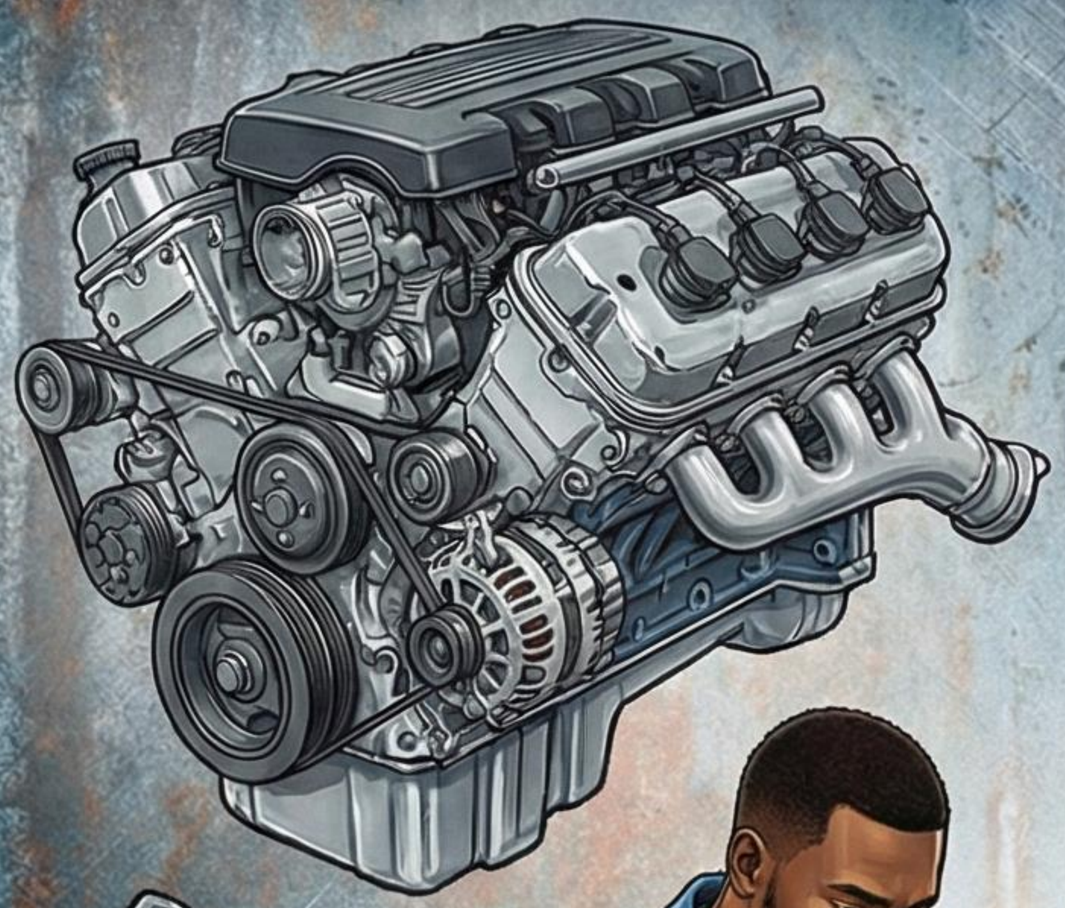
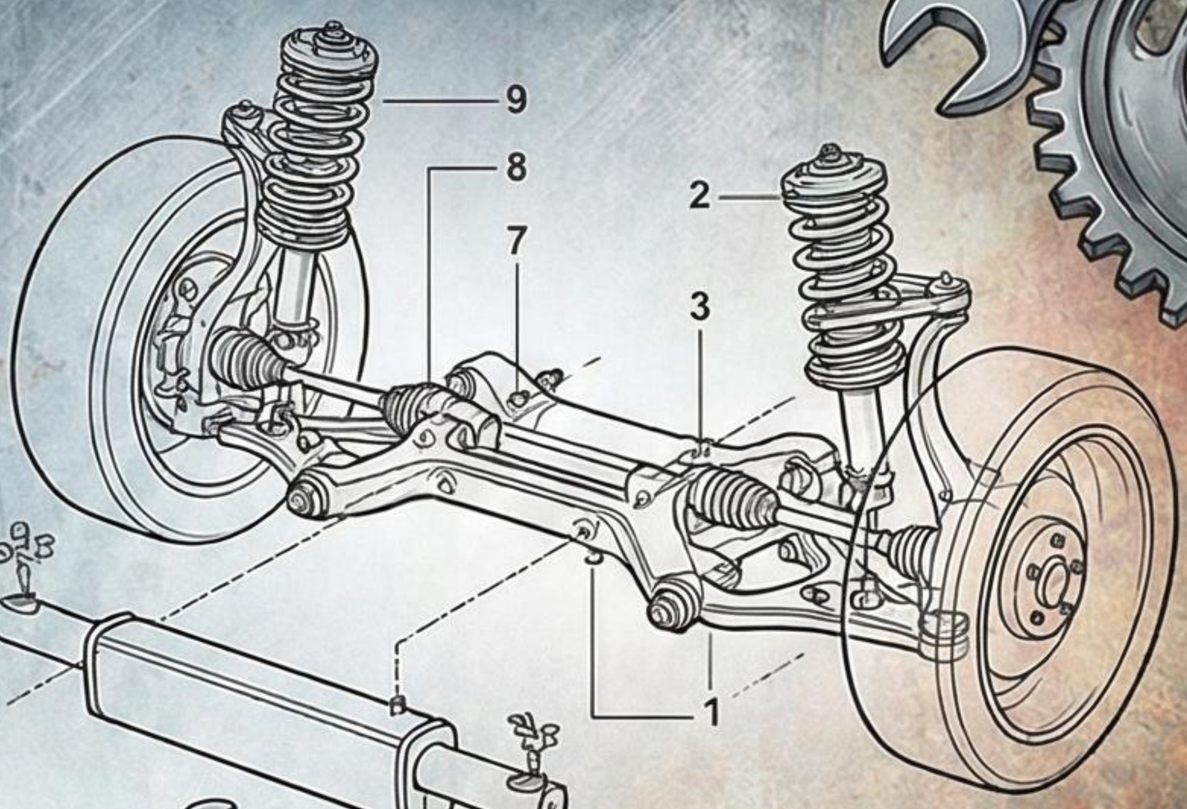
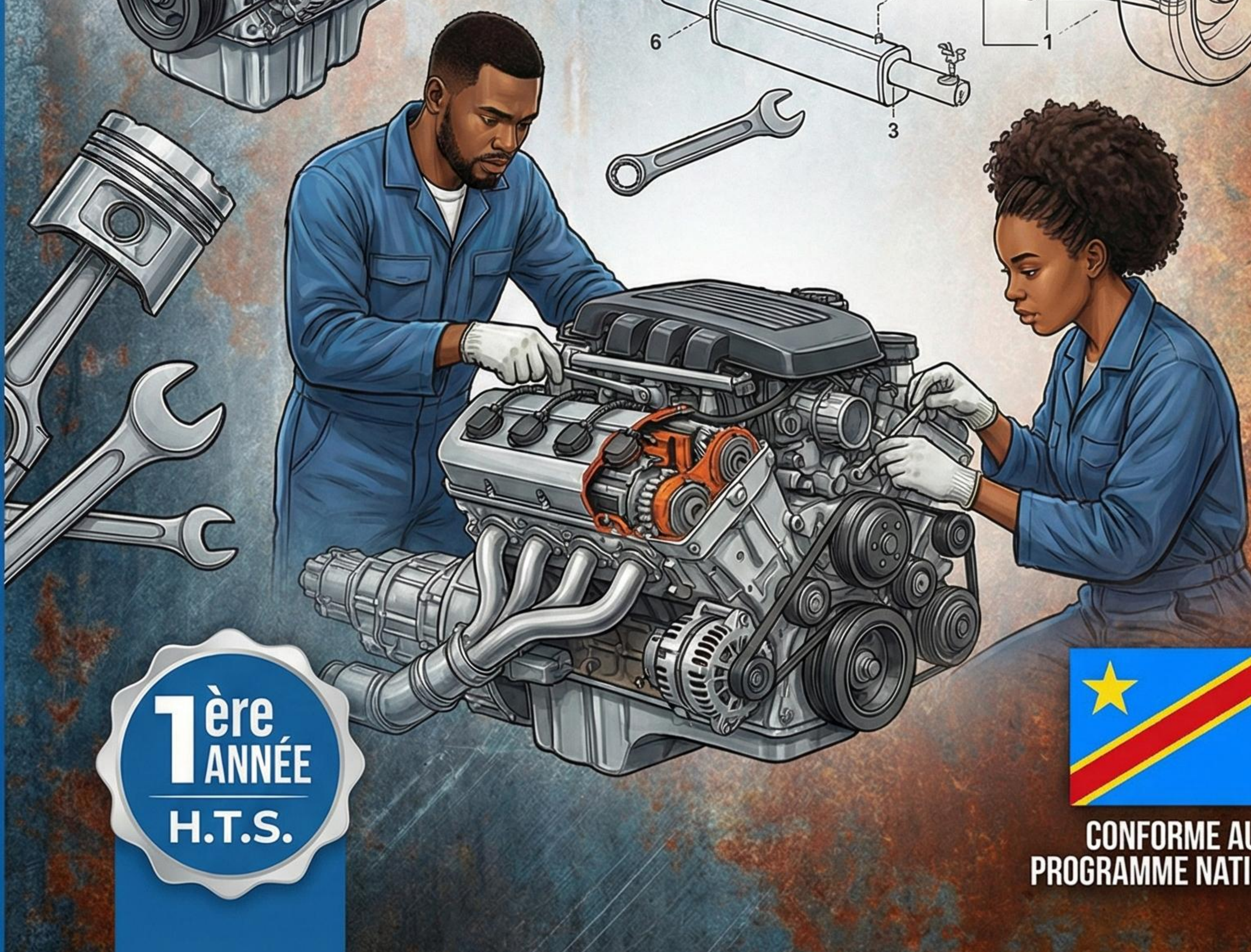
EDITION 2025

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

1ERE ANNÉE, OPTION MÉCANIQUE AUTOMOBILE







1ère ANNÉE
H.T.S.

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

Objectifs Généraux du Cours 1

- 1.1. Maîtrise des Fondamentaux Physiques 1
- 1.2. Développement de la Compétence Analytique 1
- 1.3. Instauration d'une Rigueur Méthodologique 1

Directives Méthodologiques 1

- 1.1. Approche Pédagogique Fondamentale 1
- 1.2. Développement du Raisonnement Hypothético-Déductif 2
- 2.1. Articulation Théorie-Pratique 2
- 2.2. Compétences Transversales : Schémas et Sécurité 2

Profil de Sortie de l'Élève 2

- 1. Compétences Théoriques et Conceptuelles 2
- 2. Compétences Techniques et Opérationnelles 3
- 3. Compétences de Diagnostic 3

PARTIE 1. GRANDEURS PHYSIQUES ET STATIQUE DES SOLIDES **4**

a. Au-delà de la clé de 12 4

b. Le langage commun du mécanicien 4

c. La science de l'équilibre 4

d. Du calcul à l'atelier 4

CHAPITRE 1. GRANDEURS FONDAMENTALES ET MESURES **5**

1.1. Les grandeurs fondamentales et dérivées 5

- a. Le langage universel du mécanicien 5
- A. Les Sept Grandeurs Fondamentales du Système International (SI) 5
- B. Les Grandeurs Dérivées : Les Briques Assemblées 5

FIGURE 1 : RÉF. IMG (6044-7295-3554) **8**

Un manomètre de pression de pneu indiquant la valeur en Bars et PSI 8

- C. Scénarios et Exercices 8

1.2. Masse volumique et densité 10

- a. L'énigme de la couronne du roi 10

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. La masse volumique (ρ)....10

FIGURE 2 : RÉF. IMG (2075-1657-4893)....13

Comparaison de cubes de matériaux différents mais de même volume....13

- B. La densité (d)....13
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....14

1.3. Notion d'angle et mesures....15

- a. L'angle, un concept universel....15
- A. Définition et vocabulaire de l'angle....16

FIGURE 3 : RÉF. IMG (9338-9067-3943)....18

Représentation schématique d'un angle avec son sommet et ses côtés....18

- B. Les Unités de Mesure....18

FIGURE 4 : RÉF. IMG (7470-4128-4523)....21

Le radian défini par un arc de cercle de longueur égale au rayon....21

- Anecdote : Les angles des pyramides et la corde à treize nœuds....21

1.4. Équations aux dimensions....23

- a. L'art de ne pas mélanger les mangues et les arachides....23
- A. Les Dimensions Fondamentales (L, M, T)....23
- B. Détermination de la dimension d'une grandeur dérivée....24

FIGURE 5 : RÉF. IMG (2659-3367-3756)....26

Construction des grandeurs dérivées à partir des dimensions de base L, M, T....26

- C. Le Principe d'Homogénéité....26

FIGURE 6 : RÉF. IMG (0319-6833-3335)....27

Le principe d'homogénéité illustré par une balance de justice symbolique....27

- Anecdote : La leçon de Papy Kalala à Kananga....27

CHAPITRE 2. LES FORCES ET LES VECTEURS....30

2.1. Définition et représentation vectorielle....30

- a. L'effort invisible....30
- A. Les quatre caractéristiques d'une force....30
- B. Le vecteur : la flèche qui explique tout....30

FIGURE 7 : RÉF. IMG (3988-4785-0015)....32

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Représentation schématique d'un vecteur force avec ses quatre caractéristiques.....32

FIGURE 8 : RÉF. IMG (0756-2723-7828).....34

Application d'une force sur une clé pour serrer un écrou.....34

- C. L'échelle de représentation.....34

2.2. Composition des forces concourantes.....36

- a. L'union fait la force, même en physique.....36
- A. Méthode graphique : Le parallélogramme et le polygone.....36

FIGURE 9 : RÉF. IMG (0870-1973-9331).....39

Parallélogramme des forces pour trouver la force résultante d'un objet.....39

- B. Méthode analytique : La projection sur les axes.....39

2.3. Forces parallèles et perpendiculaires.....42

- a. L'évidence et l'invisible.....42
- A. Les forces parallèles.....42

FIGURE 10 : RÉF. IMG (4945-6109-3135).....44

Deux mécaniciens poussant une voiture en panne sur une route droite.....44

- B. Les forces perpendiculaires (ou orthogonales).....44

FIGURE 11 : RÉF. IMG (4969-7631-1633).....47

Schéma vectoriel du poids et de la force de poussée d'un véhicule.....47

- C. Application et synthèse.....47

2.4. Centre de gravité et équilibre.....49

- a. Une question de positionnement.....49
- A. Définition du Centre de Gravité (CdG).....49
- B. L'Équilibre et la Stabilité.....50

FIGURE 12 : RÉF. IMG (8711-2299-4126).....52

Les trois états d'équilibre d'un cône sur une surface plane.....52

- Anecdotes, Scénarios et Exercices.....52
- a. La sagesse de Mama Hélène.....52

CHAPITRE 3. MOMENTS ET COUPLES DE FORCES.....55

3.1. Moment d'une force et couple de forces.....55

- a. L'intuition de la rotation.....55

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Définition du moment d'une force.....55

FIGURE 13 : RÉF. IMG (4353-6836-0881).....57

Analyse du moment d'une force sur une clé de mécanicien.....57

- B. Le couple de forces.....57

3.2. Théorème des moments (Varignon).....59

- a. La sagesse du levier.....59
- A. Énoncé du théorème de Varignon.....59

FIGURE 14 : RÉF. IMG (4473-1510-2102).....60

Représentation graphique du théorème de Varignon avec plusieurs forces.....60

- B. Utilité pratique en mécanique automobile.....60
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....61

3.3. Applications aux machines simples (Leviers).....63

- a. Le secret du démonte-pneu.....63
- A. Le principe fondamental du levier.....63
- B. Les trois genres de leviers.....63
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....65

PARTIE 2. CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE.....67

a. Décrire le mouvement : la cinématique.....67

b. Expliquer le mouvement : la dynamique.....67

c. Une relation inséparable.....67

d. L'application directe à l'atelier.....67

CHAPITRE 4. ÉTUDE DES MOUVEMENTS (CINÉMATIQUE).....68

4.1. Classification des mouvements et trajectoires.....68

- a. Le mouvement, une observation quotidienne.....68
- A. La Trajectoire : L'Empreinte du Mouvement.....68

FIGURE 15 : RÉF. IMG (1484-4290-1527).....70

Visualisation comparative des trajectoires rectiligne, circulaire et curvilig.....70

- B. La Vitesse : Le Rythme du Mouvement.....70

FIGURE 16 : RÉF. IMG (3961-5593-9941).....71

Graphiques vitesse-temps illustrant les mouvements uniforme, accéléré et décé.....71

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- L'anecdote du Vieux Mavinga....71

4.2. Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU)....73
- a. L'illusion de la simplicité....73
- A. Définition et Caractéristiques....73
- B. L'Équation Horaire du Mouvement....73

FIGURE 17 : RÉF. IMG (1827-2391-2356)....76

Graphique de la position en fonction du temps pour un MRU....76
- C. Scénarios et Exercices....76

4.3. Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (MRUV)....78
- a. Définition et observation....78
- A. La Clé : une Accélération Constante....78

FIGURE 18 : RÉF. IMG (7656-7901-6127)....81

Graphique vitesse-temps et accélération-temps pour un MRUV typique....81
- B. Les Équations Horaires du MRUV....81

FIGURE 19 : RÉF. IMG (9191-2085-2022)....84

Courbe position-temps (parabole) et ses paramètres initiaux dans un MRUV....84
- Le défi du démarrage en côte à Bukavu....84

4.4. Mouvement Circulaire Uniforme (MCU)....86
- a. Le paradoxe de la roue....86
- A. Définition et Caractéristiques du MCU....86

FIGURE 20 : RÉF. IMG (2573-8976-3138)....89

Vecteurs vitesse et accélération dans un Mouvement Circulaire Uniforme (MCU)....89
- B. Grandeurs Physiques et Relations Fondamentales....89

FIGURE 21 : RÉF. IMG (0737-8858-6074)....92

Application du MCU au vilebrequin d'un moteur de voiture thermique....92
- C. Scénarios et Exercices....92

CHAPITRE 5. DYNAMIQUE ET ÉNERGÉTIQUE....95

5.1. Principe de l'inertie et masse....95
- a. La résistance au changement....95
- A. Le principe d'inertie....95

- B. La masse, mesure de l'inertie.....95

FIGURE 22 : RÉF. IMG (5547-9110-1940).....98

Comparaison de l'inertie entre un camion lourd et une voiture.....98

- b. Anecdote du fleuve.....98

5.2. Force centrifuge et centripète.....100

- a. Une vieille histoire de lance-pierre.....100
- A. La force centripète, la corde qui retient.....100

FIGURE 23 : RÉF. IMG (3956-2054-8518).....103

Schéma de la force centripète agissant sur un corps en rotation.....103

- B. La force centrifuge, l'illusion qui pousse.....103

FIGURE 24 : RÉF. IMG (4828-6310-4832).....106

Passager ressentant la force centrifuge dans un virage serré à Matadi.....106

- Le virage du "wewa" à Kananga.....106

5.3. Travail et Puissance mécanique.....108

- a. De la pyramide au piston.....108
- A. Le Travail mécanique (W).....108

FIGURE 25 : RÉF. IMG (4768-7555-8163).....111

Visualisation du travail moteur, résistant et nul sur un véhicule.....111

- B. La Puissance mécanique (P).....111

FIGURE 26 : RÉF. IMG (1708-6312-6655).....114

Comparaison de puissance entre deux moteurs pour une même tâche.....114

- C. Scénarios et Exercices.....114

CHAPITRE 6. ÉNERGIE ET FROTTEMENT.....116

6.1. Énergie cinétique et potentielle.....116

- a. L'énergie, une monnaie universelle.....116
- A. L'Énergie Cinétique () : L'énergie du mouvement.....116

FIGURE 27 : RÉF. IMG (9626-1581-2387).....118

Comparaison de l'énergie cinétique entre un camion FUSO et une voiture.....118

- B. L'Énergie Potentielle de Pesanteur () : L'énergie en réserve.....118

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 28 : RÉF. IMG (6857-3331-5997)....121

Énergie potentielle d'un cric soulevant une voiture pour changer un pneu....121

- Anecdote du mécanicien de Matadi....121

6.2. Théorème de l'énergie cinétique et conservation....123

- a. De l'effort à la vitesse....123
- A. L'énergie du mouvement et le travail....123

FIGURE 29 : RÉF. IMG (6465-2591-4224)....125

Schéma d'une force constante poussant un objet sur une surface plane....125

- B. Interprétation du travail et conservation....125

FIGURE 30 : RÉF. IMG (8111-4040-9502)....128

Illustration d'une voiture avec flèches de force motrice et résistante....128

- Scénarios et Exercices....128

6.3. Résistance au glissement et au roulement....130

- a. La force invisible....130
- A. La résistance au glissement (Frottement cinétique)....130
- B. La résistance au roulement....131

FIGURE 31 : RÉF. IMG (2748-5477-0184)....133

Déformation du pneu créant la résistance au roulement....133

- Anecdote : Le secret des pneus de Papa Wembo....133

PARTIE 3. MÉCANISMES ÉLÉMENTAIRES ET TRANSMISSIONS....136

Du moteur à l'action....136

L'alphabet de la transmission....136

Adapter la force : couple et vitesse....136

Un parcours logique vers la maîtrise....136

CHAPITRE 7. LES MACHINES SIMPLES....137

7.1. Le plan incliné et le coin....137

- a. L'intelligence contre la force brute....137
- A. Le plan incliné : Moins de force, plus de distance....137

FIGURE 32 : RÉF. IMG (7876-0790-4429)....139

Décomposition des forces agissant sur un objet sur un plan incliné....139

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Le coin : Le plan incliné qui se déplace.....139

7.2. Poulies fixes et mobiles.....142

- a. La sagesse du puits.....142
- A. La poulie fixe : Changer de direction, pas d'effort.....142
- B. La poulie mobile : Diviser l'effort par deux.....143

FIGURE 33 : RÉF. IMG (7778-8545-7646).....145

Schéma de principe d'une poulie mobile divisant l'effort requis.....145

- Histoires d'atelier et de dépannage.....145

7.3. Moufles et palans.....147

- a. L'union fait la force, même pour une corde.....147
- A. Le principe du palan.....147

FIGURE 34 : RÉF. IMG (1978-6857-7324).....148

Schéma de principe d'un palan à quatre brins porteurs.....148

- B. Gain mécanique et inconvénient.....148

7.4. Le treuil et la vis sans fin.....150

- a. L'erreur du débutant.....150
- A. Le treuil : Décupler la force par enroulement.....150

FIGURE 35 : RÉF. IMG (8104-4026-6096).....152

Schéma de principe d'un treuil manuel simple et ses composants.....152

- B. La vis sans fin : L'irréversibilité au service de la puissance.....152

FIGURE 36 : RÉF. IMG (5370-3198-0442).....155

Vue éclatée d'un système à vis sans fin et roue dentée.....155

- Une panne sur la route de Kisangani.....155

CHAPITRE 8. TRANSMISSION PAR LIENS FLEXIBLES.....158

8.1. Transmission par courroies et rapports de vitesse.....158

- a. L'art du lien flexible.....158
- A. Principe de fonctionnement et types de courroies.....158

FIGURE 37 : RÉF. IMG (6636-3086-8642).....160

Les quatre principaux types de courroies utilisées en mécanique.....160

- B. Le rapport de transmission.....160

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 38 : RÉF. IMG (4546-8885-9219)....163

Schéma d'un système poulie-courroie multiplicateur de vitesse....163

- C. Scénarios et Exercices....163

8.2. Transmission par chaînes....165

- a. Le principe de la bicyclette....165
- A. Principe et Composants....165
- B. Avantages et Inconvénients....166

8.3. Câbles et commandes mécaniques....168

- a. Le geste qui relie deux points....168
- A. Principe de fonctionnement et composants....168

FIGURE 39 : RÉF. IMG (8830-9272-7681)....171

Anatomie d'un câble de commande mécanique et sa gaine....171

- B. Applications courantes et diagnostic....171

CHAPITRE 9. TRANSMISSION PAR ENGRENAGES ET FRICTION....174

9.1. Roues de friction....174

- a. Le principe le plus ancien du monde....174
- A. Principe de fonctionnement....174
- B. Rapport de transmission et glissement....175

FIGURE 40 : RÉF. IMG (7683-4459-4140)....177

Schéma de deux roues de friction à contact intérieur....177

- SCÉNARIOS ET EXERCICES....177

9.2. Engrenages droits....179

- a. Introduction au principe....179
- A. Définition et Caractéristiques Principales....179
- B. Le Rapport de Transmission....180

9.3. Engrenages hélicoïdaux et coniques....182

- a. Le silence des transmissions modernes....182
- A. L'engrenage hélicoïdal : la force tranquille....182

FIGURE 41 : RÉF. IMG (2017-0619-9119)....185

Comparaison visuelle entre denture droite et denture hélicoïdale....185

- B. L'engrenage conique : changer de direction....185

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 42 : RÉF. IMG (3974-2703-5478) **188**

Fonctionnement d'un couple d'engrenages coniques dans un différentiel 188

- b. Anecdotes de l'atelier 188

9.4. Système pignon et crémaillère 190

- a. Du cercle à la ligne droite 190
- A. Principe de fonctionnement 190

FIGURE 43 : RÉF. IMG (1029-6730-6587) **193**

Schéma de principe du système pignon-crémaillère et son application directe 193

- B. Caractéristiques et calculs essentiels 193

FIGURE 44 : RÉF. IMG (2470-2871-6504) **196**

Vue éclatée d'une direction automobile à crémaillère, mécanisme essentiel 196

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 196

ANNEXES **199**

Formulaire de Mécanique Générale 199

- A. Grandeurs, Unités et Conversions 199
- B. Statique du Solide 199
- C. Cinématique du Point et du Solide 200
- D. Dynamique du Solide 201

Tableau des Unités SI et Conversions 202

- A. Les Sept Unités de Base du Système International (SI) 202
- B. Unités Dérivées Essentielles en Mécanique Automobile 203
- C. Unités Hors-Système et Conversions Clés 204
- D. Préfixes du Système International 205

Guide de Résolution des Problèmes de Statique 206

- A. Le Principe Fondamental de la Statique (PFS) 206
- B. Méthodologie Systématique de Résolution 206
- C. Cas Particuliers et Notions Connexes 208

Sécurité dans les Systèmes Mécaniques 209

- A. Concepts Fondamentaux de la Sécurité Mécanique 209
- B. Analyse et Évaluation des Risques Mécaniques 210
- C. Principes de Prévention et Moyens de Protection 211
- D. Consignation et Procédures d'Intervention 212

PRÉLIMINAIRES

Objectifs Généraux du Cours

1.1. Maîtrise des Fondamentaux Physiques

L'objectif premier est l'ancrage des lois physiques qui gouvernent les systèmes mécaniques. Il s'agit d'établir une compréhension rigoureuse des principes de la statique, de la cinématique et de la dynamique du solide. La maîtrise des notions de force, de moment, de travail, de puissance et d'énergie forme le socle théorique indispensable à toute analyse technique ultérieure. La distinction claire entre ces grandeurs et leur application sur des mécanismes simples est une compétence attendue.

1.2. Développement de la Compétence Analytique

L'acquisition des savoirs théoriques débouche sur le développement d'un raisonnement technique structuré. L'apprenant apprend à modéliser un problème mécanique réel. Il applique les lois fondamentales pour isoler un sous-ensemble, réaliser un bilan des actions mécaniques et interpréter des schémas cinématiques. Cette compétence prépare directement au futur diagnostic de pannes, en passant de l'observation d'un symptôme à l'identification de sa cause physique.

1.3. Instauration d'une Rigueur Méthodologique

La formation vise l'adoption d'une rigueur méthodologique et terminologique. L'emploi d'un vocabulaire technique normalisé devient un réflexe, assurant une communication sans ambiguïté. La capacité à poser une hypothèse, à la vérifier par un calcul dimensionnel simple et à présenter un résultat avec les unités correctes représente une finalité transversale. Cette démarche scientifique préfigure la discipline professionnelle exigée en atelier.

Directives Méthodologiques

1.1. Approche Pédagogique Fondamentale

Une maîtrise rigoureuse des principes de la mécanique générale est un prérequis non négociable pour la spécialisation automobile. L'enseignement privilégie la consolidation systématique des lois physiques de base (statique,

cinématique, dynamique). Ces fondamentaux conditionnent directement la capacité de l'élève à analyser des mécanismes automobiles complexes et à dépasser la simple mémorisation des procédures. L'objectif est de construire une compétence analytique durable.

1.2. Développement du Raisonnement Hypothético-Déductif

La finalité de cet enseignement est la formation au diagnostic technique. Chaque chapitre fournit l'opportunité d'appliquer le raisonnement scientifique. Face à un dysfonctionnement simulé ou réel, l'élève apprend à formuler une hypothèse, à définir un protocole de vérification et à conclure sur la base de mesures objectives. Cette méthode transforme l'élève d'exécutant en technicien-analyste.

2.1. Articulation Théorie-Pratique

Toute notion théorique introduite trouve une illustration immédiate dans un système automobile concret. Le passage constant de l'abstrait (une loi physique) au concret (son effet sur un piston, un frein, une suspension) constitue le fil conducteur de cet ouvrage. Cette démarche ancre durablement les connaissances et démontre l'utilité directe de la science fondamentale dans l'atelier.

2.2. Compétences Transversales : Schémas et Sécurité

La lecture de schémas techniques est une compétence centrale. L'enseignant insistera sur l'interprétation rigoureuse des vues éclatées, des coupes et des diagrammes cinématiques. Parallèlement, les protocoles de sécurité ne sont pas un chapitre isolé. Ils sont intégrés à chaque procédure pratique décrite, renforçant leur caractère impératif et indissociable de l'acte technique.

Profil de Sortie de l'Élève

1. Compétences Théoriques et Conceptuelles

Au terme de la première année, l'élève maîtrise les concepts physiques fondamentaux régissant la mécanique automobile. Il décompose un système mécanique complexe en ses fonctions élémentaires. Sa compréhension des matériaux lui permet de justifier le choix d'un alliage ou d'un lubrifiant pour une application donnée. L'élève interprète avec précision un schéma technique, une vue éclatée et les spécifications d'un constructeur.

2. Compétences Techniques et Opérationnelles

La compétence de l'élève se manifeste par sa capacité à exécuter des opérations de maintenance préventive. Il effectue le contrôle, le réglage et le remplacement des éléments d'usure courante (filtration, freinage, fluides). Son action respecte rigoureusement les normes d'hygiène et de sécurité en atelier. Il utilise l'outillage conventionnel et les équipements de levage de manière sécurisée et appropriée.

3. Compétences de Diagnostic

Face à un dysfonctionnement, l'élève applique une méthodologie de diagnostic élémentaire. Il sait isoler la cause probable d'une panne par observation, écoute et mesures simples. Il est capable de formuler une hypothèse de panne cohérente et de proposer une séquence d'interventions logiques pour la confirmer.

Partie 1. Grandeurs Physiques et Statique des Solides

a. Au-delà de la clé de 12

Un moteur de voiture n'est pas un simple bloc de métal. C'est un assemblage précis où chaque pièce subit des contraintes. Pour comprendre et réparer cet ensemble, le mécanicien doit parler le langage des physiciens. Cette partie introduit les outils intellectuels fondamentaux : la force, la masse, la distance. Ce sont les grandeurs qui permettent de quantifier l'invisible, de mesurer l'effort et de prédire le comportement.

b. Le langage commun du mécanicien

Mesurer une pression de pneu à Matadi doit donner le même résultat qu'à Kisangani. La mécanique exige une précision universelle. Le Système International d'Unités (SI) fournit ce vocabulaire. Le kilogramme pour la masse, le mètre pour la longueur et la seconde pour le temps sont les piliers de nos calculs. Maîtriser ces unités, c'est s'assurer que chaque diagnostic et chaque réparation sont justes et reproductibles.

c. La science de l'équilibre

Un véhicule garé dans une pente à Bukavu ne bouge pas. Cette immobilité apparente cache une bataille de forces. La statique est l'étude de ces équilibres. Elle explique comment les forces (poids, poussée, frottement) s'annulent pour maintenir un objet en place. Comprendre la statique, c'est savoir pourquoi un pont tient, pourquoi un cric soulève une voiture sans basculer et comment un châssis résiste aux déformations.

d. Du calcul à l'atelier

Finalement, ces concepts théoriques trouvent leur application directe sur le terrain, près d'un camion FUSO à Gbadolite ou d'un taxi-moto à Kananga. Le serrage d'un boulon de culasse à un couple précis est un problème de statique. Analyser les points d'appui d'un moteur sur son support est une application directe des principes d'équilibre. Cette partie pose les bases scientifiques pour devenir un technicien compétent.

Chapitre 1. Grandeurs Fondamentales et Mesures

1.1. Les grandeurs fondamentales et dérivées

a. Le langage universel du mécanicien

Un des faits les plus surprenants est que toute la mécanique repose sur seulement sept piliers de base. Sans un accord mondial sur la définition du mètre, du kilogramme ou de la seconde, un moteur assemblé à Matadi ne pourrait jamais être réparé avec une pièce venant de Kisangani. Le chaos technique serait total et la sécurité compromise.

Ces piliers sont les grandeurs fondamentales. Elles forment le vocabulaire de base de la physique. Tout le reste, de la vitesse d'une moto à la pression d'un pneu, se décrit en les combinant. La maîtrise de ce langage est la première compétence d'un technicien rigoureux.

A. Les Sept Grandeurs Fondamentales du Système International (SI)

Une grandeur fondamentale est indépendante. Elle ne peut pas être définie par d'autres grandeurs. Le Système International d'unités (SI) en officialise sept. Pour la mécanique automobile, trois sont absolument essentielles au quotidien.

Les sept grandeurs fondamentales sont :

- La longueur (mètre, m) : la distance entre deux points.
- La masse (kilogramme, kg) : la quantité de matière d'un objet.
- Le temps (seconde, s) : la durée d'un événement.
- L'intensité du courant électrique (ampère, A) : le débit de charge électrique.
- La température thermodynamique (kelvin, K) : l'agitation des particules.
- La quantité de matière (mole, mol) : le nombre d'entités élémentaires.
- L'intensité lumineuse (candela, cd) : l'éclat d'une source lumineuse.

B. Les Grandeurs Dérivées : Les Briques Assemblées

Une grandeur dérivée est une combinaison de grandeurs fondamentales. Elles décrivent des phénomènes plus complexes en utilisant les briques de base du SI. Chaque grandeur dérivée possède une unité qui est une formule mathématique des unités de base.

Quelques grandeurs dérivées cruciales en mécanique automobile :

- **La Surface (ou l'Aire)** : Elle se mesure en mètre carré (m^2). Elle résulte de la multiplication de deux longueurs ($longueur \times longueur$).
- **Le Volume** : Son unité est le mètre cube (m^3). Il s'obtient en multipliant trois longueurs ($longueur \times longueur \times longueur$). Un litre ($L$) est une unité de volume courante, où $1000\,L = 1\,m^3$.
- **La Vitesse** : Exprimée en mètre par seconde (m/s). C'est une distance (m) divisée par un temps (s).
- **L'Accélération** : Mesurée en mètre par seconde carrée (m/s^2). Elle représente la variation de la vitesse (m/s) au cours du temps (s).
- **La Force** : Son unité est le newton (N). Un newton est la force nécessaire pour accélérer une masse de 1 kg à 1 m/s². Sa formule d'unités est donc $kg \cdot m/s^2$.
- **La Pression** : L'unité est le pascal (Pa). C'est une force (N) appliquée sur une surface (m^2). Sa formule est N/m^2.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 1 : Réf. IMG (6044-7295-3554)

Un manomètre de pression de pneu indiquant la valeur en Bars et PSI

a. L'information directe : la pression

Lecture directe : Pression du pneu



Grandeur dérivée (non fondamentale)



Force exercée par l'air sur la surface interne du pneu



Gonflage adéquat pour Bandundu : Sécurité, usure, consommation contrôlées

- Valeur numérique directe
- Information pratique et vitale

b. Les unités fondamentales cachées

$$P = \frac{F}{S}$$

Force $(F) = m \cdot a$

Masse (kg) | Longueur (m) | Temps (s)

Formule complexe : $\frac{kg}{m \cdot s^2}$

c. La conversion, un réflexe de mécanicien



Le mécanicien doit savoir convertir entre unités

1 bar = 14.50 PSI
1 PSI = 0.069 bar
1 bar = 100 000 Pa (Unité SI très petite)
Utilisation des multiples : kilopascal (kPa)

= ·

1 bar = 14.50 PSI
1 PSI = 0.069 bar
1 bar = 100 000 Pa (Unité SI très petite)
Utilisation des multiples : kilopascal (kPa)

Compétence essentielle pour docs internationales & commandes de pièces

Figure 1 : Réf. IMG (6044-7295-3554)

Un manomètre de pression de pneu indiquant la valeur en Bars et PSI.

a. L'information directe : la pression

L'aiguille du manomètre indique une valeur numérique, ici la pression. Pour le conducteur ou le mécanicien de Bandundu, cette valeur informe sur le gonflage du pneu. Une pression trop basse ou trop haute affecte la sécurité, l'usure du pneu et la consommation de carburant. C'est une grandeur dérivée, car elle n'est pas fondamentale. Elle combine la force exercée par l'air sur la surface interne du pneu. C'est une information pratique et vitale.

b. Les unités fondamentales cachées

Derrière l'unité "Bar" ou "PSI" lue sur le cadran se cache une construction physique. La pression est une force divisée par une surface ($P = F / S$). La force (F) elle-même est une masse fois une accélération ($F = m \cdot a$). En décomposant tout, la pression (P) dépend des grandeurs fondamentales : la masse (kg), la longueur (m) et le temps (s). La mesure simple cache une formule complexe : $kg/(m \cdot s^2)$.

c. La conversion, un réflexe de mécanicien

Le manomètre affiche souvent plusieurs unités : le Bar (courant en Europe) et le PSI (livres par pouce carré, courant en Amérique). Le mécanicien doit savoir convertir. Le Pascal (Pa) est l'unité officielle du SI, mais elle est très petite. On utilise donc ses multiples comme le kilopascal (kPa) ou le bar (1 bar = 100 000 Pa). Cette compétence de conversion est essentielle pour utiliser des documentations techniques internationales ou commander des pièces à l'étranger.

■ ■ ■

C. Scénarios et Exercices

L'anecdote de Papa Kabasele à Mbuji-Mayi

Papa Kabasele, chef d'atelier réputé à Mbuji-Mayi, reçoit un nouveau vilebrequin pour le moteur d'un client important. La pièce vient d'un fournisseur américain via Goma. La fiche technique indique un jeu de fonctionnement de "0.0025 inch" (pouce). Ses outils de mesure, les palpeurs, sont tous en millimètres (mm). Une erreur de conversion pourrait détruire le

moteur en quelques heures. Il sait que 1 pouce équivaut à 25,4 mm. Il calcule donc que le jeu requis est de $0.0025 \times 25,4 = 0,0635$ mm. Il choisit son palpeur de 0,06 mm. Cette simple conversion entre deux systèmes d'unités de longueur a sauvé un moteur et confirmé sa réputation.

Exercice 1 : La vitesse du taxi-moto

Énoncé : Maman Hélène prend un taxi-moto à Lubumbashi pour parcourir une distance de 4,5 kilomètres. Le trajet dure 10 minutes. Calculez la vitesse moyenne du taxi-moto en mètres par seconde (m/s).

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification des données** La distance d est 4,5 km. Le temps t est 10 minutes.
2. **Étape 2 : Conversion des unités vers le SI** La vitesse doit être en m/s. Il faut convertir la distance en mètres et le temps en secondes.
   - Distance : $d = 4,5\,km \times 1000\,m/km = 4500\,m$
   - Temps : $t = 10\,min \times 60\,s/min = 600\,s$
3. **Étape 3 : Application de la formule de la vitesse** La vitesse moyenne v est la distance divisée par le temps.

$$v = \frac{d}{t}$$

4. **Étape 4 : Calcul final** On remplace les valeurs converties dans la formule.

$$v = \frac{4500\,m}{600\,s} = 7,5\,m/s$$

La vitesse moyenne du taxi-moto était de 7,5 m/s.

Exercice 2 : La force de freinage d'un bus à Boma

Énoncé : Un bus de transport pèse 12 tonnes. En arrivant au péage sur la route de Boma, le chauffeur freine, produisant une décélération constante de 2 m/s². Quelle est la force de freinage (en Newtons) appliquée au bus ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification des grandeurs** La masse m est de 12 tonnes. L'accélération a (ici une décélération) est de 2 m/s².

2. **Étape 2 : Conversion de la masse en kg** L'unité de masse dans le SI est le kilogramme (kg).
   - Masse : $m = 12\,t \times 1000\,kg/t = 12000\,kg$
3. **Étape 3 : Application de la formule de la Force** La deuxième loi de Newton relie la force, la masse et l'accélération.

$$F = m \times a$$

4. **Étape 4 : Calcul et interprétation** On insère les valeurs dans la formule.

$$F = 12000\,kg \times 2\,m/s^2 = 24000\,N$$

La force de freinage appliquée par le système de freins du bus est de 24000 Newtons (ou 24 kilonewtons, kN).

1.2. Masse volumique et densité

a. L'énigme de la couronne du roi

Pendant l'Antiquité, le roi Hiéron II de Syracuse doutait de son orfèvre. Il suspectait que sa couronne, supposée en or pur, contenait de l'argent, un métal moins précieux. Le problème était de le prouver sans détruire l'objet. C'est le savant Archimède qui trouva la solution.

Son idée fut de comparer le volume d'eau déplacé par la couronne à celui déplacé par un bloc d'or de même masse. Cette observation a posé les bases de la compréhension de la masse volumique et de la densité, des concepts essentiels pour un mécanicien.

A. La masse volumique (ρ)

La masse volumique mesure la quantité de matière contenue dans un volume donné. Une pièce en plomb est plus lourde qu'une pièce en bois de taille identique. Le plomb a donc une masse volumique supérieure.

Cette grandeur se note avec la lettre grecque ρ (prononcée "rhô"). Son calcul est direct.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ici : - m est la masse du corps en kilogrammes (kg). - V est le volume du corps en mètres cubes (m^3).

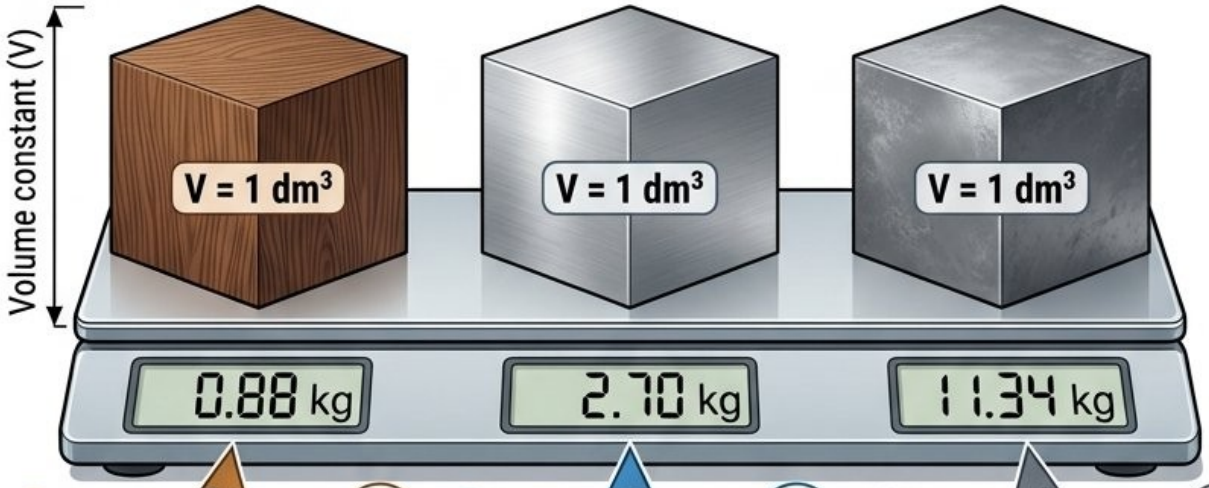
L'unité de la masse volumique dans le Système International (SI) est le kilogramme par mètre cube (kg/m^3). L'eau pure, par exemple, a une masse volumique d'environ 1000 kg/m^3.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 2 : Réf. IMG (2075-1657-4893)

Comparaison de cubes de matériaux différents mais de même volume

a. Le concept visuel



1. MATÉRIAU : **BOIS (Wengé)**
Masse volumique ρ = 880 kg/m³

2. MATÉRIAU : **ALUMINIUM**
Masse volumique ρ = 2 700 kg/m³

3. MATÉRIAU : **PLOMB**
Masse volumique ρ = 11 340 kg/m³

CONSTATATION

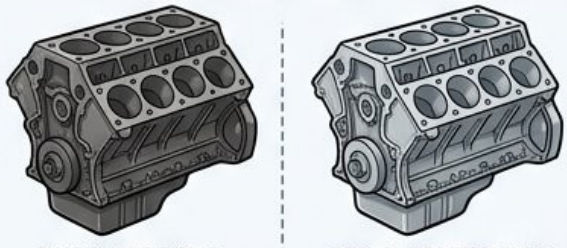
1. Même **Volume** (V)
2. Masse (m) **Différente**

CONCLUSION

La **masse volumique** ($\rho = m/V$) est une **PROPRIÉTÉ INTRINSÈQUE** de chaque matériau.
ρ (Plomb) > ρ (Aluminium) > ρ (Bois)

b. L'implication pour le mécanicien & c. Masse contre Poids

APPLICATION EN MÉCANIQUE AUTOMOBILE
(Allégement)



BLOC-MOTEUR EN FONTE
Masse = 120 kg

BLOC-MOTEUR EN ALLIAGE D'ALUMINIUM
Masse = 60 kg

CHOIX TECHNIQUE : L'utilisation de l'aluminium (moins dense que la fonte) permet d'**ALLÉGER** le véhicule, d'améliorer les **PERFORMANCES** et de réduire la **CONSOMMATION**.

DISTINCTION ENTRE MASSE ET POIDS

KANANGA



POIDS (Newton)

MATADI



MASSE (kg) = **Quantité de matière** (Invariable)

Masse

Le **Poids** (**P** = m x g) peut varier légèrement avec la gravité locale (g)

Figure 2 : Réf. IMG (2075-1657-4893)

Comparaison de cubes de matériaux différents mais de même volume

a. Le concept visuel

L'illustration présente trois cubes de même volume : un en bois, un en aluminium et un en plomb. Placés sur une balance, ils affichent des masses très différentes. Le cube de plomb est le plus lourd, celui de bois le plus léger. Cela démontre que pour un volume identique (V constant), la masse (m) varie selon le matériau. La masse volumique (ρ) est donc une propriété intrinsèque de chaque substance.

b. L'implication pour le mécanicien

En mécanique automobile, ce principe est partout. Les constructeurs cherchent à alléger les véhicules pour améliorer les performances et réduire la consommation. Un bloc-moteur en alliage d'aluminium est bien moins lourd qu'un bloc en fonte de dimensions similaires. Connaître la masse volumique des matériaux aide à comprendre pourquoi certains choix techniques sont faits.

c. Masse contre Poids

Attention à ne pas confondre ces deux notions. La masse (kg) est une quantité de matière, elle est invariable. Le poids (Newton) est la force exercée par la gravité sur cette masse. Un sac de ciment à Kananga a la même masse à Matadi, mais son poids peut varier très légèrement à cause des infimes différences de gravité.

B. La densité (d)

La densité est un rapport. Elle compare la masse volumique d'un corps à celle d'un corps de référence. Elle n'a pas d'unité.

Pour les solides et les liquides, le corps de référence est toujours l'eau pure.

$$d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

Le calcul est simple. La densité indique si un objet flotte ou coule dans l'eau.

- Si $d>1$: le corps est plus dense que l'eau, il coule (ex: l'acier).
- Si $d<1$: le corps est moins dense que l'eau, il flotte (ex: l'huile, le bois).
- Si $d=1$: le corps reste en équilibre dans l'eau.

SCÉNARIOS ET EXERCICES

Une question de fluide à Kisangani

Mbuta Jean, jeune mécanicien diplômé à Kisangani, reçoit une vieille Toyota dont le freinage est "mayi-mayi" selon le client. En inspectant le bocal de liquide de frein, il remarque une couleur suspecte et une consistance trop fluide. Il se souvient de son cours : le liquide de frein standard (à base de glycol) est plus dense que l'eau. Une contamination par l'eau non seulement abaisse le point d'ébullition, créant un danger, mais modifie aussi la densité.

Avec un densimètre simple, il prélève un échantillon. La lecture est anormalement basse, proche de 1. Son diagnostic est confirmé : de l'eau a pénétré le circuit. Une purge complète et un remplacement du liquide par un produit neuf et conforme règlent définitivement le problème. La maîtrise de la notion de densité lui a permis de poser un diagnostic rapide et précis.

Exercice 1 : La pièce mystérieuse de Mbandaka

Énoncé : Un mécanicien de Mbandaka, dans la province de l'Équateur, trouve une pièce métallique cylindrique. Il la pèse et trouve une masse $m=195\,\text{g}$. Il mesure son volume par déplacement d'eau et obtient $V=25\,\text{cm}^3$. Pour savoir comment la travailler, il doit identifier le métal. S'agit-il d'aluminium ($\rho_{alu}\approx 2,7\,\text{g/cm}^3$) ou d'acier ($\rho_{acier}\approx 7,8\,\text{g/cm}^3$) ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les données connues** Nous avons la masse $m=195\,\text{g}$ et le volume $V=25\,\text{cm}^3$.
2. **Étape 2 : Calculer la masse volumique de la pièce** On utilise la formule $\rho=\frac{m}{V}$.

$$\rho=\frac{195\,\text{g}}{25\,\text{cm}^3}=7,8\,\text{g/cm}^3$$

3. **Étape 3 : Comparer et conclure** La masse volumique calculée ($7,8\,\mathrm{g/cm^3}$) correspond à celle de l'acier. La pièce est donc en acier.

Exercice 2 : Le bidon d'huile du Kasaï

Énoncé : À Mbuji-Mayi, un technicien achète un bidon d'huile moteur. L'étiquette indique "Densité : 0,9". Par méfiance, il prélève un échantillon et mesure sa masse volumique : il trouve $980\,\mathrm{kg/m^3}$. Sachant que la masse volumique de l'eau est $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$, l'huile est-elle conforme ou a-t-elle été coupée avec de l'eau ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Rappeler la formule de la densité** La densité est le rapport de la masse volumique du corps sur celle de l'eau : $d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{eau}}}$.

2. **Étape 2 : Calculer la densité réelle de l'huile** On utilise les valeurs mesurées.

$$d = \frac{980\,\mathrm{kg/m^3}}{1000\,\mathrm{kg/m^3}} = 0,98$$

3. **Étape 3 : Analyser le résultat** La densité calculée est de 0,98. Ce chiffre est très différent de la densité de 0,9 annoncée sur le bidon. Une valeur de 0,98 est très proche de 1, la densité de l'eau. Le technicien peut conclure que l'huile a très probablement été mélangée à de l'eau.

1.3. Notion d'angle et mesures

a. L'angle, un concept universel

Même si le mot "angle" fait penser aux mathématiques, il est partout dans notre quotidien de mécanicien. De l'inclinaison d'un moteur à la rotation d'une roue, du réglage des phares à l'angle de braquage, tout est question d'angle. C'est une grandeur fondamentale pour l'alignement et le mouvement.

Maîtriser la mesure des angles est donc une compétence essentielle. Une erreur d'un seul degré peut provoquer une usure prématurée des pneus, une surconsommation de carburant ou un mauvais comportement du véhicule. La précision est la clé.

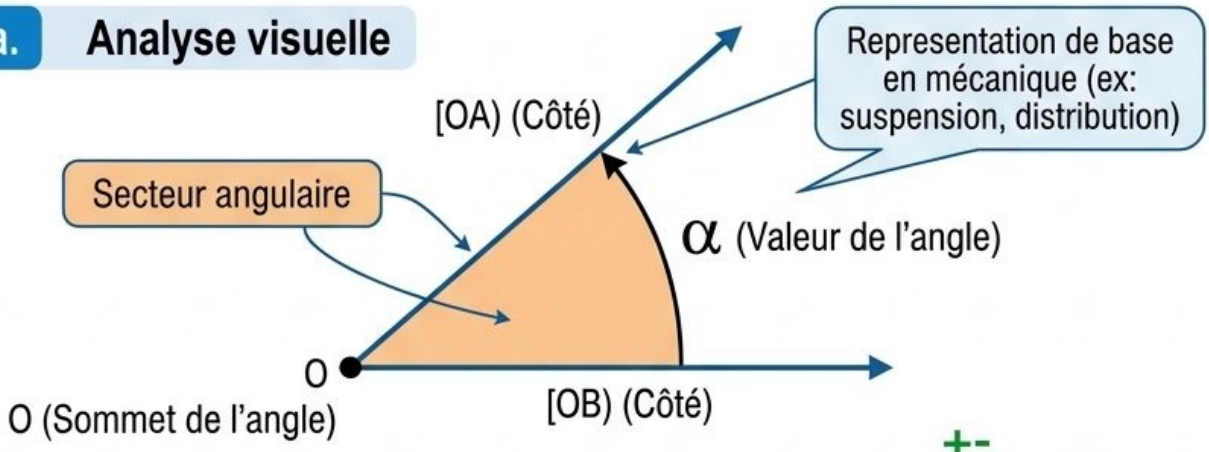
A. Définition et vocabulaire de l'angle

Un angle représente l'écartement entre deux demi-droites (les côtés) qui partent d'un même point d'origine (le sommet). L'espace délimité par ces deux côtés se nomme le secteur angulaire. En mécanique automobile, les angles définissent la position relative des pièces les unes par rapport aux autres. L'angle de carrossage, l'angle de chasse ou l'angle d'avance à l'allumage sont des exemples concrets.

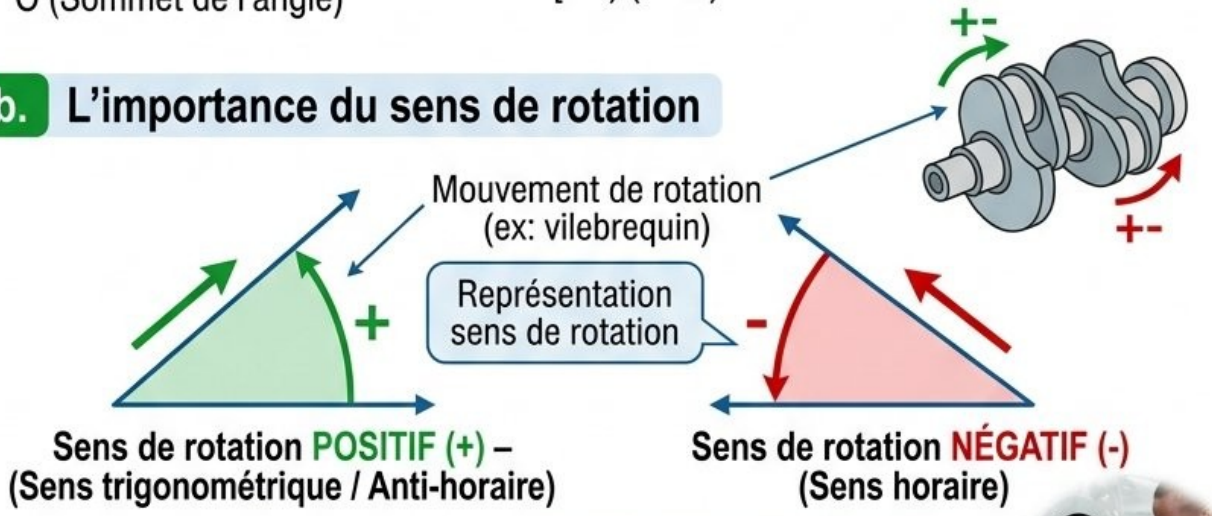
Figure 3 : Réf. IMG (9338-9067-3943)

Représentation schématique d'un angle avec son sommet et ses côtés

a. Analyse visuelle



b. L'importance du sens de rotation



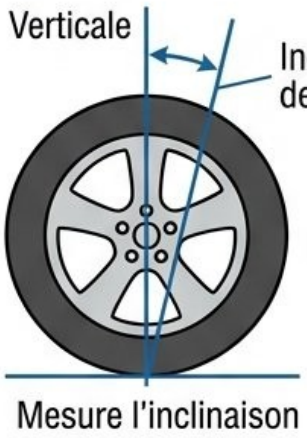
Sens de rotation POSITIF (+) – (Sens trigonométrique / Anti-horaire)

Sens de rotation NÉGATIF (-) (Sens horaire)

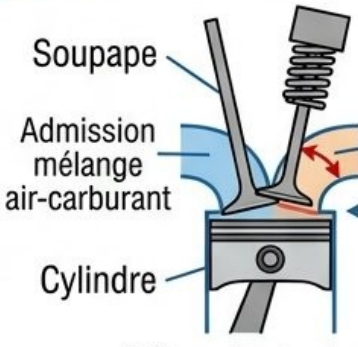
c. Exemples courants

Fonction précise, valeur recommandée





Angle de Carrossage



Angle d'ouverture d'une soupape

Détermine la durée

Réglage constructeur

Figure 3 : Réf. IMG (9338-9067-3943)

Représentation schématique d'un angle avec son sommet et ses côtés.

a. Analyse visuelle

Le point O est le sommet de l'angle. Les demi-droites [OA) et [OB) sont les côtés. L'écartement entre ces deux côtés, noté α (alpha), est la valeur de l'angle. Toute la zone colorée entre [OA) et [OB) est le secteur angulaire. Cette représentation simple est la base de tous les calculs d'angles en mécanique, même pour des systèmes complexes comme une suspension de voiture ou un système de distribution.

b. L'importance du sens de rotation

En mécanique, le sens de rotation est crucial. Un angle peut être positif (généralement dans le sens anti-horaire, dit trigonométrique) ou négatif (sens horaire). Cette convention permet de décrire précisément des mouvements de rotation comme celui du vilebrequin.

c. Exemples courants

L'angle de carrossage mesure l'inclinaison de la roue par rapport à la verticale. L'angle d'ouverture d'une soupape détermine la durée pendant laquelle le mélange air-carburant peut entrer dans le cylindre. Chaque angle a une fonction précise et une valeur de réglage recommandée par le constructeur.

■ ■ ■

B. Les Unités de Mesure

Pour quantifier un angle, trois unités principales sont utilisées. Seules deux sont courantes en mécanique automobile.

- **Le Degré (°)** : C'est l'unité la plus connue. Une rotation complète (un tour) correspond à 360 degrés. Un angle droit mesure 90°. C'est l'unité utilisée pour les réglages de géométrie (parallélisme, carrossage).
- **Le Radian (rad)** : C'est l'unité scientifique du Système International. Elle est fondamentale pour les calculs de vitesse de rotation et de dynamique. Une rotation complète correspond à 2π radians.