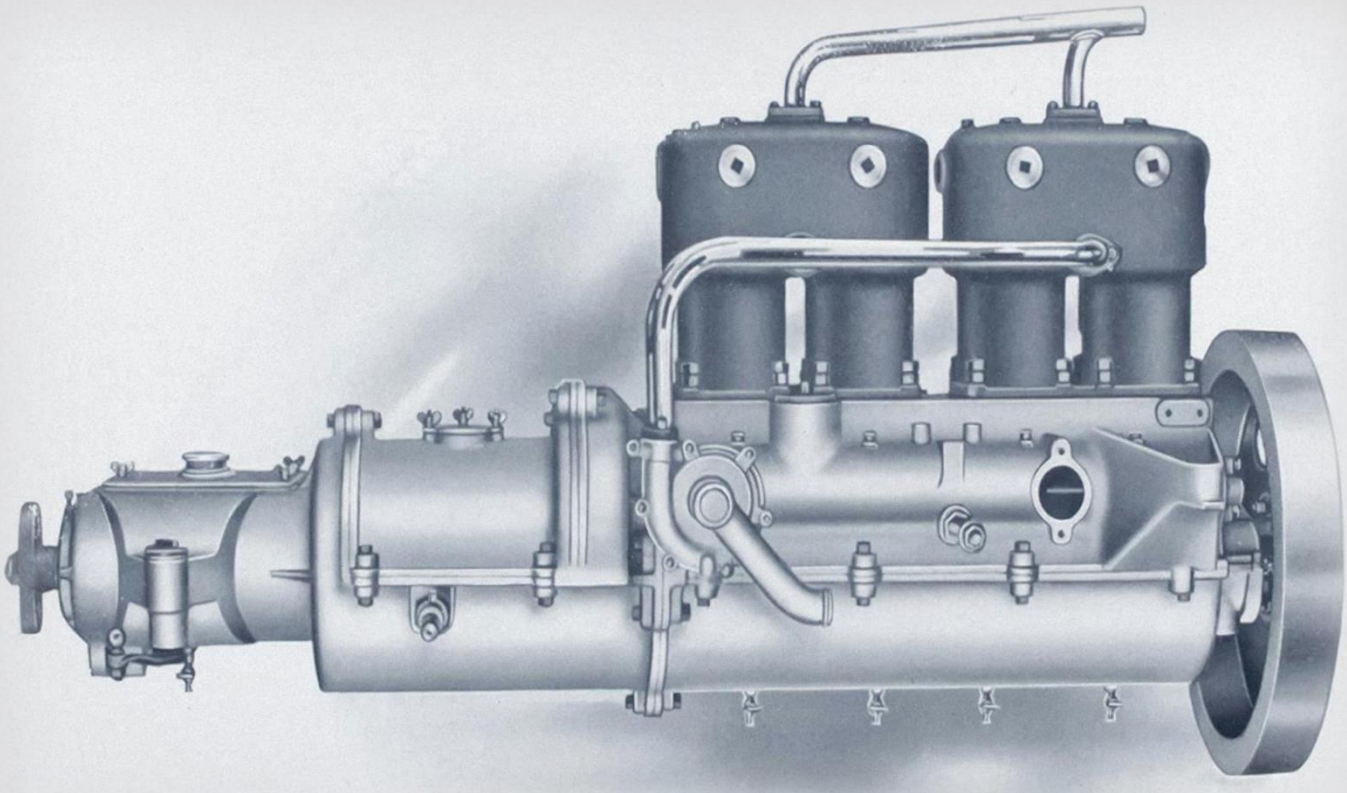


# DESSIN INDUSTRIEL

3è Année

EDITION 2025

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

Option Mécanique Générale



a

# TABLE DE MATIERE


PRÉLIMINAIRES 📐 ..... 1

0.1. Avant-propos et note méthodologique 📝 ..... 1

- 0.1.1. Philosophie du manuel ..... 1
- 0.1.2. Note méthodologique pour l'enseignant ..... 1

0.2. Objectifs généraux du programme de 3ème année 🎯 ..... 2

- 0.2.1. Compétences terminales attendues ..... 2
- 0.2.2. Alignement avec les standards industriels ..... 3

0.3. Liste des normes et symboles de référence 📏 ..... 3

- 0.3.1. Normes de représentation graphique (ISO 128) ..... 3
- 0.3.2. Symbolisation des éléments mécaniques ..... 4

0.4. Matériel requis et instruments de précision ✒️ ..... 5

- 0.4.1. L'équipement individuel de l'élève ..... 5
- 0.4.2. Instruments de mesure pour les relevés ..... 5
- 0.4.3. Support et hygiène du dessin ..... 6

CHAPITRE 1 : LE POINT ET LA DROITE DANS L'ESPACE ..... 9

1.1. Projection orthogonale du point ..... 9

- Principes fondamentaux de la géométrie descriptive ..... 9
- Coordonnées spatiales ..... 9
- Notation normalisée ..... 9

1.2. Épure de la droite et traces ..... 11

- Définition par deux points ..... 11
- Positions particulières de la droite ..... 11
- Traces de la droite ..... 11

1.3. Position relative de deux droites ..... 12

- Droites parallèles ..... 12
- Droites concourantes ..... 12
- Droites gauches ..... 12

1.4. Vraie grandeur d'un segment ..... 12

- Nécessité de la vraie grandeur ..... 12
- Méthode de la rotation ..... 12
- Méthode du triangle rectangle ..... 13

1.5. Ressources complémentaires ..... 13

- 1.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 13
- 1.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 14

Scenarios et Exercices ..... 15

- 1.5.3. Scenarios et Exercices ..... 15

CHAPITRE 2 : LE PLAN ET SES APPLICATIONS ..... 21

2.1. Représentation du plan par ses traces ..... 21

- Définition des traces ..... 21
- Plans particuliers ..... 21

2.2. Droites remarquables du plan ..... 23

- L'appartenance ..... 23
- Les horizontales du plan ..... 23
- Les frontales du plan ..... 23
- Lignes de plus grande pente ..... 23

2.3. Intersection de deux plans quelconques ..... 23

- Principe général ..... 23
- Méthode des traces ..... 23
- Cas des traces ne se coupant pas dans les limites du dessin ..... 24

2.4. Appartenance point-droite-plan ..... 24

- La chaîne logique ..... 24
- Construction pratique ..... 24

2.5. Ressources complémentaires ..... 25

- 2.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 25
- 2.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 25

Scenarios et Exercices ..... 27

- 2.5.3. Scenarios et Exercices ..... 27

CHAPITRE 3 : LES SURFACES ET SOLIDES ÉLÉMENTAIRES ..... 33

3.1. Projection des polyèdres réguliers ..... 33

- Le prisme ..... 33
- La pyramide ..... 33

3.2. Cylindres et cônes de révolution ..... 33

- Le cylindre ..... 33
- Le cône ..... 33

3.3. Sphère et surfaces de révolution ..... 35

- La sphère ..... 35
- Surfaces composées ..... 35

3.4. Visibilité des arêtes et contours ..... 35

- Règle fondamentale ..... 35
- Convention de traçage ..... 35

3.5. Ressources complémentaires ..... 36

- 3.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 36
- 3.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 36

Scenarios et Exercices ..... 38

- 3.5.3. Scenarios et Exercices ..... 38

CHAPITRE 4 : INTERSECTIONS ET DÉVELOPPEMENTS DE SURFACES ..... 45

4.1. Intersection plan-prisme et développement ..... 45

- Principes de la section plane ..... 45
- Développement de la surface latérale ..... 45
- Cas du prisme tronqué ..... 45

4.2. Intersection plan-cylindre et développement ..... 47

- La section elliptique ..... 47
- Développement par la méthode des génératrices ..... 47

4.3. Intersection plan-cône et développement ..... 47

- Les coniques ..... 47
- Développement radial ..... 47

4.4. Tracé des pénétrations de solides ..... 48

- Pénétration cylindre-cylindre ..... 48
- Méthode des sphères auxiliaires ..... 48

4.5. Ressources complémentaires ..... 48

- 4.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 48
- 4.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 49

Scenarios et Exercices ..... 51

- Scénarios et Exercices ..... 51

CHAPITRE 5 : COUPES, SECTIONS ET HACHURES ..... 57

5.1. Principes des coupes simples ..... 57

- Définition et but ..... 57
- Représentation graphique ..... 57

- Règles des hachures ..... 57

5.2. Coupes brisées à plans parallèles ..... 59

- Nécessité de la coupe en escalier ..... 59
- Convention de représentation ..... 59

5.3. Coupes brisées à plans sécants ..... 59

- Le rabattement ..... 59
- Règles spécifiques ..... 59

5.4. Sections sorties et rabattues ..... 60

- Distinction coupe / section ..... 60
- Section rabattue ..... 60
- Section sortie ..... 60

5.5. Ressources complémentaires ..... 60

- 5.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 60
- 5.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 61

Scenarios et Exercices ..... 62

- Scénarios et Exercices ..... 62

CHAPITRE 6 : REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS FILETÉS ..... 67

6.1. Terminologie et caractéristiques des filetages ..... 67

- Définitions de base ..... 67
- Vis et Écrou ..... 67

6.2. Représentation conventionnelle tige-trou ..... 67

- Le principe de simplification ..... 67
- Représentation de la vis (Tige filetée) ..... 67
- Représentation de l'écrou (Taraudage) ..... 67

6.3. Assemblage vis-écrou en coupe ..... 69

- La règle de prédominance ..... 69
- Le trou borgne ..... 69

6.4. Cotation fonctionnelle des filetages ..... 69

- Désignation normalisée ..... 69
- Classes de qualité ..... 69

6.5. Ressources complémentaires ..... 70

- 6.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 70
- 6.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 70

Scenarios et Exercices ..... 72
- Scénarios et Exercices ..... 72

CHAPITRE 7 : COTATION DIMENSIONNELLE ET TOLÉRANCEMENT ..... 79
7.1. Éléments graphiques de la cotation ..... 79
- Lignes de cote et lignes d'attache ..... 79
- Inscription de la valeur ..... 79

7.2. Cotation des formes usuelles ..... 79
- Diamètres et Rayons ..... 79
- Chamfreins et Éléments répétitifs ..... 79

7.3. Introduction aux tolérances dimensionnelles ..... 81
- Nécessité de la tolérance ..... 81
- Intervalle de tolérance (IT) ..... 81

7.4. Système ISO des ajustements ..... 81
- Principe de l'ajustement ..... 81
- Types d'ajustements classiques ..... 81

7.5. Ressources complémentaires ..... 82
- 7.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 82
- 7.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 82

Scenarios et Exercices ..... 84
- 7.5.3. Scenarios et Exercices ..... 84

CHAPITRE 8 : ÉTATS DE SURFACE ET TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES ..... 89
8.1. Symboles des états de surface ..... 89
- Concept de rugosité ..... 89
- Le symbole graphique de base ..... 89

8.2. Indication de rugosité Ra ..... 89
- Le paramètre Ra ..... 89
- Valeurs usuelles et procédés ..... 89

8.3. Tolérances de forme (rectitude, planéité) ..... 91
- Distinction Forme / Dimension ..... 91
- Rectitude ..... 91
- Planéité ..... 91

8.4. Tolérances de position (coaxialité, localisation) ..... 91
- Nécessité des références ..... 91

- Coaxialité (Concentricité) ..... 91
- Localisation ..... 92

8.5. Ressources complémentaires ..... 92

- 8.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 92
- 8.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 93

Scenarios et Exercices ..... 94

- 8.5.3. Scenarios et Exercices ..... 94

CHAPITRE 9 : LIAISONS MÉCANIQUES DÉMONTABLES ..... 99

9.1. Boulonnage et goujonnage ..... 99

- Le Boulon ..... 99
- Le Goujon ..... 99

9.2. Clavetage et cannelures ..... 99

- Clavette parallèle ..... 99
- Cannelures ..... 99

9.3. Goupillage et anneaux élastiques ..... 102

- Goupilles ..... 102
- Anneaux élastiques (Circlips) ..... 102

9.4. Lecture de plan : Étau de fraisage ..... 102

- Analyse d'un mécanisme réel ..... 102
- Règles de lecture ..... 102

9.5. Ressources complémentaires ..... 103

- 9.5.1. Questions et réponses d'approfondissement ..... 103
- 9.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 103

Scenarios et Exercices ..... 105

- 9.5.3. Scenarios et Exercices ..... 105

CHAPITRE 10 : ORGANES DE GUIDAGE EN ROTATION ..... 110

10.1. Paliers lisses et coussinets ..... 110

- Principe du frottement de glissement ..... 110
- Matériaux et structure des coussinets ..... 110
- Montage et ajustements ..... 111

10.2. Roulements : types et représentation ..... 113

- Classification fonctionnelle des roulements ..... 113
- Représentation conventionnelle ..... 113

- Règles de montage des roulements .....114

10.3. Étanchéité et lubrification .....114

- Fonction de la lubrification .....114
- Dispositifs d'étanchéité (Joints) .....114
- Étanchéité par chicanes .....115

10.4. Lecture de plan : Réducteur minier .....115

- Analyse structurelle .....115
- Identification des composants standard .....115

10.5. Ressources complémentaires .....116

- 10.5.1. Questions et réponses d'approfondissement .....116
- 10.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter.....116

Scenarios et Exercices .....118

- 10.5.3. Scenarios et Exercices .....118

ANNEXES..... a

ANNEXES..... a

1. Tableaux des tolérances dimensionnelles (ISO) 📏 ..... i

- 1.1. Principes de lecture et d'application ..... i
- 1.2. Valeurs des tolérances fondamentales (IT) ..... i
- 1.3. Écarts pour les Alésages (Système de l'Alésage Normal H) .....ii
- 1.4. Écarts fondamentaux pour les Arbres usuels.....iii

2. Dimensions normalisées des éléments d'assemblage 🔩 .....iv

- 2.1. Vis à tête hexagonale (H) - ISO 4014 / 4017 .....iv
- 2.2. Vis à six pans creux (CHC / BTR) - ISO 4762 ..... v
- 2.3. Rondelles plates (M et L) et Écrous (H) ..... v
- 2.4. Clavettes parallèles (ISO R773).....vi

3. Abaques des ajustements recommandés ⚙️ .....vi

- 3.1. Guide de choix stratégique des ajustements .....vi
- 3.2. Tableau de synthèse des jeux et serrages (Pour Ø Nominal 40 mm) ..... viii

4. Lexique technique français-anglais 📖 ..... viii

- 4.1. Introduction au vocabulaire technique international ..... viii
- 4.2. Géométrie et Dessin (Geometry & Drafting).....ix
- 4.3. Organes de machine et Pièces (Machine Elements & Parts) ..... x
- 4.4. Procédés d'usinage et Matériaux (Machining & Materials) .....xi

- 4.5. Verbes d'action et Instructions (Action Verbs & Instructions) ..... xii
- 4.6. Termes spécifiques à la Maintenance (Maintenance Terminology) ..... xiii



# PRÉLIMINAIRES

## 0.1. Avant-propos et note méthodologique

### 0.1.1. Philosophie du manuel

Ce manuel de dessin technique, spécifiquement conçu pour la troisième année de l'option Mécanique Générale en République Démocratique du Congo, ne se veut pas une simple collection de règles graphiques. Il incarne une passerelle rigoureuse entre la théorie géométrique pure et la réalité tangible des ateliers industriels qui constituent le tissu économique de notre pays. De la Gecamines aux industries de transformation de Kinshasa, le langage du dessin industriel est universel, mais son apprentissage doit s'ancrer dans notre contexte local pour être pleinement efficace.

L'approche pédagogique privilégiée ici est celle du constructivisme technique. Nous partons du principe que l'élève ne mémorise pas des traits, mais construit des objets mentaux. Chaque chapitre est structuré pour solliciter d'abord l'analyse fonctionnelle : "À quoi sert cette pièce ?" avant de poser la question "Comment la dessiner ?". Cette démarche inverse la logique traditionnelle d'apprentissage par imitation pour favoriser une compréhension profonde des mécanismes. Le dessinateur n'est pas un copiste, c'est un concepteur qui communique des solutions techniques viables et fabricables.

### 0.1.2. Note méthodologique pour l'enseignant

L'enseignement du dessin industriel en troisième année marque une rupture avec l'initiation des années précédentes. L'objectif n'est plus la simple propreté du tracé, mais l'exactitude normative et la faisabilité technique. La progression suit une logique d'échafaudage cognitif :

1. **Consolidation des bases :** Nous revisitons la projection orthogonale non plus comme un exercice abstrait, mais comme l'outil de définition univoque des volumes.
2. **Complexification progressive :** L'introduction des coupes et des sections répond à un besoin de clarté face à des pièces creuses réelles, et non comme une surcharge arbitraire du dessin.
3. **Intégration normative :** La cotation et les tolérances ne sont pas traitées en annexe, mais intégrées au cœur de la définition du produit.

> Une pièce sans tolérance est une pièce virtuelle ; une pièce tolérancée est une pièce prête à usiner.

Nous recommandons vivement l'utilisation de pièces réelles en classe. La manipulation physique d'un réducteur, d'un piston ou d'un robinet-vanne avant sa représentation graphique ancre définitivement les concepts spatiaux dans l'esprit de l'apprenant. Le lien constant entre le "vu" (la pièce), le "pensé" (la projection mentale) et le "tracé" (le plan) constitue le fil rouge de cette méthodologie.

## 0.2. Objectifs généraux du programme de 3ème année 🎯

### 0.2.1. Compétences terminales attendues

Au terme de cette année de formation, l'élève de troisième année mécanique devra être capable de franchir le cap décisif qui sépare le dessin scolaire du document technique professionnel. Le programme national vise l'acquisition de compétences opérationnelles directement transférables en entreprise.

La première compétence majeure est la **maîtrise absolue de la géométrie descriptive appliquée**. L'élève doit pouvoir visualiser et représenter n'importe quelle intersection de solides simples (cylindres, cônes, prismes) sans hésitation. Cette agilité mentale est le prérequis indispensable à la conception de pièces de chaudronnerie et de tuyauterie industrielle.

La deuxième compétence est la **capacité de définition complète d'une pièce**. Il ne s'agit plus seulement de dessiner les formes, mais de spécifier toutes les données nécessaires à la fabrication : dimensions, tolérances dimensionnelles et géométriques, états de surface et matériaux. L'élève doit produire un "plan de définition" qui, transmis à un atelier distant sans aucune explication orale, permettrait la fabrication d'une pièce conforme.

La troisième compétence est la **lecture critique de plans d'ensemble**. Face au plan complexe d'un mécanisme (boîte de vitesses, pompe hydraulique, étau), l'élève doit être capable de décoder le fonctionnement : identifier les pièces fixes et mobiles, comprendre les liaisons (pivot, glissière, encastrement), et déduire l'ordre de montage et de démontage. C'est l'essence même du travail de technicien de maintenance ou de bureau d'études.

### 0.2.2. Alignement avec les standards industriels

Ce programme ne vit pas en vase clos. Il prépare aux exigences réelles des secteurs miniers, énergétiques et manufacturiers de la RDC.

- **Rigueur normative :** L'application stricte des normes ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est non négociable. Un trait mal calibré ou un symbole erroné peut entraîner le rebut d'une pièce coûteuse ou un accident grave.
- **Vision technologique :** Le dessin est le langage de la technologie. L'élève apprendra à choisir les solutions constructives standards (roulements, joints, clavettes) plutôt que de réinventer la roue, optimisant ainsi les coûts et la maintenance future des systèmes conçus.

## 0.3. Liste des normes et symboles de référence

### 0.3.1. Normes de représentation graphique (ISO 128)

La communication technique repose sur un code universel. En RDC, comme partout dans le monde industriel moderne, nous suivons les normes ISO. Le respect de ces conventions garantit que nos plans sont lisibles par un ingénieur chinois, un technicien sud-africain ou un ouvrier congolais.

- **Types de traits :**
  - **Trait continu fort (0.5 ou 0.7 mm) :** Pour les arêtes et contours visibles. C'est le trait "roi" qui définit la matière physique.
  - **Trait interrompu fin (0.35 mm) :** Pour les arêtes et contours cachés. Son usage doit être modéré pour ne pas surcharger le dessin ; on préférera souvent une coupe.
  - **Trait mixte fin (0.25 mm) :** (Un trait long, un point, un trait long). Exclusivement réservé aux axes de symétrie, aux axes de révolution et aux plans de coupe.
  - **Trait continu fin (0.25 mm) :** Pour les lignes d'attache, les lignes de cote, les hachures et les filetages (fond de filet).

  - **Trait mixte fin à deux points :** Pour les pièces voisines (environnement) ou les positions extrêmes d'une pièce mobile.

- **Échelles (ISO 5455) :**
  - **Vraie grandeur :** 1:1 (L'idéal pour la clarté).
  - **Réduction :** 1:2, 1:5, 1:10, 1:20 (Pour les grandes pièces, châssis, ensembles).
  - **Agrandissement :** 2:1, 5:1, 10:1 (Pour les mécanismes d'horlogerie, injecteurs).
  - *Note importante :* Quelle que soit l'échelle, la cote inscrite sur le dessin est toujours la dimension réelle de la pièce.

## 0.3.2. Symbolisation des éléments mécaniques

L'utilisation de symboles normalisés accélère le dessin et la lecture.

- **États de surface (ISO 1302) :** Le symbole "racine carrée" (✓) indique la rugosité requise (Ra en micromètres). Une barre fermant le symbole impose un enlèvement de matière (usinage). Un cercle dans le symbole l'interdit.
- **Tolérances géométriques (ISO 1101) :** Cadres rectangulaires contenant le symbole du défaut (ex: ☐ pour planéité, ⊥ pour perpendicularité, ◎ pour coaxialité), la valeur de la tolérance et la référence.
- **Soudures (ISO 2553) :** Représentation symbolique des cordons de soudure (flèche pointant le joint, symbole de la forme du cordon, dimension de la gorge).
- **Filetages (ISO 6410) :** Représentation conventionnelle simplifiée (double trait) pour les vis et taraudages, évitant le dessin complexe des hélices réelles.

# 0.4. Matériel requis et instruments de précision

## 0.4.1. L'équipement individuel de l'élève

Le dessin technique est une discipline de précision. On ne peut pas produire un travail de qualité avec des outils médiocres. La liste suivante constitue le "paquetage" minimum non négociable pour l'élève de 3ème année mécanique.

- **Porte-mines de qualité :** L'usage du crayon en bois est proscrit pour le dessin définitif car l'épaisseur du trait varie avec l'usure de la mine.
  - Un porte-mine **0.5 mm HB** ou **F** pour les traits forts (contours).
  - Un porte-mine **0.3 mm H** ou **2H** pour les traits fins (cotes, hachures, axes). La dureté H garantit un trait net qui ne bave pas.
- **Gomme plastique blanche :** Doit être tendre pour ne pas gratter le papier, et parfaitement propre. Les gommes "bicolores" (bleu/rouge) sont interdites car elles abrasent la surface du papier.
- **Équerres :** Un jeu de deux équerres (45°/45° et 30°/60°) en plastique transparent de haute qualité, sans biseaux abîmés. La grande équerre (30/60) doit avoir une hypoténuse d'au moins 25 cm.
- **Compas de précision :** Un modèle à balustre (vis centrale de réglage micrométrique) est indispensable. Les compas scolaires "à friction" sont incapables de maintenir un rayon précis lors du traçage d'un cercle sur un papier épais. Il doit être équipé d'un adaptateur pour stylo ou porte-mine.
- **Règle graduée :** Une règle plate de 30 cm ou 50 cm, de préférence en acier inoxydable ou en plastique dur indéformable. On ne dessine jamais le long de la graduation pour ne pas l'abîmer ; on retourne la règle.
- **Rapporteur d'angle :** Un modèle circulaire (360°) ou demi-circulaire (180°) précis au degré.

## 0.4.2. Instruments de mesure pour les relevés

Comme le programme inclut des exercices de rétro-ingénierie (dessiner une pièce existante), l'élève doit se familiariser avec les outils de métrologie dimensionnelle.

- **Pied à coulisse (Vernier Caliper) :** L'outil universel du mécanicien. Précision au 1/50ème (0.02 mm). L'élève doit maîtriser la lecture du vernier pour mesurer les diamètres extérieurs, intérieurs et les profondeurs.
- **Jauge de filetage (Peigne à filets) :** Indispensable pour identifier le pas d'une vis (Métrique ou Whitworth) sans erreur.
- **Micromètre (Palmer) :** Pour les mesures de haute précision (arbres rectifiés, épaisseur de cales), précis au 1/100ème (0.01 mm). Bien que moins utilisé en classe de dessin pur, sa connaissance est requise pour comprendre la notion de tolérance IT6 ou IT7.

### 0.4.3. Support et hygiène du dessin

La qualité finale dépend aussi de l'environnement de travail.

- **Papier :** Papier blanc opaque de grammage 80g/m² minimum pour les esquisses, et papier calque ou papier à dessin technique 120g/m² pour les plans définitifs. Le format standard est le A4 (210x297) et le A3 (297x420).
- **Fixation :** Ruban adhésif repositionnable (type cache de peintre) pour fixer la feuille sur la table sans la déchirer au retrait. Les punaises sont à bannir (trous).
- **Propreté :** Une brosse à dessin ou un chiffon propre est nécessaire pour chasser les résidus de gomme sans étaler le graphite avec la main. La sueur des mains est l'ennemie du dessin ; le lavage des mains avant chaque séance est une règle professionnelle stricte.

**Éditions Donel C.**
Direction Éditoriale et Conception Générale :
MURHULA BAZIKANGE M.
Pour contacts, mon site web :
https://murhulabazikange.com/

© 2025, Donel Consulting, Kin. RDC
Tous droits réservés.

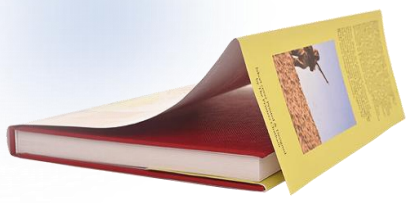
Pour l'excellence de l'éducation en RDC,
Tous les manuels scolaires en un seul endroit,
sur ce site web :
https://manuels-scolaires-rdc.com/

Pour plus de détails, scannez ceci :

# PARTIE I

## BASES DE LA GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE ET PROJECTIONS

Cette section établit les fondements de la représentation spatiale nécessaire à la compréhension des volumes mécaniques, passant du point géométrique aux intersections complexes de solides rencontrés dans l'industrie.



# CHAPITRE 1 : LE POINT ET LA DROITE DANS L'ESPACE

## 1.1. Projection orthogonale du point

### Principes fondamentaux de la géométrie descriptive

La représentation des objets tridimensionnels sur un support bidimensionnel exige l'utilisation rigoureuse de la méthode de Monge. Nous définissons deux plans de référence perpendiculaires entre eux : le plan horizontal de projection (P.H.) et le plan frontal de projection (P.F.). L'intersection de ces deux plans constitue la ligne de terre, notée LT ou xy. L'espace se divise ainsi en quatre dièdres. En troisième année de mécanique générale, nous travaillons principalement dans le premier dièdre, où l'observateur se situe devant le plan frontal et au-dessus du plan horizontal.

### Coordonnées spatiales

La position absolue d'un point dans l'espace se définit par trois coordonnées cartésiennes mesurées par rapport à une origine conventionnelle placée sur la ligne de terre.

L'abscisse détermine la position latérale du point le long de la ligne de terre.

L'éloignement correspond à la distance géométrique entre le point et le plan frontal. Sur l'épure, cette valeur se projette perpendiculairement à la ligne de terre, vers le bas pour un point situé en avant du plan frontal.

La cote représente la hauteur du point par rapport au plan horizontal. Sur l'épure, la cote se porte perpendiculairement à la ligne de terre, vers le haut pour un point situé au-dessus du plan horizontal.

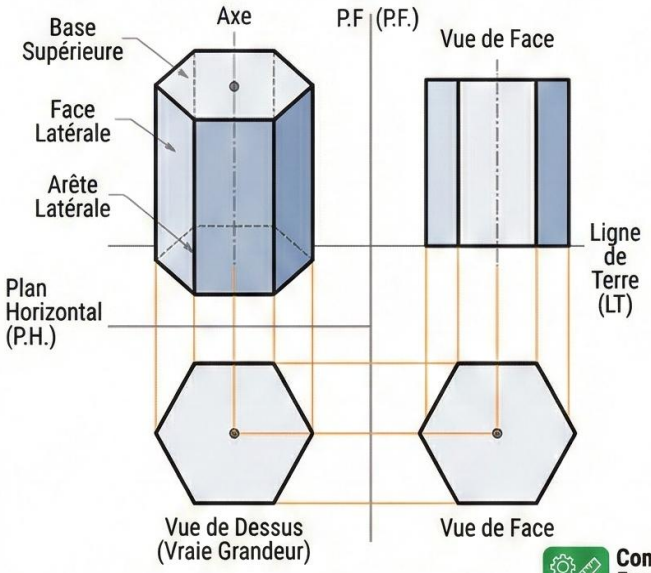
### Notation normalisée

Nous désignons le point dans l'espace par une lettre majuscule (A). La projection horizontale, ou vue de dessus, se note par la lettre minuscule (a). La projection frontale, ou vue de face, se note par la lettre minuscule affectée d'un signe prime (a'). La ligne de rappel relie systématiquement la projection horizontale et la projection frontale. Elle reste toujours perpendiculaire à la ligne de terre. Une rupture de cet alignement invalide la totalité du dessin technique.

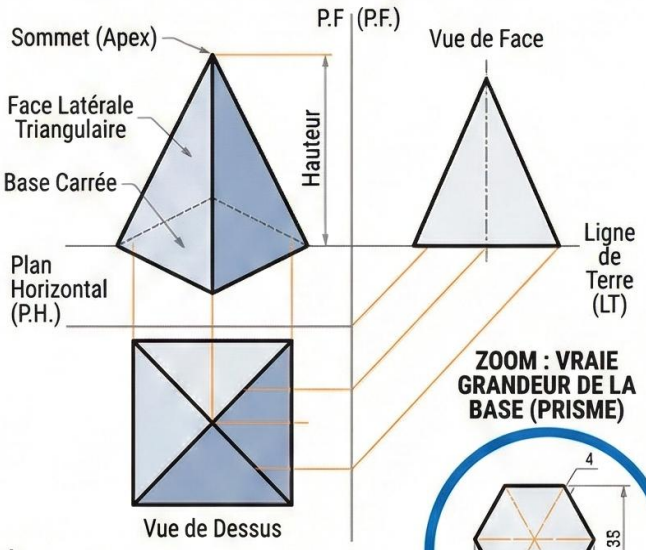
# CHAPITRE 3 : LES SURFACES ET SOLIDES ÉLÉMENTAIRES

## 3.1. Projection des polyèdres réguliers et 3.2. Cylindres et cônes de révolution

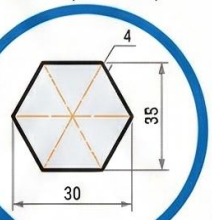
### LE PRISME DROIT (BASE HEXAGONALE)




### LA PYRAMIDE RÉGULIÈRE (BASE CARRÉE)

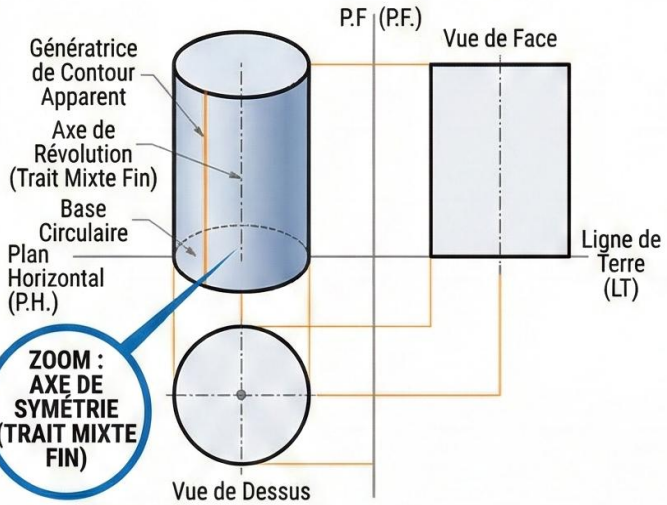



**ZOOM : VRAIE GRANDEUR DE LA BASE (PRISME)**



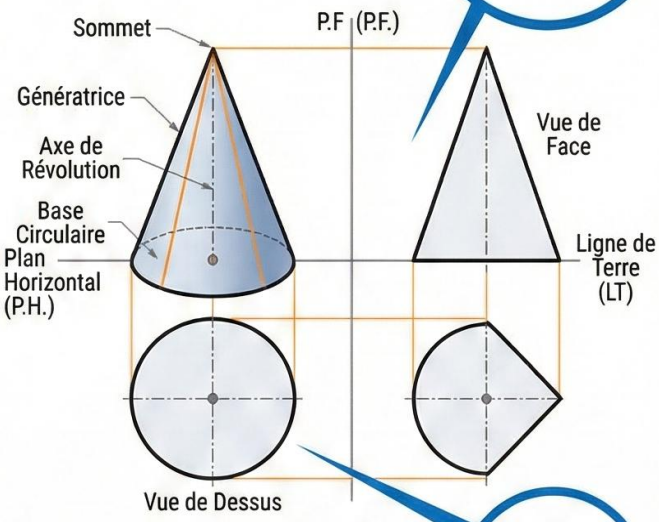

**Contexte :** Formes de base des pièces mécaniques

### LE CYLINDRE DE RÉVOLUTION



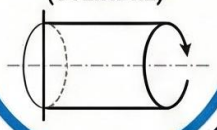

**ZOOM : AXE DE SYMÉTRIE (TRAIT MIXTE FIN)**

### LE CÔNE DE RÉVOLUTION

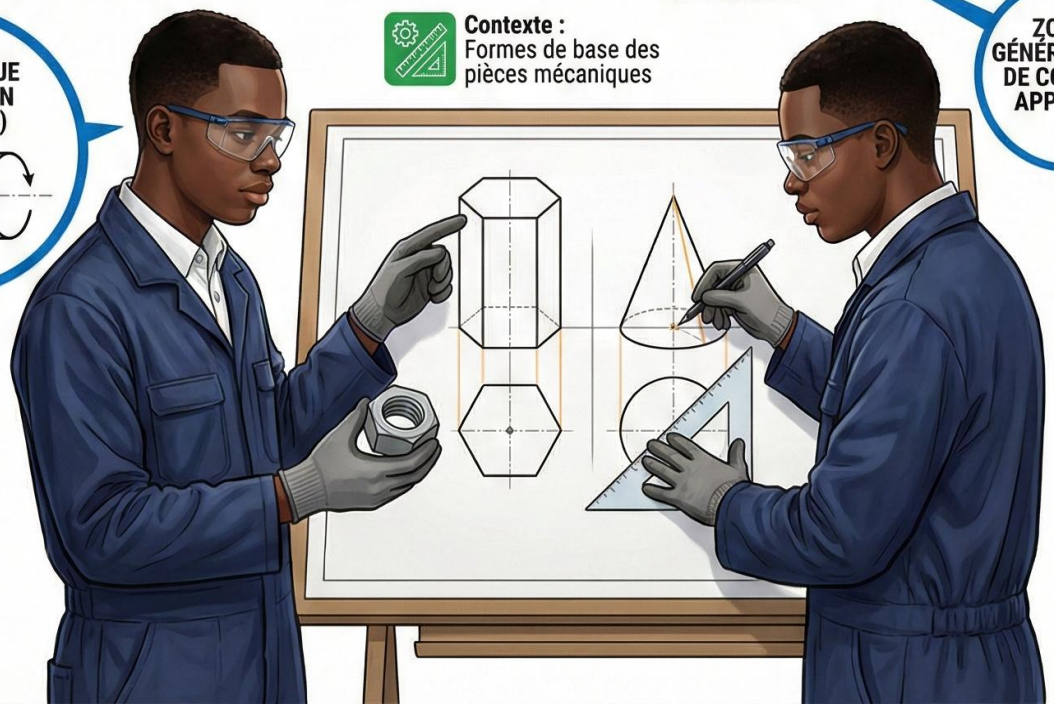



**ZOOM : GÉNÉRATRICES DE CONTOUR APPARENT**

**SCHÉMA CINÉMATIQUE GÉNÉRATION (CYLINDRE)**



**Contexte :** Formes de base des pièces mécaniques



# 1.2. Épure de la droite et traces

## Définition par deux points

Une droite se détermine par deux points distincts. En projection, la droite (D) se représente par ses projections (d) et (d') passant respectivement par les projections des points qui la définissent.

## Positions particulières de la droite

L'analyse mécanique requiert l'identification immédiate des droites occupant une position spécifique par rapport aux plans de projection.

La droite horizontale possède une cote constante. Sa projection frontale (d') reste parallèle à la ligne de terre. Sa projection horizontale (d) traduit l'orientation réelle de la droite par rapport au plan frontal.

La droite frontale conserve un éloignement constant. Sa projection horizontale (d) demeure parallèle à la ligne de terre. Sa projection frontale (d') indique l'inclinaison réelle par rapport au plan horizontal.

La droite verticale est perpendiculaire au plan horizontal. Sa projection horizontale se réduit à un point. Sa projection frontale est perpendiculaire à la ligne de terre et représente la vraie grandeur du segment.

La droite de bout est perpendiculaire au plan frontal. Sa projection frontale se concentre en un point unique. Sa projection horizontale est perpendiculaire à la ligne de terre.

## Traces de la droite

Les traces constituent les points d'intersection de la droite avec les plans de projection. Ces points repères s'avèrent indispensables pour définir la visibilité et les traversées de parois dans les mécanismes.

La trace horizontale (h) est le point de contact avec le plan horizontal. En ce point, la cote est nulle. La projection frontale de la trace horizontale (h') se situe obligatoirement sur la ligne de terre.

La trace frontale (f) est le point de contact avec le plan frontal. En ce point, l'éloignement est nul. La projection horizontale de la trace frontale (f) se trouve nécessairement sur la ligne de terre.

## 1.3. Position relative de deux droites

### Droites parallèles

Deux droites sont parallèles dans l'espace si leurs projections de même nom sont respectivement parallèles. Ainsi, (d) est parallèle à (d1) et (d') est parallèle à (d1'). Cette propriété projective se vérifie quelles que soient les positions des droites, sauf si elles sont de profil. Dans le cas des droites de profil, le recours à une vue latérale ou un rabattement devient impératif pour confirmer le parallélisme.

### Droites concourantes

Deux droites sont concourantes si elles possèdent un point commun unique. Sur l'épure, les points d'intersection des projections horizontales et des projections frontales doivent se situer sur une même ligne de rappel perpendiculaire à la ligne de terre. L'alignement vertical rigoureux de ces intersections valide l'existence du point de concours.

### Droites gauches

Deux droites qui ne sont ni parallèles ni concourantes sont dites gauches ou non coplanaires. Elles ne possèdent aucun point commun. Sur le dessin, les intersections apparentes des projections ne s'alignent pas sur une même ligne de rappel. Cette configuration se rencontre fréquemment dans les tuyauteries industrielles complexes, comme celles des installations de la raffinerie de Moanda, où des conduites se croisent sans se toucher à des altitudes différentes.

## 1.4. Vraie grandeur d'un segment

### Nécessité de la vraie grandeur

Les projections orthogonales raccourcissent souvent les longueurs réelles. Pour la fabrication d'une pièce mécanique, comme une bielle de locomotive de la SNCC, le technicien doit connaître la longueur exacte entre les axes.

### Méthode de la rotation

Nous déterminons la vraie grandeur en faisant tourner le segment autour d'un axe vertical passant par une de ses extrémités jusqu'à ce qu'il devienne parallèle au plan frontal. Lors de cette rotation, la cote de tous les points du segment reste invariante. La projection horizontale décrit un arc de cercle. La nouvelle projection frontale donne la vraie grandeur du segment.

### Méthode du triangle rectangle

Cette méthode analytique consiste à construire un triangle rectangle dont les cathètes sont :

1. La longueur de la projection du segment (sur le plan horizontal ou frontal).
2. La différence de cotes (pour la projection horizontale) ou la différence d'éloignement (pour la projection frontale) entre les deux extrémités. L'hypoténuse de ce triangle correspond rigoureusement à la vraie grandeur du segment recherché.

## 1.5. Ressources complémentaires

### 1.5.1. Questions et réponses d'approfondissement

*Pourquoi la ligne de rappel doit-elle être strictement perpendiculaire à la ligne de terre ?*

La perpendicularité de la ligne de rappel garantit la correspondance biunivoque entre la vue de dessus et la vue de face. Elle assure que l'abscisse du point reste identique dans les deux projections, respectant ainsi l'unicité géométrique de l'objet représenté. Une déviation angulaire introduirait une distorsion des coordonnées, rendant la pièce impossible à usiner.

*Comment distingue-t-on une droite de profil d'une droite quelconque sur une épure simple ?*

Une droite de profil possède des projections horizontale et frontale toutes deux perpendiculaires à la ligne de terre. Elles apparaissent comme une ligne continue traversant l'axe xy. Une droite quelconque présente des projections obliques par rapport à la ligne de terre. Pour définir complètement la droite de profil, nous devons projeter deux points distincts sur un plan de profil latéral.

*Quelle est l'utilité pratique des traces d'une droite dans une installation industrielle ?*

Les traces matérialisent les points de passage physiques au travers de parois, de sols ou de plafonds. Dans le cas d'un arbre de transmission traversant un

carter à Lubumbashi, la trace indique le centre exact du perçage à réaliser. Elle permet de positionner les joints d'étanchéité et les paliers avec une précision millimétrique.

### 1.5.2. Confusions et erreurs fréquentes à éviter

L'exactitude du dessin technique repose sur la distinction claire des concepts spatiaux. Les erreurs suivantes entraînent systématiquement des dysfonctionnements mécaniques graves.

La confusion entre la cote et l'éloignement constitue l'erreur la plus critique. Il faut mémoriser que la cote se lit toujours en hauteur sur le plan frontal (vue de face) et définit l'altitude. L'éloignement se lit en profondeur sur le plan horizontal (vue de dessus) et définit la distance au mur du fond. Inverser ces valeurs revient à fabriquer une pièce miroir inutilisable.

Négliger la notation des points (a, a') provoque une perte de traçabilité. Un point sans prime sur la vue de face rend la lecture du plan ambiguë pour l'ouvrier ajusteur. La rigueur typographique fait partie intégrante de la norme.

Interpréter l'intersection apparente des projections comme un point de concours réel sans vérifier la ligne de rappel mène à des erreurs d'assemblage. Deux câbles peuvent paraître se croiser sur le plan alors qu'ils sont distants de plusieurs mètres en réalité (droites gauches).

# Scenarios et Exercices

## 1.5.3. Scenarios et Exercices

### Exercices à compléter

*Exercice 1 : Définition des plans de projection*

Dans le système de projection orthogonale utilisé en mécanique générale, l'intersection du plan _____ et du plan _____ génère l'axe de référence nommé _____, qui divise l'espace et permet de définir les coordonnées d'un point par son abscisse, son _____ et sa _____.

*Exercice 2 : Propriétés de la droite verticale*

Une droite verticale est caractérisée par sa perpendicularité au plan _____, ce qui implique que sa projection horizontale se réduit à un _____ et que sa projection frontale apparait en _____ grandeur et est _____ à la ligne de terre.

### Exercices de raisonnement (Sans corrigés fournis)

*Exercice 3 : Analyse d'un tirant de pont*

Un câble d'acier (segment AB) soutient une passerelle au-dessus de la rivière Ruzizi. Le point A est ancré au sol : A(20, 15, 0). Le point B est fixé au sommet du pylône : B(50, 15, 60). Déterminez la nature exacte de cette droite par l'analyse de ses coordonnées. Calculez arithmétiquement la longueur réelle du câble sans tracé graphique. Justifiez pourquoi la projection frontale représente la vraie grandeur.

*Exercice 4 : Croisement de conduites*

Deux conduites rectilignes sont définies par les droites (D1) et (D2). (D1) passe par A(10, 20, 10) et B(60, 50, 40). (D2) passe par C(10, 50, 10) et E(60, 20, 40). Tracez l'épure. Déterminez graphiquement si ces conduites entrent en collision (point de concours) ou si elles se croisent à distance (droites gauches). Si elles ne se touchent pas, identifiez quelle conduite passe au-dessus de l'autre à l'endroit du croisement apparent.

*Exercice 5 : La poutre de profil*

Une poutre de charpente est représentée par un segment MN de profil. M(30, 20, 10) et N(30, 50, 80). Effectuez un rabattement sur le plan frontal pour déterminer sa vraie grandeur. Déterminez l'angle d'inclinaison de cette poutre par rapport au sol (Plan Horizontal).

## ***Exercices de raisonnement (Avec corrigés détaillés)***

*Exercice 6 : Vraie grandeur par rotation*

**Données :** Soit un segment AB défini par A(10, 15, 10) et B(50, 45, 50). On cherche la longueur réelle de la barre métallique représentée par ce segment.

**Résolution :**

1. Tracer les projections a, b (vue de dessus) et a', b' (vue de face).
2. Effectuer une rotation du point B autour de l'axe vertical passant par A.
3. Le point B tourne jusqu'à ce que le segment ab devienne parallèle à la ligne de terre. Soit b1 cette nouvelle position.
4. Projeter b1 verticalement vers le haut jusqu'à l'altitude initiale de B pour obtenir b'1.
5. La distance a'b'1 représente la vraie grandeur.

**Calcul de vérification :**

Différence des abscisses : $\Delta x = 50 - 10 = 40$

Différence des éloignements : $\Delta y = 45 - 15 = 30$

Longueur projection horizontale (Pythagore) : $L_{ph} = \sqrt{40^2 + 30^2} = \sqrt{1600 + 900} = \sqrt{2500} = 50$

Différence des cotes : $\Delta z = 50 - 10 = 40$

Vraie grandeur (VG) : $VG = \sqrt{L_{ph}^2 + \Delta z^2}$

$$VG = \sqrt{50^2 + 40^2}$$

$$VG = \sqrt{2500 + 1600}$$