

- B. L'Identification par Repérage et Nomenclature 105

7.3. Utilisation des Catalogues Constructeurs 108

- a. Le trésor du mécanicien 108
- A. Le catalogue : la carte d'identité des pièces 108
- B. Naviguer dans la documentation technique 109

FIGURE 24 : RÉF. IMG (3334-5398-4390) **112**

Extrait d'une liste de pièces de rechange d'un catalogue constructeur 112

- b. Anecdote du FUSO de Bandalungwa 112

CHAPITRE 8. TOLÉRANCES ET AJUSTEMENTS (INTRODUCTION) **115**

8.1. Notion d'Interchangeabilité et Système ISO des Ajustements 115

- a. De l'artisanat à l'industrie 115
- A. L'impossibilité de la cote parfaite 115

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. La tolérance : une imperfection contrôlée.....115

FIGURE 25 : RÉF. IMG (9192-5434-3480).....118

Représentation schématique d'une tolérance sur un arbre et un alésage.....118

- Scénarios et Exercices.....118
- Une histoire de roulement à Mbuji-Mayi.....118

8.2. Inscription des Tolérances Dimensionnelles sur le Dessin.....120

- a. De la théorie à la pratique.....120
- A. Les Trois Méthodes Principales.....120

FIGURE 26 : RÉF. IMG (7382-9987-0305).....123

Représentation normalisée des tolérances sur une cote de diamètre.....123

- Du garage de Mbandaka à l'atelier de Kolwezi.....123

8.3. Spécification des États de Surface (Rugosité).....125

- a. De la sensation à la norme.....125
- A. Définition et paramètres de la rugosité.....125
- B. Symbolisation sur le dessin technique.....126

FIGURE 27 : RÉF. IMG (1404-8457-6740).....128

Symbole de rugosité et ses indications sur un dessin technique.....128

- L'anecdote du piston de Mbandaka.....128

PARTIE 3. APPLICATIONS SPÉCIFIQUES À LA MÉCANIQUE AUTOMOBILE.....131

Du Concept à l'Atelier.....131

La Précision comme Exigence.....131

Le Langage des Organes Vitaux.....131

Le Dessin, Outil de Diagnostic et de Réparation.....131

CHAPITRE 9. CROQUIS DES PETITS ENSEMBLES MOTEURS.....132

9.1. Croquis de l'Ensemble Bielle-Piston.....132

- a. Le dessin, traduction de la force mécanique.....132
- A. Analyse Fonctionnelle et Proportions.....132
- B. Les Éléments Clés du Croquis.....132

FIGURE 28 : RÉF. IMG (2622-3070-3455).....134

Vue éclatée de l'ensemble bielle-piston et ses composants principaux.....134

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Scénarios et Exercices.....134
- Une leçon de mécanique à Kisangani.....134

9.2. Représentation de la Distribution et du Vilebrequin.....136
- a. L'erreur du débutant et la précision du mécanicien.....136
- A. Le vilebrequin : cœur rotatif du moteur.....136

FIGURE 29 : RÉF. IMG (2170-2180-0952).....138

Vue en coupe et de face d'un vilebrequin de moteur 4 cylindres.....138
- B. La distribution : le ballet des soupapes.....138

FIGURE 30 : RÉF. IMG (4146-4701-3355).....140

Schéma cinématique de la commande d'une soupape par une came.....140
- L'anecdote du mécanicien de Boma.....140

9.3. Dessin des Systèmes de Freinage (Tambour et Disque).....142
- a. Une question de vie ou de mort.....142
- A. Le frein à tambour : la force de l'intérieur.....142

FIGURE 31 : RÉF. IMG (7607-9957-4348).....143

Vue en coupe d'un système de frein à tambour et ses composants.....143
- B. Le frein à disque : la précision du pincement.....143

FIGURE 32 : RÉF. IMG (6282-7169-8729).....145

Vue éclatée d'un système de frein à disque moderne.....145
- L'anecdote du mécanicien de Mbandaka.....145

CHAPITRE 10. DESSIN DE CARROSSERIE ET CHÂSSIS.....148

10.1. Dessin des Éléments de Carrosserie (Ouvrants et Capots).....148
- a. L'origine fonctionnelle des ouvrants.....148
- A. Le Principe du Jeu et de l'Affleurement.....148

FIGURE 33 : RÉF. IMG (9197-1682-2155).....150

Vue éclatée d'une portière automobile et de ses composants structuraux.....150
- B. La Représentation Technique des Ouvrants.....150

10.2. Représentation des Profilés de Châssis.....152
- a. Le squelette du véhicule.....152
- A. Typologie et Normalisation des Profilés.....153

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 34 : RÉF. IMG (7766-5198-6165) **154**

Vues orthographiques d'un profilé en U utilisé pour un longeron. 154

- B. Représentation des assemblages. 154

FIGURE 35 : RÉF. IMG (4113-3715-3002) **156**

Dessin d'un assemblage de longeron et traverse en profilés. 156

- SCÉNARIOS ET EXERCICES. 156

10.3. Dessin des Éléments de Suspension. 158

- a. Du chariot à la berline. 158
- A. Représentation Conventionnelle des Composants. 158
- B. L'Épure de Suspension : Le Mouvement en 2D. 158

FIGURE 36 : RÉF. IMG (1996-8412-6611) **161**

Vue éclatée d'une jambe de force de type MacPherson. 161

- Une histoire de brousse et d'ingéniosité. 161

CHAPITRE 11. SCHÉMATISATION ÉLECTRIQUE ET FLUIDE **164**

11.1. Symboles et Schémas des Circuits Électriques de Base. 164

- a. Le langage silencieux de l'électricité. 164
- A. Les Symboles Normalisés : L'Alphabet du Circuit. 164

FIGURE 37 : RÉF. IMG (3408-6086-9975) **166**

Tableau des symboles électriques automobiles fondamentaux et universels. 166

- B. La Structure d'un Schéma de Principe. 166

FIGURE 38 : RÉF. IMG (9701-8379-6023) **169**

Schéma de principe simple pour un circuit d'éclairage avant. 169

- C. Application au Diagnostic. 169

11.2. Schématisation des Circuits d'Éclairage et de Signalisation. 171

- a. Le langage silencieux du technicien. 171
- A. Les Symboles Normalisés : Le Vocabulaire du Circuit. 172

FIGURE 39 : RÉF. IMG (3599-4807-6941) **174**

Symboles normalisés essentiels pour les circuits d'éclairage et signalisation. 174

- B. La Structure d'un Schéma d'Éclairage. 174

FIGURE 40 : RÉF. IMG (9822-6446-5387) **177**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Lecture d'un schéma simple de feux de position d'un véhicule....177
- b. Scénarios et Exercices....177

11.3. Symboles et Schémas des Circuits Hydrauliques et Pneumatiques....179
- a. Le langage silencieux de la puissance....179
- A. Les bases de la symbolisation (Norme ISO 1219)....180

FIGURE 41 : RÉF. IMG (5202-3822-0298)....182

Symboles fondamentaux des circuits hydrauliques et pneumatiques....182
- B. Anatomie d'un distributeur....182

FIGURE 42 : RÉF. IMG (8948-1315-2825)....184

Décryptage d'un distributeur pneumatique 3/2 normalement fermé (NF)....184
- Anecdote pour la route....184

CHAPITRE 12. INFRASTRUCTURE ET STATION SERVICE....187

12.1. Plan d'Implantation d'une Station Service et ses Appareils....187
- a. Introduction : Du terrain vague à l'artère économique....187
- A. Zonage et Flux de Circulation....187

FIGURE 43 : RÉF. IMG (6516-1181-0299)....190

Plan d'implantation schématique d'une station service et ses zones fonctionne....190
- B. Les Appareils Essentiels et leur Représentation....190

FIGURE 44 : RÉF. IMG (9796-0556-5637)....193

Représentation technique d'un volucompteur (pompe à carburant) en dessin indu....193
- b. Anecdote : L'erreur de Papa Kabasele à Mbuji-Mayi....193
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....194

12.2. Schématisation des Réseaux de Fluides d'Atelier....195
- a. L'ordre avant la performance....195
- A. Le Principe : Simplifier pour Communiquer....195
- B. La Normalisation des Symboles Graphiques....196

FIGURE 45 : RÉF. IMG (8114-5774-9163)....198

Schéma d'un réseau simple d'air comprimé pour un garage....198
- C. Le Code des Couleurs : Une Sécurité Visuelle....198

FIGURE 46 : RÉF. IMG (9071-3421-4031)....200

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Exemple de codification couleur des tuyauteries dans un atelier automobile.....200
- L'erreur coûteuse de Papa Kanku.....200

12.3. Projet de Synthèse : Conception d'un Atelier de Quartier.....202
- a. L'héritage de l'artisan.....202
- A. Le Zonage Fonctionnel : Le Cerveau de l'Atelier.....202
- B. L'Analyse des Flux : La Circulation Sanguine du Garage.....203

FIGURE 47 : RÉF. IMG (4663-7512-9808).....205

Plan schématique d'un atelier de quartier optimisé avec les flux.....205
- C. Les Normes et la Sécurité : Le Garde-Fou du Projet.....205

FIGURE 48 : RÉF. IMG (9791-9238-6169).....208

Détails de sécurité essentiels dans un plan de conception d'atelier.....208
- L'anecdote de Papa Kanku.....208

ANNEXES.....211

A.1. Principaux Symboles de Soudure et Rivetage.....211
- A. Symboles de Soudure (Conformité ISO 2553).....211
- B. Symboles de Rivetage.....213

A.2. Tableau des Filetages Métriques Usuels.....214
- A. Définition et Normalisation.....214
- B. Syntaxe de la Désignation Normalisée.....214
- C. Distinction entre Pas Gros et Pas Fin.....215
- D. Classes de Tolérance (ISO 965-1).....216
- E. Paramètres Clés du Tableau Normalisé.....216

A.3. Liste des Symboles Électriques Normalisés (DIN).....217
- A. Fondements de la Normalisation DIN.....217
- B. Symboles Fondamentaux et Connexions.....217
- C. Sources d'Énergie et Stockage.....218
- D. Dispositifs de Protection.....218
- E. Organes de Commande : Interrupteurs et Relais.....219
- F. Récepteurs et Actionneurs.....219
- G. Capteurs et Instruments de Mesure.....220

A.4. Cartouche Type pour Dessin Scolaire.....220
- A. Définition, Fonctions et Normalisation.....220
- B. Structure Détaillée et Contenu des Zones.....221

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

0.1. Objectifs Généraux du Cours

0.1.1. Consolidation du langage graphique normatif

La finalité première de ce programme est de consolider la maîtrise du dessin technique comme un langage de communication univoque. L'élève doit dépasser le stade de la simple lecture de plans pour atteindre une compétence d'écriture graphique fluide et rigoureuse. Cette aptitude implique l'application systématique des normes internationales (ISO) relatives aux projections, aux coupes, aux sections, aux tolérances et aux états de surface. Le but est de garantir la production de documents techniques interprétables sans ambiguïté par tout technicien du secteur automobile.

0.1.2. Développement de l'intelligence spatiale et analytique

Le deuxième axe fondamental concerne le développement avancé de l'intelligence spatiale. L'élève s'exerce à mentaliser des pièces et des assemblages mécaniques complexes en trois dimensions à partir de représentations bidimensionnelles, et inversement. Cette aptitude cognitive est indissociable d'une capacité d'analyse fonctionnelle. L'apprenant doit pouvoir décomposer un mécanisme, identifier la fonction de chaque composant et traduire ces relations fonctionnelles par une cotation hiérarchisée et pertinente.

0.1.3. Initiation à la démarche de conception et de synthèse

Enfin, ce cursus vise à initier l'élève à la démarche de conception. Au-delà de la représentation de l'existant, il doit acquérir les outils méthodologiques pour participer à la modification ou à la création de solutions mécaniques simples. Cela se traduit par sa capacité à élaborer des schémas cinématiques, à réaliser des dessins de définition pour des pièces adaptées et à produire des dessins d'ensemble pour des sous-systèmes fonctionnels, constituant ainsi une compétence terminale pré-professionnelle.

0.2. Méthodologie et Approche Pédagogique

0.2.1. Ancrage Hypothético-Déductif

La démarche pédagogique privilégie une induction du concret vers l'abstrait. Chaque notion de dessin technique est introduite à partir d'une fonction mécanique automobile tangible. L'observation d'une pièce réelle ou d'un sous-ensemble (un étrier de frein, une pompe à eau) précède toujours sa représentation graphique. Ainsi, l'étude d'une vue en coupe est justifiée par la nécessité de visualiser les composants internes d'un maître-cylindre. Cette approche ancre la théorie du dessin dans sa finalité pratique immédiate.

0.2.2. Progression Didactique en Spirale

La structure des chapitres assure une complexité croissante et maîtrisée. Les compétences fondamentales, comme le traçage des vues orthogonales et la cotation dimensionnelle simple, sont consolidées avant l'abord des assemblages complexes (boîte de vitesses, différentiel). Chaque nouvelle notion réactive et approfondit les précédentes. Cette architecture consolide les acquis de manière itérative, garantissant une maîtrise solide des prérequis avant de passer à une compétence supérieure.

0.2.3. Évaluation par Compétences Fonctionnelles

L'évaluation mesure la capacité à traduire une contrainte fonctionnelle en une représentation graphique normée. Les exercices et les situations-problèmes dépassent la simple reproduction. Ils exigent l'analyse, la modification ou la création de solutions techniques face à un cahier des charges mécanique donné. La performance est jugée sur la conformité de la solution graphique aux normes du dessin industriel et sur sa pertinence mécanique.

0.3. Matériel et Équipement Requis

0.3.1. Instruments de Traçage et de Mesure

La maîtrise du dessin technique automobile exige un outillage précis et de qualité. Chaque apprenant dispose de son propre matériel de base. Celui-ci inclut : - Un compas de précision avec bague universelle. - Deux équerres non graduées (une à 45°, l'autre à 30°/60°). - Une règle plate graduée de 30 cm ou 50 cm. - Un rapporteur d'angles (180° ou 360°). - Un jeu de pistolets ou un trace-courbes flexible (curvigraphe).

Une attention particulière est portée au choix des porte-mines ou crayons. L'utilisation de mines de duretés distinctes est fondamentale : une mine dure (type 2H) pour les traits de construction fins et une mine semi-dure (type HB) pour les traits définitifs et les écritures. Un té de dessin est indispensable pour le travail sur planche.

0.3.2. Supports et Consommables

Une planche à dessin, de format A3 minimum, constitue le support de travail principal. Son état doit garantir une surface plane et lisse. Le papier à dessin blanc, d'un grammage suffisant (supérieur à 80 g/m²), est utilisé aux formats normalisés A4 et A3. L'enseignant veillera à la disponibilité de ruban adhésif de masquage pour fixer les feuilles sans les endommager. Une gomme blanche non abrasive est requise pour des corrections propres.

0.3.3. Équipement Spécifique de l'Atelier

L'établissement met à disposition certains équipements collectifs. Des gabarits de symboles normalisés (visserie, éléments de tuyauterie, symboles électriques automobiles) facilitent et accélèrent l'exécution des schémas techniques. Pour l'étude et le relevé de cotes sur des pièces mécaniques réelles, l'accès à des instruments de métrologie est nécessaire : pieds à coulisse et micromètres.

0.4. Prérequis Indispensables

0.4.1. Maîtrise de la Géométrie Descriptive

Une maîtrise solide des projections orthogonales est fondamentale. L'élève doit pouvoir représenter un objet simple selon les vues de face, de dessus et de côté sans hésitation. Cette compétence inclut la correspondance rigoureuse entre les vues, assurant que chaque détail projeté sur un plan trouve son alignement exact sur les autres plans. La projection isométrique, en tant que représentation en perspective, doit également être une compétence acquise pour visualiser les volumes.

0.4.2. Connaissance des Normes du Dessin Technique

Au-delà de la projection, la connaissance des normes graphiques est essentielle. Ceci englobe la typologie des traits (fort, interrompu, mixte fin), les principes de la cotation fonctionnelle et le lettrage normalisé. Une lecture fluide et univoque d'un plan technique dépendent de l'assimilation de ce langage

universel. L'enseignant s'assurera que ces conventions sont non seulement connues mais appliquées avec précision et automatisme.

0.4.3. Notions Élémentaires de Mécanique et Vision Spatiale

Finalement, la capacité d'abstraction spatiale est un prérequis cognitif majeur. L'apprenant doit visualiser mentalement la forme tridimensionnelle d'une pièce à partir de ses vues en plan. Cette aptitude se combine à une connaissance basique des organes mécaniques courants (vis, écrous, roulements, engrenages) pour donner du sens aux objets représentés. Sans cette base conceptuelle, le dessin reste une pure abstraction géométrique, déconnectée de sa finalité automobile.

Partie 1. TECHNIQUES AVANCÉES DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE

De la pièce simple à l'ensemble complexe

Un dessin de base représente les contours extérieurs d'une pièce. La mécanique automobile, elle, assemble des systèmes complexes. Un carter de boîte de vitesses du Kasaï ou un bloc-moteur vu à Kisangani cachent des détails internes cruciaux. La représentation simple atteint ici ses limites. Il devient impératif de "voir" à l'intérieur de la matière sans la détruire, juste par la force du dessin.

Le pouvoir des coupes et sections

Le principe des coupes et sections est la réponse directe à ce besoin. Un plan de coupe, tel un couteau virtuel, traverse la pièce. La vue en coupe expose alors les surfaces coupées et les formes internes qui étaient auparavant invisibles. Cette technique révèle l'architecture secrète des composants, d'une pompe à injection à un maître-cylindre de frein, rendant leur fonctionnement et leur usinage compréhensibles.

Filetages et assemblages : le langage des liaisons

Aucun assemblage mécanique n'existerait sans les filetages et les taraudages. Leur représentation obéit à des conventions universelles strictes, car un écrou fabriqué au Kwilu doit pouvoir se visser sur un axe produit au Kongo Central. Au-delà du filetage, la cotation fonctionnelle définit les dimensions critiques qui garantissent le montage correct et le bon fonctionnement de l'ensemble. C'est le langage de l'assemblage.

Tolérances et états de surface : la quête de la précision

La précision est le maître-mot de la mécanique. Une dimension nominale seule ne suffit pas. L'introduction des tolérances dimensionnelles et géométriques encadre l'inévitable imperfection de fabrication. Simultanément, les états de surface spécifient la rugosité requise pour chaque zone, distinguant une surface de glissement d'un simple carter de protection. Ces indications sont vitales pour la performance et la durabilité d'un moteur.

Chapitre 1. Projections Orthogonales et Vraies Grandeurs

1.1. Projections Orthogonales et Recherche de la Vraie Grandeur

a. Le paradoxe de la feuille de papier

Pendant la construction d'un toit en tôle à Lubumbashi, le charpentier ne coupe pas les supports au hasard. Il sait qu'une vue de dessus ou de face ne montre jamais la vraie longueur d'une poutre inclinée. Cette longueur réelle, visible uniquement sous un angle très précis, est la "vraie grandeur".

En dessin industriel, le même principe s'applique. Une pièce mécanique complexe, représentée sur une feuille 2D, contient des surfaces obliques dont les dimensions sont visuellement faussées. La recherche de la vraie grandeur (VG) est la technique qui permet de "déplier" virtuellement ces surfaces pour en connaître les dimensions exactes.

A. Le Principe de la Projection Orthogonale

La projection orthogonale représente un objet tridimensionnel à travers plusieurs vues bidimensionnelles (vue de face, vue de dessus, vue de gauche…). Chaque vue est obtenue en projetant les points de l'objet perpendiculairement sur un plan de projection.

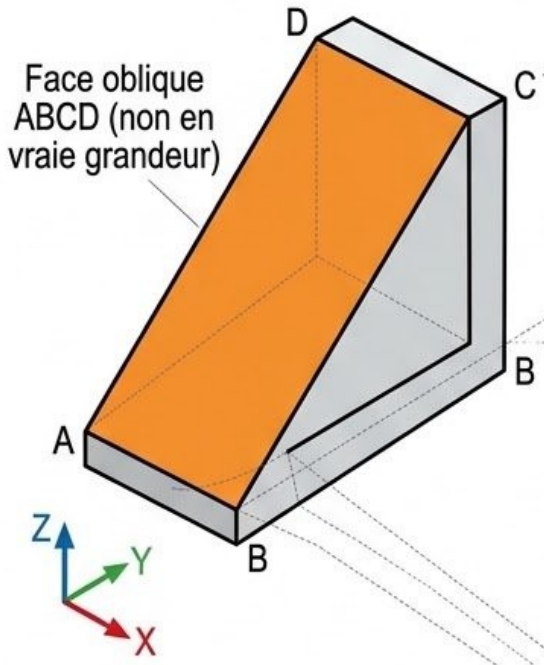
Une surface de l'objet parallèle à un plan de projection se dessine en vraie grandeur sur ce plan. Inversement, une surface oblique ou inclinée par rapport au plan de projection apparaît déformée et plus petite que sa taille réelle. L'angle de la surface par rapport au plan de projection détermine le degré de cette réduction visuelle.

Figure 1 : Réf. IMG (3554-6088-0312)

Représentation d'une pièce avec une face oblique non en vraie grandeur

a. ANALYSE DE LA DÉFORMATION

PERSPECTIVE 3D



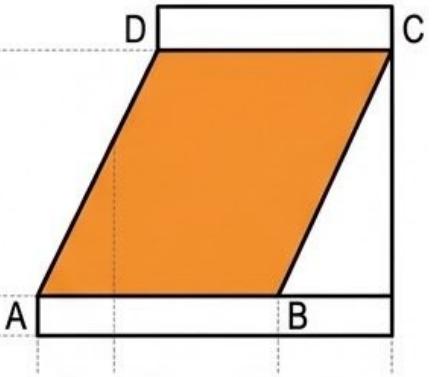
X : Largeur
Y : Profondeur
Z : Hauteur

La face ABCD est oblique : ses dimensions réelles sont déformées (plus courtes) sur les vues planes en projection.



b. LA VUE DE FACE (VF)

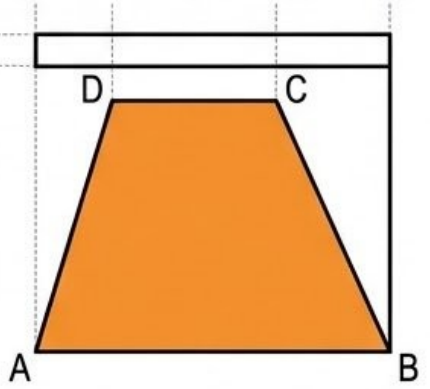
VF : VUE DE FACE



Z (hauteurs) conservées

Les profondeurs (Y) sont invisibles : la face ABCD et le segment AB s'enfoncent dans l'espace et apparaissent plus courts.

c. LA VUE DE DESSUS (VH)



X (largeurs) et Y (profondeurs) conservées

La hauteur (Z) est écrasée à zéro : la face inclinée ABCD est vue d'en haut, sa surface visible est une projection déformée.

Figure 1 : Réf. IMG (3554-6088-0312)

Représentation d'une pièce avec une face oblique non en vraie grandeur

a. Analyse de la déformation

L'illustration montre une équerre de fixation avec une face inclinée. Sur la vue de face (VF) et la vue de dessus (VH), cette face ABCD apparaît comme un trapèze déformé. Ses longueurs et ses angles ne correspondent pas à la réalité. C'est une projection, non la surface réelle. L'œil est trompé par la perspective. Le cerveau doit corriger cette information pour comprendre la forme véritable de la pièce.

b. La vue de face (VF)

Dans la vue de face, les hauteurs (coordonnées en Z) sont conservées. Cependant, les profondeurs sont invisibles. Le segment AB, qui s'enfonce dans l'espace, apparaît plus court qu'il ne l'est.

c. La vue de dessus (VH)

Dans la vue de dessus, les largeurs (X) et les profondeurs (Y) sont conservées. Ici, la face inclinée est vue "d'en haut". Sa hauteur est écrasée à zéro. La surface visible est une projection, pas la surface elle-même.

B. La Méthode du Changement de Plan

Pour obtenir la vraie grandeur d'une face oblique, une nouvelle projection est nécessaire. La méthode consiste à créer un nouveau plan de projection auxiliaire, qui sera parfaitement parallèle à la face oblique étudiée. La projection de la face sur ce nouveau plan révélera alors sa forme et ses dimensions exactes.

Techniquement, cela se traduit par le tracé d'une nouvelle ligne de terre (LT_1), parallèle à la trace de la face oblique dans l'une des vues initiales (généralement la vue de dessus). Les points de la face sont ensuite projetés perpendiculairement à cette nouvelle ligne de terre.

Figure 2 : Réf. IMG (0804-9430-6524)

Recherche de la vraie grandeur d'une face par changement de plan

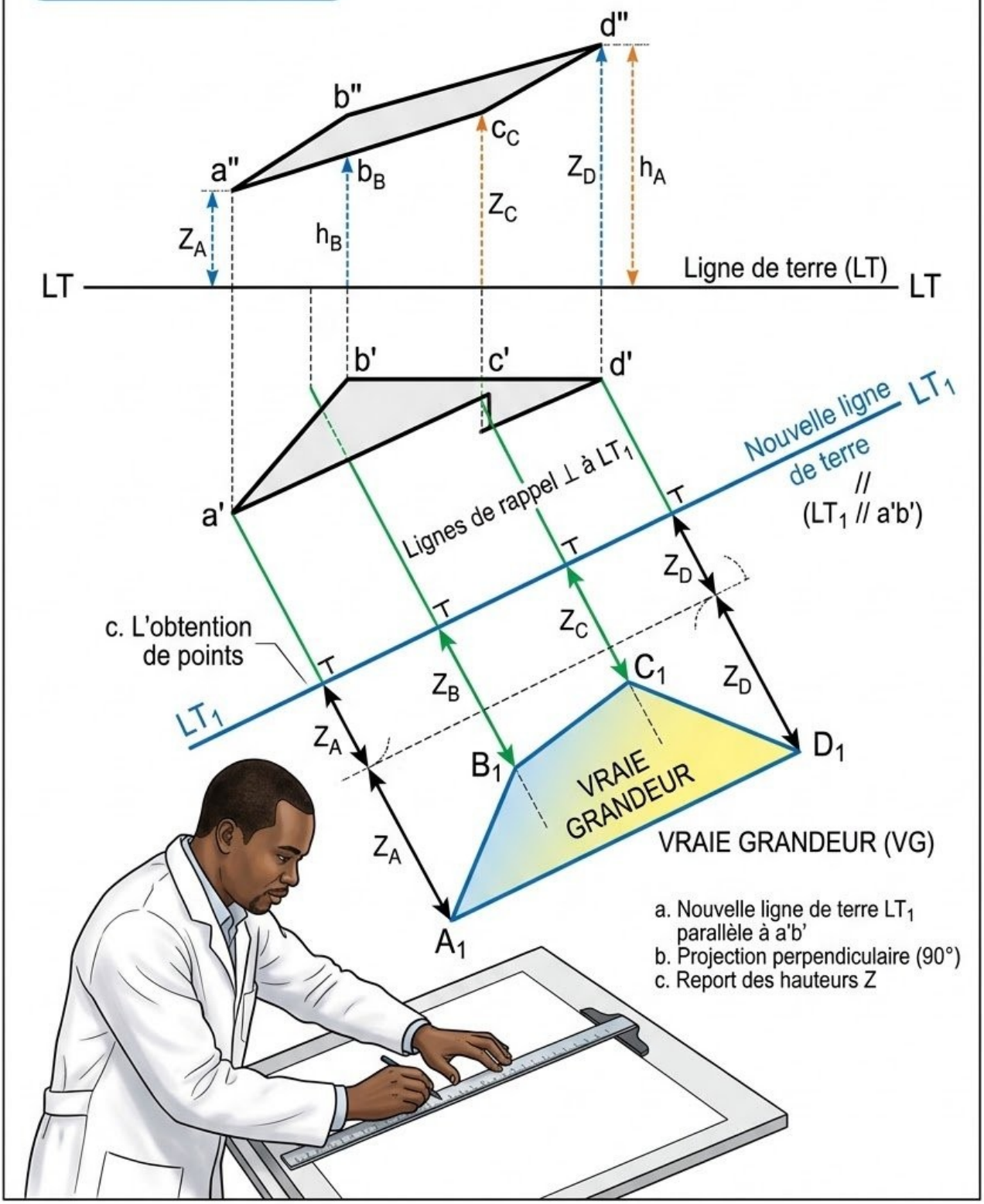


Figure 2 : Réf. IMG (0804-9430-6524)

Recherche de la vraie grandeur d'une face par changement de plan

a. La nouvelle ligne de terre (LT1)

Une nouvelle ligne de terre LT_1 est tracée dans le prolongement de la vue de dessus. Sa particularité est d'être rigoureusement parallèle au segment a'b', qui est la projection horizontale de la face inclinée. Cette orientation est la clé. Elle aligne notre "regard" avec la surface que nous voulons mesurer. Tout le secret de la méthode est dans ce parallélisme.

b. Projection des points

À partir de chaque point de la projection horizontale (a', b', c', d'), une ligne de rappel est tracée. Ces lignes sont toutes perpendiculaires à la nouvelle ligne de terre LT_1.

c. L'obtention de la vraie grandeur

Sur chaque ligne de rappel, on reporte la coordonnée Z (la hauteur) du point correspondant, mesurée depuis l'ancienne ligne de terre (LT) dans la vue de face. Par exemple, la hauteur de A en VF est reportée sur la ligne de rappel de a' pour trouver le nouveau point A1. En reliant les points A1, B1, C1, D1, la figure obtenue est la vraie grandeur de la face.

■ ■ ■

Anecdote : Le défi du chaudronnier de Likasi

Un jour, un vieux chaudronnier du quartier industriel de Likasi reçoit la commande d'une trémie conique pour l'usine locale. Le plan, dessiné par un jeune ingénieur, montrait les vues de face et de dessus. Pour fabriquer cette trémie, le chaudronnier devait découper une seule feuille de tôle qui, une fois roulée et soudée, formerait le cône parfait. Une erreur d'un centimètre et la pièce de plusieurs millions de Francs Congolais était bonne pour la ferraille. Les vues de face et de dessus étaient inutiles pour la découpe. Le vieil homme a pris une craie, a redessiné la pièce sur le sol de l'atelier en utilisant une méthode de développement pour trouver la "vraie grandeur" de la tôle à plat. C'est cette science du dessin, et non la force, qui garantit la réussite.

Exercice 1 : Le support moteur de Maman Hélène

Énoncé : Maman Hélène, ingénieure au garage central de Kisangani, doit fabriquer un support moteur renforcé. Le support possède une face de renfort oblique (ABCD). À partir des vues de face (VF) et de dessus (VH) fournies, déterminez la vraie grandeur de cette face pour pouvoir la découper dans une tôle d'acier.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse des vues initiales** Identifier la face oblique (ABCD) sur la VF et la VH. Repérer sa projection horizontale (a'b'c'd') sur la VH.
2. **Étape 2 : Création de la nouvelle ligne de terre** Tracer une nouvelle ligne de terre (LT_1) parallèle à la projection a'b' sur la vue de dessus.
3. **Étape 3 : Projection et report des cotes** Depuis les points a', b', c' et d', tracer des lignes de rappel perpendiculaires à LT_1. Sur ces lignes, reporter les hauteurs (cotes Z) correspondantes prises sur la vue de face par rapport à la ligne de terre initiale (LT).
4. **Étape 4 : Tracé de la Vraie Grandeur** Relier les nouveaux points obtenus (A1, B1, C1, D1). La figure A1B1C1D1 est la vraie grandeur de la face de renfort.

Exercice 2 : La tôle de protection de Papa Mbuyi

Énoncé : Papa Mbuyi, technicien agricole à Mbuji-Mayi, doit remplacer une tôle de protection sur une moissonneuse. La tôle est une surface plane trapézoïdale inclinée sur deux axes. Les vues de face et de gauche sont disponibles. Déterminez la forme exacte de la tôle à découper.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification de la surface** Repérer la surface trapézoïdale sur les vues de face et de gauche. Observer qu'elle n'est parallèle à aucun plan de projection.
2. **Étape 2 : Premier changement de plan** Créer un premier plan de projection auxiliaire perpendiculaire à la vue de face et qui montre la face inclinée comme une simple ligne. On obtient une "vue de profil" de la face.

3. **Étape 3 : Second changement de plan** Créer un second plan de projection auxiliaire, avec une nouvelle ligne de terre (LT_2) parallèle à la vue en ligne obtenue à l'étape 2.
4. **Étape 4 : Projection finale et Vraie Grandeur** Projeter la vue en ligne sur ce second plan. La figure résultante est la vraie grandeur de la tôle de protection. Papa Mbuyi peut maintenant utiliser ce gabarit pour sa découpe.

1.2. Développement des Surfaces Prismatiques et Coniques

a. De la 3D à la 2D : l'art du tôlier

Même si la carrosserie d'une Toyota Hilux arrivant à Matadi semble être une seule pièce complexe, sa fabrication commence souvent par une simple tôle de métal plate. Le métier du tôlier ou du dessinateur consiste précisément à savoir comment découper cette tôle pour qu'une fois pliée, elle forme la pièce désirée sans perte de matière.

Cette opération, passer d'un volume 3D à son patron 2D, est le développement. Il s'agit d'une compétence essentielle pour concevoir des pièces comme les conduits d'échappement, les réservoirs ou même certaines parties du châssis. La précision est reine.

A. Développement des Surfaces Prismatiques

Une surface prismatique est générée par le déplacement d'une droite (la génératrice) qui reste parallèle à une direction fixe tout en s'appuyant sur un polygone (la directrice). Le développement d'un prisme droit consiste à "dérouler" ses faces latérales sur un plan.

Le résultat est un rectangle. La longueur de ce rectangle est égale au périmètre de la base du prisme. Sa largeur correspond à la hauteur du prisme. Les deux bases polygonales sont ensuite rattachées au développement des faces latérales.

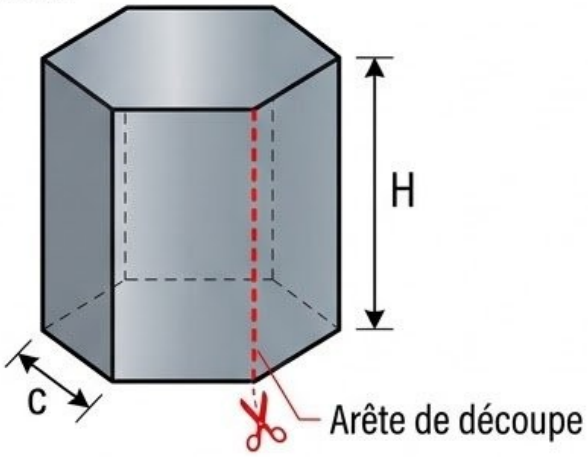
Figure 3 : Réf. IMG (4960-7883-1736)

Développement d'un prisme droit à base hexagonale sur un plan

a. LE PRISME EN TROIS DIMENSIONS

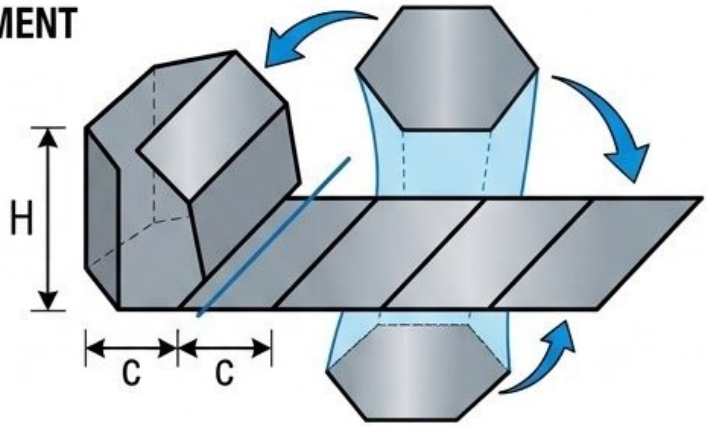
On imagine couper le volume le long d'une arête verticale pour pouvoir le déplier à plat.





b. LA LOGIQUE DU DÉROULEMENT

En se dépliant, les 6 faces latérales s'alignent pour former une grande bande rectangulaire de hauteur H et de longueur P = 6 x c.



c. LE PATRON 2D OBTENU

Le patron 2D obtenu est la forme exacte à découper et à plier.

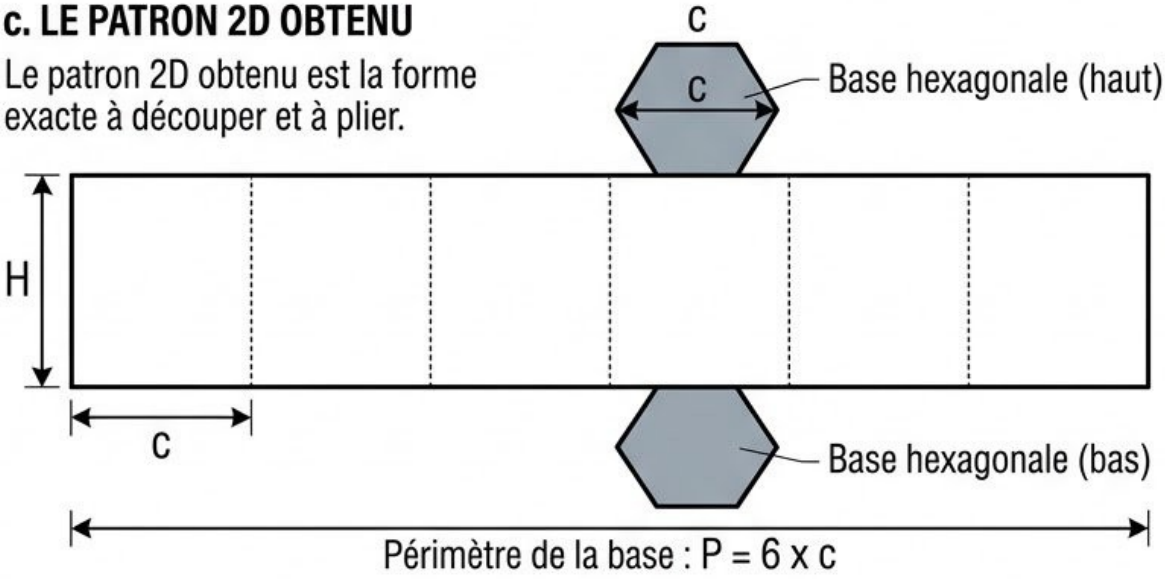


Figure 3 : Réf. IMG (4960-7883-1736)

Développement d'un prisme droit à base hexagonale sur un plan.

a. Le prisme en trois dimensions

L'objet de départ est un volume, un prisme droit. Ses faces latérales sont des rectangles. Sa base est un polygone, ici un hexagone régulier. Chaque côté de la base a une longueur c et le prisme a une hauteur H. L'objectif est de mettre toutes ces surfaces à plat sans déformation. Il faut imaginer qu'on découpe le long d'une arête verticale et qu'on "déplie" l'ensemble.

b. La logique du déroulement

En déroulant les faces, elles se placent les unes à côté des autres. Elles forment une grande bande rectangulaire. La hauteur de cette bande est la hauteur H du prisme. Sa longueur totale est la somme des largeurs de chaque face, ce qui correspond exactement au périmètre de la base hexagonale, soit $P = 6 \times c$.

c. Le patron 2D obtenu

Le patron final est composé de ce grand rectangle de dimensions $P \times H$. Les deux bases hexagonales sont dessinées attachées à l'une des faces rectangulaires du développement, souvent l'une en haut et l'autre en bas. Ce patron 2D est la forme exacte à découper dans la tôle avant le pliage.

B. Développement des Surfaces Coniques

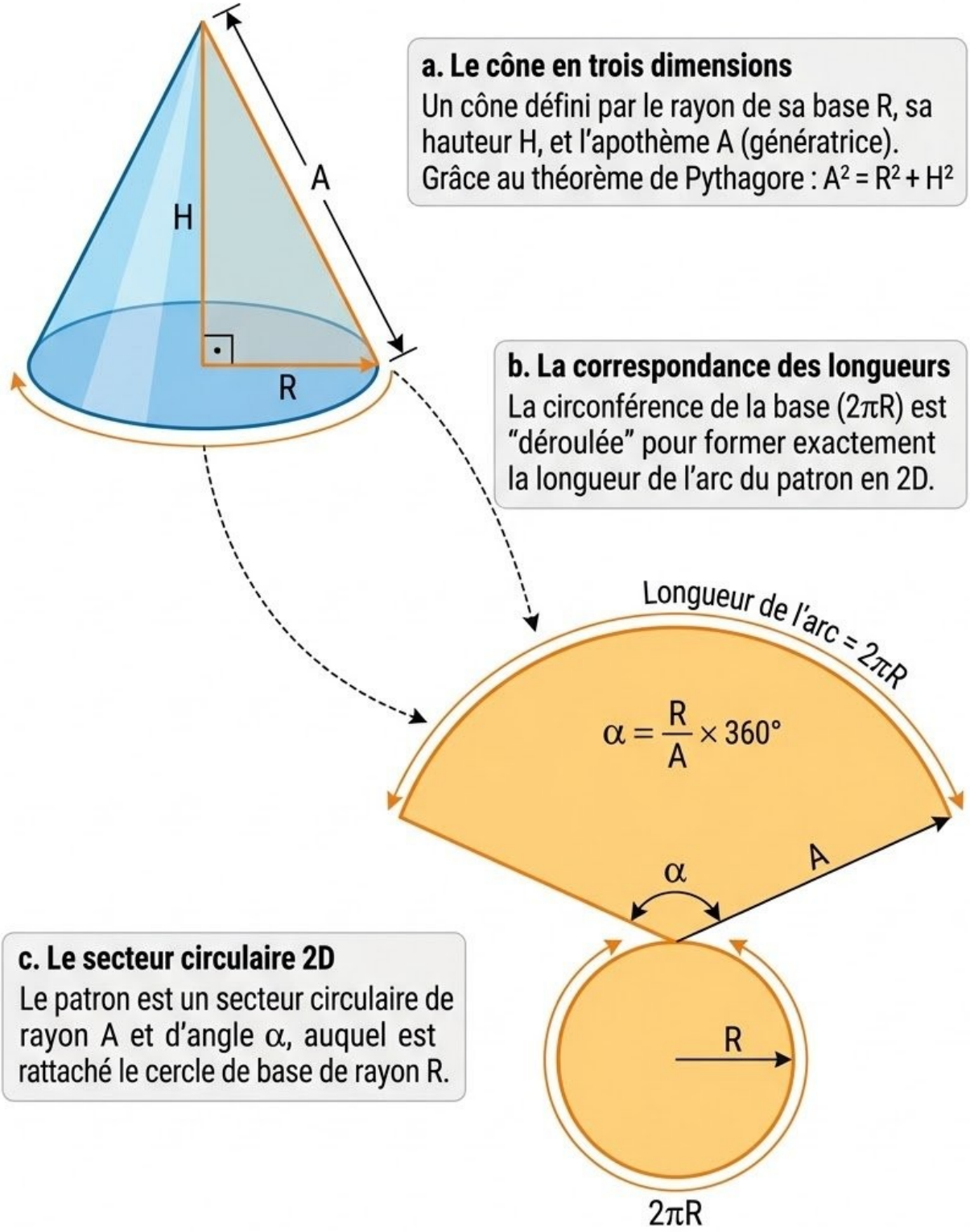
Le développement d'un cône de révolution est différent. Il ne produit pas un rectangle mais un secteur de cercle. Le rayon de ce secteur est l'apothème (A) du cône (la distance du sommet à un point du cercle de base).

La longueur de l'arc de ce secteur est égale au périmètre du cercle de base du cône ($2\pi R$). Le calcul de l'angle au centre (α) du secteur est donc fondamental pour le traçage. Il est donné par la relation suivante, où R est le rayon de la base et A est l'apothème :

$$\alpha(degrés) = \frac{R}{A} \times 360°$$

Figure 4 : Réf. IMG (0911-4020-3799)

Développement d'un cône de révolution montrant le secteur circulaire résultant.



a. Le cône en trois dimensions
Un cône défini par le rayon de sa base R, sa hauteur H, et l'apothème A (génératrice). Grâce au théorème de Pythagore : $A^2 = R^2 + H^2$

b. La correspondance des longueurs
La circonférence de la base ($2\pi R$) est "déroulée" pour former exactement la longueur de l'arc du patron en 2D.

c. Le secteur circulaire 2D
Le patron est un secteur circulaire de rayon A et d'angle α, auquel est rattaché le cercle de base de rayon R.

Figure 4 : Réf. IMG (0911-4020-3799)

Développement d'un cône de révolution montrant le secteur circulaire résultant.

a. Le cône en trois dimensions

Le cône de révolution est défini par le rayon de sa base R et sa hauteur H. L'apothème A (la longueur de la génératrice) est une dimension clé pour le développement. Elle se calcule grâce au théorème de Pythagore appliqué au triangle rectangle formé par H, R et A. On a toujours $A^2 = R^2 + H^2$.

b. La correspondance des longueurs

Le principe fondamental est que la circonférence du cercle de base du cône doit devenir la longueur de l'arc du secteur circulaire développé. La circonférence de la base vaut $2\pi R$. Cette longueur est "déroulée" pour former l'arc du patron. Le rayon du patron est, lui, l'apothème A du cône.

c. Le secteur circulaire 2D

Le patron est une portion de disque (un secteur circulaire). Ce secteur est tracé à partir d'un cercle de rayon A. L'ouverture du secteur est définie par l'angle α. La formule $\alpha = (R/A) \times 360°$ permet de calculer cet angle avec précision. Une fois le secteur dessiné, le cercle de base (de rayon R) peut y être rattaché.

■ ■ ■

b. Scénarios et Exercices

À Kisangani, sur l'avenue des menuisiers, un artisan du nom de Papa Mbayo est célèbre pour ses entonnoirs et ses arrosoirs en tôle galvanisée. Sans logiciel de CAO, il utilise des méthodes ancestrales de traçage. Pour un entonnoir, il ne voit pas un cône tronqué ; il voit deux secteurs circulaires à découper et un cylindre. Son compas est une simple ficelle tendue entre un clou et un bout de craie. Il calcule l'angle du secteur "à l'œil" ou avec des rapports mémorisés. Son savoir-faire, transmis de maître à apprenti, est une application directe et manuelle du développement des surfaces. Chaque pièce est unique, mais la géométrie qui la sous-tend est universelle.

Exercice 1 : Le réservoir du groupe électrogène

Énoncé : Maman Hélène, à Mbandaka, veut faire fabriquer un réservoir d'appoint pour son groupe électrogène. Le réservoir doit être un prisme droit à

base carrée de 30 cm de côté et d'une hauteur de 50 cm. Dessiner le patron (développement) de la surface latérale de ce réservoir.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification des paramètres** La base est un carré de côté $c = 30\,\text{cm}$. La hauteur du prisme est $H = 50\,\text{cm}$.
2. **Étape 2 : Calcul du périmètre de la base** Le périmètre P d'un carré est $4 \times c$. Donc, $P = 4 \times 30\,\text{cm} = 120\,\text{cm}$.
3. **Étape 3 : Détermination de la forme du développement** Le développement de la surface latérale d'un prisme droit est un rectangle. Sa longueur est le périmètre P et sa largeur est la hauteur H.
4. **Étape 4 : Traçage du patron** Tracer un rectangle de 120 cm de long sur 50 cm de large. Pour indiquer les lignes de pliage, tracer trois lignes verticales à l'intérieur du rectangle, espacées de 30 cm.

Exercice 2 : La buse d'échappement conique

Énoncé : Un mécanicien à Lubumbashi doit fabriquer une buse réductrice conique. La pièce a un apothème $A = 25\,\text{cm}$ et le rayon de sa base circulaire est $R = 10\,\text{cm}$. Déterminer les caractéristiques du patron nécessaire pour fabriquer cette buse.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification des paramètres** L'apothème du cône est $A = 25\,\text{cm}$. Le rayon de la base est $R = 10\,\text{cm}$.
2. **Étape 2 : Choix de la forme du développement** Le développement d'un cône est un secteur de cercle. Le rayon de ce secteur est égal à l'apothème A.
3. **Étape 3 : Calcul de l'angle au centre (α)** Utiliser la formule du cours : $\alpha = \frac{R}{A} \times 360\,°$.
4. **Étape 4 : Application numérique** $\alpha = \frac{10}{25} \times 360\,° = 0.4 \times 360\,° = 144\,°$.