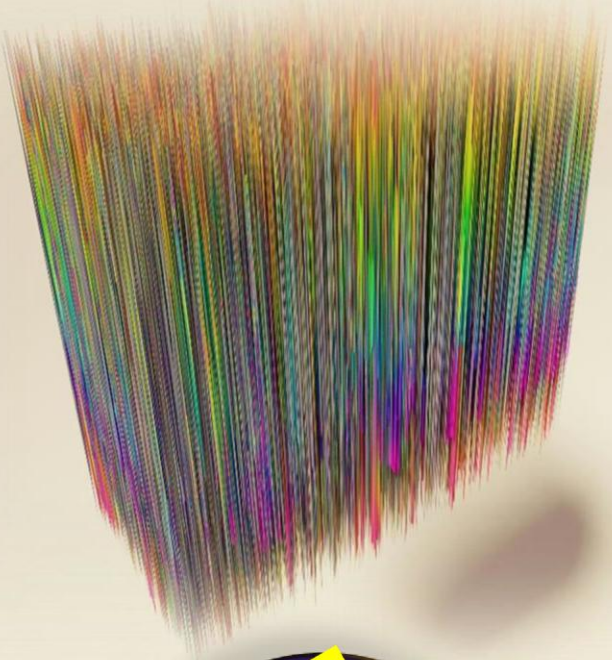
Cours de

Physique



CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

2è Année

DES HUMANITÉS

EDITION 2025



TABLE DE MATIERE

PRÉLIMINAIRES 1

0.1. Objectifs du cours et lien avec la première année 🔗 1

- 0.1.1. Consolidation des acquis de la mécanique 1
- 0.1.2. Exploration de la thermodynamique 2
- 0.1.3. Initiation à l'optique géométrique 2

0.2. Compétences visées 🎯 3

- 0.2.1. Analyser les phénomènes de dilatation et de transfert de chaleur dans des situations concrètes. 3
- 0.2.2. Appliquer les principes de la calorimétrie pour quantifier les échanges d'énergie thermique. 4
- 0.2.3. Décrire les changements d'état de la matière et leurs lois. 4
- 0.2.4. Tracer la marche des rayons lumineux à travers des systèmes optiques simples (miroirs, lentilles). 5
- 0.2.5. Expliquer le fonctionnement de l'œil et de quelques instruments d'optique fondamentaux. 6
- 0.2.6. Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour vérifier les lois de la physique. 6

0.3. Approche expérimentale et contextualisation CD 7

- 0.3.1. La Primauté de l'Expérience 7
- 0.3.2. Ancrage dans le Contexte Congolais 8

Chapitre 1 : Le Concept d'Énergie et sa Conservation 11

1.1. Formes d'énergie : potentielle et cinétique (Rappel et approfondissement) ⚙️ 11

- 1.1.1. L'Énergie Cinétique (Ec) : L'Énergie du Mouvement 11
- 1.1.2. L'Énergie Potentielle de Pesanteur (Ep) : L'Énergie de Position 17
- 1.1.3. Le Caractère Scalaire de l'Énergie et son Unité 21

1.2. Principe de conservation de l'énergie mécanique 🔄 26

- 1.2.1. Définition de l'Énergie Mécanique Totale (Em) 26

- 1.2.2. L'Énoncé du Principe de Conservation 26
- 1.2.3. Application à la Chute Libre 29

1.3. Transformation de l'énergie : travail et chaleur 🔥 33

- 1.3.1. Le Travail des Forces Non-Conservatives 33
- 1.3.2. Conversion du Travail Mécanique en Chaleur 33
- 1.3.3. Conversion de la Chaleur en Travail Mécanique 36

Scenarios et Exercices 40

- Exercices d'Application 40
- Scénarios d'Assimilation 41

Chapitre 2 : Thermométrie et Dilatation 46

2.1. Propagation de la chaleur ♨️ 46

- 2.1.1. La Conduction Thermique 46
- 2.1.2. La Convection Thermique 49
- 2.1.3. Le Rayonnement Thermique 54

2.2. Température et sa mesure : thermomètres et échelles 🌡️ 59

- 2.2.1. Notion de Température et Agitation Moléculaire 59
- 2.2.2. Le Thermomètre à Liquide 59
- 2.2.3. L'Échelle de Température Celsius 60

2.3. Dilatation des solides et des liquides 📈 62

- 2.3.1. Dilatation Linéaire des Solides 62
- 2.3.2. Dilatation Volumique des Solides et des Liquides 65
- 2.3.3. Le Cas Particulier de la Dilatation de l'Eau 65

2.4. Dilatation des gaz et la notion de température absolue 🧞‍♂️ 68

- 2.4.1. Les Lois des Gaz 68
- 2.4.2. La Température Absolue et l'Échelle Kelvin 69
- 2.4.3. L'Équation d'État des Gaz Parfaits 71

Scenarios et Exercices 73

- Exercices d'Application 73
- Scénarios d'Assimilation 74

Chapitre 3 : Calorimétrie : Mesure des Échanges de Chaleur 80
3.1. Quantité de chaleur et chaleur massique 💧 80
- 3.1.1. La Quantité de Chaleur (Q) 80
- 3.1.2. Capacité Thermique (C) 85
- 3.1.3. Chaleur Massique (c) 85

3.2. Le calorimètre et l'équilibre thermique ⚖️ 88
- 3.2.1. Description du Calorimètre 88
- 3.2.2. Le Principe Fondamental de la Calorimétrie 88
- 3.2.3. Détermination Expérimentale d'une Chaleur Massique.....91

3.3. Chaleur massique des gaz 🫧 93
- 3.3.1. La Particularité des Gaz.....93
- 3.3.2. Chaleur Massique à Volume Constant (cv) 93
- 3.3.3. Chaleur Massique à Pression Constante (cp) 94

Scenarios et Exercices 96
- Exercices d'Application 96
- Scénarios d'Assimilation.....97

Chapitre 4 : Changements d'État de la Matière.....102
4.1. Fusion et solidification 🧊 102
- 4.1.1. Description du Phénomène à l'Échelle Moléculaire.....102
- 4.1.2. Lois de la Fusion et de la Solidification 102
- 4.1.3. Chaleur Latente de Fusion (Lf) 105

4.2. Vaporisation et liquéfaction 🫧 107
- 4.2.1. Les Deux Formes de Vaporisation 107
- 4.2.2. Lois de l'Ébullition et Chaleur Latente de Vaporisation (Lv) 108
- 4.2.3. Vapeur Saturante et Non Saturante 110

4.3. Autres changements d'état et applications 🔬 112
- 4.3.1. Sublimation et Condensation Solide 112
- 4.3.2. Application : La Distillation Simple 112
- 4.3.3. Application : L'Hygrométrie 113

Scenarios et Exercices 115
- Exercices d'Application 115
- Scénarios d'Assimilation.....115

RESSOURCES COMPLEMENTAIRES.....121
I. Questions et reponses d'approffondissement. 🧠.....121
II. Confusions et erreurs frequentes a eviter ⚠️ 126
- 2.1. Confusion entre Chaleur et Température.....126
- 2.2. Oublier les unités et les conversions 126
- 2.3. Mauvaise application de la formule $\boldsymbol{Q = m \cdot c \cdot \Delta T}$ 127
- 2.4. Confusion sur les signes dans les bilans calorimétriques.....127
- 2.5. Négliger la capacité thermique du calorimètre 128

III. La fiche de revision prete a l'emploi. 📝 129
- Chapitre 1 : Le Concept d'Énergie et sa Conservation 129
- Chapitre 2 : Thermométrie et Dilatation.....130
- Chapitre 3 : Calorimétrie : Mesure des Échanges de Chaleur.....131
- Chapitre 4 : Changements d'État de la Matière.....132

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE 135
Chapitre 5 : Principes Fondamentaux de la Lumière.....136
5.1. Propagation rectiligne de la lumière 📏 136
- 5.1.1. Le Principe et ses Manifestations 136
- 5.1.2. Les Sources Lumineuses 137
- 5.1.3. Modélisation du Trajet de la Lumière : Rayons et Faisceaux139

5.2. Interaction de la lumière avec la matière 🌈 141
- 5.2.1. Comportement Global de la Lumière sur un Objet.....141
- 5.2.2. Les Phénomènes d'Interaction Détaillés 141

Chapitre 6 : La Réflexion et les Miroirs.....144
6.1. Lois de la réflexion 📐 144
- 6.1.1. Description du Phénomène et Terminologie.....144
- 6.1.2. Énoncé des Lois de Snell-Descartes pour la Réflexion.....145

Scenarios et Exercices 147
- Exercices d'Application 147
- Scénarios d'Assimilation.....148

Chapitre 6 : La Réflexion et les Miroirs.....154
6.1. Lois de la réflexion 📐 154
- 6.1.1. Description du Phénomène et Terminologie.....154
- 6.1.2. Énoncé des Lois de Snell-Descartes pour la Réflexion.....155

6.2. Images formées par les miroirs plans et sphériques 🪞 157
- 6.2.1. L'Image Formée par un Miroir Plan 157
- 6.2.2. Introduction aux Miroirs Sphériques.....160
- 6.2.3. Construction des Images dans les Miroirs Concaves 161
- 6.2.4. Construction des Images dans les Miroirs Convexes.....163

Scenarios et Exercices 165
- Exercices d'Application 165
- Scénarios d'Assimilation.....165

Chapitre 7 : La Réfraction et les Lentilles 171
7.1. Lois de la réfraction (Snell-Descartes) 💎 171
- 7.1.1. Le Phénomène de Réfraction et l'Indice de Réfraction.....171
- 7.1.2. Énoncé des Lois de Snell-Descartes pour la Réfraction 172
- 7.1.3. Le Phénomène de Réflexion Totale Interne 173

7.2. Applications : lame à faces parallèles et prisme プリズム.....174
- 7.2.1. La Lame à Faces Parallèles.....174
- 7.2.2. Le Prisme.....174
- 7.2.3. Dispersion de la Lumière par le Prisme.....175

7.3. Lentilles minces : convergentes et divergentes 🔍 175
- 7.3.1. Définition et Types de Lentilles.....175

7.4. Construction des images et vergence 📈 176
- 7.4.1. Éléments Caractéristiques d'une Lentille Mince 176
- 7.4.2. Construction Graphique des Images.....177

- 7.4.3. La Vergence d'une Lentille 178

Scenarios et Exercices 179

- Exercices d'Application 179
- Scénarios d'Assimilation.....180

Chapitre 8 : Instruments d'Optique.....187

8.1. L'œil humain : modèle optique et correction 👁️ 187

- 8.1.1. Modélisation de l'Œil : l'Œil Réduit.....187
- 8.1.2. L'Œil Normal (Emmétrope) et l'Accommodation 187
- 8.1.3. La Myopie et sa Correction 188
- 8.1.4. L'Hypermétropie et sa Correction.....188

8.2. Instruments de projection et de capture d'image 📸 189

- 8.2.1. Principe Général des Instruments de Projection 189
- 8.2.2. L'Appareil Photographique.....189
- 8.2.3. Le Projecteur de Diapositives (ou Vidéoprojecteur) 190

8.3. Instruments d'observation (loupe, microscope, lunette) 🔭 190

- 8.3.1. La Loupe.....190
- 8.3.2. Le Microscope Optique.....191
- 8.3.3. La Lunette Astronomique 191

Scenarios et Exercices 192

- Exercices d'Application 192
- Scénarios d'Assimilation.....193

RESSOURCES COMPLEMENTAIRES.....198

I. Questions et reponses d'approffondissement. 🧠.....198

II. Confusions et erreurs frequentes a eviter ⚠️ 203

- 2.1. Confusion entre Image Réelle et Image Virtuelle 203
- 2.2. Angles par rapport à la surface vs par rapport à la normale ..204
- 2.3. Rôle du Foyer Objet (F) et du Foyer Image (F').....204
- 2.4. Différence entre Miroirs Concaves/Convexes et Lentilles Convergentes/Divergentes 205

- 2.5. Le sens de "Renversée" et "Droite" 205

III. La fiche de revision prete a l'emploi. 206

- Chapitre 5 : Principes Fondamentaux de la Lumière 206
- Chapitre 6 : La Réflexion et les Miroirs 207
- Chapitre 7 : La Réfraction et les Lentilles 208
- Chapitre 8 : Instruments d'Optique 209

ANNEXES ..... a

ANNEXES ..... a

Annexe 1 : Tableaux des chaleurs massiques et des chaleurs latentes . i

- 1.1. Chaleurs Massiques (c) de Solides Courants i
- 1.2. Chaleurs Massiques (c) de Liquides Courants ii
- 1.3. Chaleurs Latentes de Fusion (Lf) et Points de Fusion (Tf) ii
- 1.4. Chaleurs Latentes de Vaporisation (Lv) et Points d'Ébullition (Teb) iii

Annexe 2 : Formulaire d'optique géométrique iv

- 2.1. Convention Algébrique iv
- 2.2. Formules pour les Miroirs Sphériques v
- 2.3. Formules pour les Lentilles Minces v

Annexe 3 : Schémas de construction d'images pour miroirs et lentilles . vi

- 3.1. Miroir Concave (Convergent) vi
- 3.2. Miroir Convexe (Divergent) vii
- 3.3. Lentille Convergente vii
- 3.4. Lentille Divergente viii

Annexe 4 : Glossaire des termes d'optique et de thermodynamique .. viii



PRÉLIMINAIRES

0.1. Objectifs du cours et lien avec la première année 🔗

Ce cours s'appuie sur les fondements de la mécanique établis en première année pour explorer deux domaines majeurs de la physique classique : la thermodynamique et l'optique géométrique. L'objectif est de développer la capacité de l'élève à analyser les transferts d'énergie thermique et à comprendre la formation des images, compétences essentielles pour interpréter les phénomènes naturels et les technologies modernes.

0.1.1. Consolidation des acquis de la mécanique

Le programme de physique de deuxième année ne constitue pas une rupture avec les savoirs acquis précédemment, mais plutôt une extension et un approfondissement logiques. La première année a permis d'édifier le socle de la mécanique newtonienne, en introduisant des concepts fondamentaux qui demeurent indispensables à la compréhension des nouveaux chapitres. Ces outils conceptuels, loin d'être abandonnés, seront constamment mobilisés pour construire une vision plus riche et plus unifiée de la physique. Le concept de **force**, par exemple, étudié à travers le poids, la tension ou la réaction d'un support, reste pertinent. La notion de **travail d'une force** ($W = \vec{F} \cdot \vec{d}$), qui a été définie comme le mécanisme par lequel une force transfère de l'énergie à un système, constitue le pont conceptuel le plus direct entre la mécanique pure et la thermodynamique. En première année, ce travail se traduisait principalement par une variation de la vitesse, donc de l'énergie cinétique. Cette année, nous découvrirons que le travail, notamment celui des forces de frottement, peut également se manifester par une production de chaleur, établissant ainsi une équivalence fondamentale entre le travail mécanique et l'énergie thermique. De même, le principe d'**inertie** et la relation fondamentale de la dynamique ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) ont forgé une discipline de pensée, celle de l'analyse des systèmes et des interactions, qui sera appliquée à des contextes non plus seulement mécaniques, mais thermiques et optiques. La rigueur acquise dans la construction de diagrammes de forces ou dans l'application de principes de conservation sera transposée à l'établissement de bilans thermiques dans un calorimètre ou à la construction géométrique du trajet des rayons lumineux.

0.1.2. Exploration de la thermodynamique

Le premier grand domaine exploré cette année est la **thermodynamique**, la science qui étudie les relations entre la chaleur, le travail et l'énergie. Alors que la mécanique se concentre sur le mouvement visible et ordonné des objets, la thermodynamique plonge au cœur de la matière pour étudier les conséquences du mouvement invisible et désordonné de ses constituants microscopiques : les atomes et les molécules. Ce domaine est d'une importance capitale car il régit une part immense des phénomènes naturels et des applications technologiques qui nous entourent. Comprendre la thermodynamique, c'est comprendre pourquoi le métal chauffe plus vite que le bois, comment fonctionne un réfrigérateur, pourquoi la vapeur d'eau peut actionner une turbine au barrage d'Inga, ou encore comment les courants de convection dans l'atmosphère génèrent les vents qui balayent la plaine de la Ruzizi.

Le parcours débutera par la clarification des concepts de **température** et de **chaleur**, en établissant une distinction rigoureuse entre l'état d'agitation thermique (température) et le transfert d'énergie (chaleur). Nous étudierons ensuite les trois modes de **propagation de la chaleur** – conduction, convection et rayonnement – en les illustrant par des exemples concrets tirés de notre environnement quotidien. Le cœur de cette partie sera la **calorimétrie**, l'art de mesurer les quantités de chaleur échangées. L'élève apprendra à utiliser la relation fondamentale $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ et à appliquer le principe de conservation de l'énergie pour résoudre des problèmes de mélanges et déterminer des caractéristiques des matériaux. Enfin, nous aborderons les **changements d'état** de la matière (fusion, vaporisation, etc.), en analysant les lois qui les gouvernent et le rôle crucial de la **chaleur latente**, cette énergie "cachée" qui permet à la matière de se réorganiser sans changer de température.

0.1.3. Initiation à l'optique géométrique

Le second volet majeur de ce cours est l'**optique géométrique**, la branche de la physique qui étudie le comportement de la lumière en la modélisant par des rayons se propageant en ligne droite. Cette approche, bien qu'étant une simplification de la nature ondulatoire de la lumière, se révèle extraordinairement puissante pour expliquer une vaste gamme de phénomènes, depuis la formation des ombres jusqu'au fonctionnement des instruments les plus complexes. L'étude de l'optique est fondamentale car la vision est notre sens le plus sollicité pour appréhender le monde. Comprendre

l'optique, c'est comprendre comment notre œil forme des images, pourquoi un bâton plongé dans l'eau du lac Kivu paraît brisé, comment un miroir nous renvoie notre reflet, ou comment les lentilles d'une paire de lunettes peuvent corriger un défaut de la vision.

Notre exploration commencera par l'établissement du principe de **propagation rectiligne** de la lumière, qui explique la formation des ombres et le principe de la chambre noire. Nous analyserons ensuite les interactions fondamentales entre la lumière et la matière : la **réflexion**, la **réfraction**, l'absorption et la diffusion. L'étude détaillée de la réflexion nous mènera aux **miroirs**, d'abord les miroirs plans, puis les miroirs sphériques (concaves et convexes), en apprenant à construire géométriquement les images qu'ils forment et à en déterminer les caractéristiques (nature, taille, position). De manière symétrique, l'étude de la réfraction nous conduira aux **lentilles minces** (convergentes et divergentes). L'élève développera la compétence de tracer la marche des rayons lumineux à travers ces systèmes et d'utiliser les relations mathématiques pour calculer la position et le grandissement des images. Enfin, ces connaissances seront synthétisées pour modéliser et comprendre le fonctionnement de l'**œil humain** ainsi que celui de quelques instruments d'optique essentiels comme la loupe et l'appareil photographique. L'objectif final est de transformer l'élève d'un simple spectateur du monde visible en un analyste capable de décomposer et d'expliquer les phénomènes optiques qui régissent sa perception.

0.2. Compétences visées 🎯

Au terme de cette année, l'élève doit maîtriser les compétences suivantes :

0.2.1. Analyser les phénomènes de dilatation et de transfert de chaleur dans des situations concrètes.

Cette compétence implique la capacité à observer un phénomène thermique du quotidien et à le décomposer en ses principes physiques sous-jacents. "Analyser" signifie ici aller au-delà de la simple description pour identifier les mécanismes à l'œuvre. Face à une situation, l'élève devra être capable de déterminer quel mode de transfert de chaleur est prépondérant : la **conduction** (par exemple, la chaleur qui se propage le long du manche métallique d'une cuillère plongée dans le thé chaud à Bukavu), la **convection** (les courants d'air qui s'établissent dans une pièce chauffée par un radiateur ou le mouvement de l'eau dans une marmite sur le feu) ou le **rayonnement**

(la sensation de chaleur ressentie à distance d'un feu de bois ou l'échauffement d'un toit en tôle sous le soleil de Mbuji-Mayi). De même, face à un problème de **dilatation**, l'analyse consistera à prévoir qualitativement et quantitativement les effets de la variation de température sur les dimensions d'un objet. Il s'agira, par exemple, de justifier la nécessité des joints de dilatation sur un grand pont comme celui de Matadi, ou de calculer l'allongement d'un câble électrique en cuivre entre la fraîcheur du matin et la chaleur de l'après-midi. Cette compétence exige une solide compréhension des concepts et la capacité de les appliquer pour interpréter et modéliser le monde réel.

0.2.2. Appliquer les principes de la calorimétrie pour quantifier les échanges d'énergie thermique.

Cette compétence se situe au cœur de la démarche quantitative en thermodynamique. "Appliquer les principes" signifie maîtriser l'utilisation de l'outil mathématique fondamental de la calorimétrie pour résoudre des problèmes concrets. L'élève devra savoir traduire une situation physique – le mélange de deux quantités d'eau à des températures différentes, l'immersion d'un métal chaud dans de l'eau froide – en une équation de bilan énergétique. Cela requiert d'identifier clairement les éléments du système qui cèdent de la chaleur et ceux qui en absorbent. La compétence centrale est la mise en œuvre du principe de conservation de l'énergie, formulé comme $\sum Q = 0$, qui affirme que dans un système isolé, la chaleur perdue par les corps chauds est intégralement gagnée par les corps froids. L'élève devra manipuler avec aisance la relation $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, en portant une attention particulière aux unités et aux signes. La finalité de cette compétence est de pouvoir calculer une grandeur inconnue, telle que la température finale d'équilibre d'un mélange, la chaleur massique d'une substance inconnue, ou la masse d'un corps nécessaire pour provoquer une variation de température donnée. Il s'agit d'une compétence de résolution de problèmes par excellence, alliant raisonnement physique et rigueur mathématique.

0.2.3. Décrire les changements d'état de la matière et leurs lois.

Maîtriser cette compétence signifie être capable d'expliquer, à la fois au niveau macroscopique et microscopique, ce qui se produit lorsque la matière passe d'un état à un autre. "Décrire" implique de pouvoir tracer et interpréter un

graphique de la température en fonction du temps lors du chauffage d'un corps pur, en identifiant clairement les phases d'échauffement et les **paliers de température** caractéristiques des changements d'état. L'élève devra pouvoir énoncer avec précision les lois de la fusion et de l'ébullition : le fait que ces transitions se produisent à température constante pour un corps pur et que cette température est une caractéristique de la substance (sous une pression donnée). La description devra également s'appuyer sur le modèle moléculaire, en expliquant la fusion comme la rupture des liaisons rigides d'un réseau cristallin et la vaporisation comme la libération des molécules des forces d'attraction du liquide. Un aspect essentiel de cette compétence est la compréhension du concept de **chaleur latente**. L'élève devra savoir expliquer que l'énergie fournie pendant un changement d'état ne sert pas à augmenter l'agitation des molécules (la température), mais à modifier leur énergie potentielle d'interaction (changer l'organisation de la matière). Il devra également être capable d'utiliser les formules $Q = m \cdot L_f$ et $Q = m \cdot L_v$ pour quantifier l'énergie associée à ces transitions.

0.2.4. Tracer la marche des rayons lumineux à travers des systèmes optiques simples (miroirs, lentilles).

Il s'agit d'une compétence essentiellement graphique et méthodologique, fondamentale en optique géométrique. "Tracer la marche des rayons" est un processus de construction rigoureux qui permet de déterminer la position, la taille et la nature de l'image d'un objet formée par un miroir ou une lentille. L'élève devra mémoriser et savoir appliquer les lois de la réflexion et de la réfraction de manière graphique. Pour un système donné (par exemple, un objet placé devant une lentille convergente), il devra savoir représenter les éléments cardinaux (centre optique, foyers, axes). La compétence consiste ensuite à choisir judicieusement au moins deux **rayons particuliers** issus d'un point de l'objet (comme le rayon passant par le centre optique qui n'est pas dévié, ou le rayon parallèle à l'axe qui émerge en passant par le foyer image) et à tracer leur trajet à travers le système. Le point d'intersection de ces rayons émergents (ou de leurs prolongements) détermine la position du point image correspondant. Cette construction géométrique, réalisée avec soin à l'aide d'une règle et d'un crayon, n'est pas un simple dessin mais un véritable outil de prédiction et d'analyse. Elle permet de conclure si l'image est **réelle** (formée par l'intersection effective des rayons) ou **virtuelle** (formée par

l'intersection de leurs prolongements), **droite** ou **renversée**, **agrandie** ou **réduite**.

0.2.5. Expliquer le fonctionnement de l'œil et de quelques instruments d'optique fondamentaux.

Cette compétence représente l'aboutissement de l'étude de l'optique, où les principes et les modèles abstraits sont utilisés pour analyser des systèmes concrets et fonctionnels. "Expliquer le fonctionnement" signifie être capable de modéliser ces systèmes et de décrire comment ils forment des images. Pour l'**œil humain**, l'élève devra savoir le schématiser par un modèle simplifié, l'**œil réduit**, composé d'un diaphragme (l'iris), d'une lentille convergente (le cristallin) et d'un écran (la rétine). Il devra expliquer le processus d'accommodation (la capacité du cristallin à modifier sa vergence pour assurer la netteté des images d'objets proches ou lointains) et décrire les défauts de vision courants comme la myopie et l'hypermétropie en termes de position de l'image par rapport à la rétine. Concernant les **instruments**, l'explication portera sur des appareils de base. Pour la **loupe**, il s'agira de montrer comment une lentille convergente, utilisée correctement, forme une image virtuelle, droite et agrandie d'un objet proche. Pour l'**appareil photographique**, l'élève devra en décrire les composants essentiels (objectif, diaphragme, obturateur, capteur) et les assimiler aux éléments d'un système optique étudié, en expliquant comment la mise au point et le réglage de l'exposition sont effectués. Cette compétence synthétise l'ensemble des savoirs en optique pour les appliquer à des technologies qui façonnent notre quotidien.

0.2.6. Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour vérifier les lois de la physique.

Cette compétence est transversale et essentielle à la formation de l'esprit scientifique. "Mettre en œuvre une démarche expérimentale" signifie que l'élève est capable de participer activement à un processus qui va au-delà de la simple observation. Il s'agit de confronter une loi théorique ou une hypothèse à la réalité mesurable. Cette démarche se décompose en plusieurs étapes clés. D'abord, la **planification** : comprendre le but de l'expérience, identifier le matériel nécessaire (banc d'optique, calorimètre, thermomètre, etc.) et le protocole à suivre. Ensuite, la **réalisation** : manipuler le matériel

avec soin et précision, en respectant les consignes de sécurité. L'étape suivante est la **collecte de données** : effectuer des mesures fiables (angles, températures, masses, distances) et les consigner de manière organisée dans un tableau. Puis vient l'**analyse** : traiter les données (calculer des moyennes, des variations), tracer des graphiques si nécessaire, et les comparer aux prédictions de la loi étudiée. Enfin, la **conclusion** : l'élève doit être capable de dire si les résultats de l'expérience confirment la loi (dans les limites des incertitudes de mesure) et de faire une analyse critique de la manipulation en identifiant les sources d'erreur possibles qui pourraient expliquer d'éventuels écarts. Cette compétence vise à faire comprendre que la physique n'est pas un ensemble de dogmes, mais une science construite sur la validation par l'expérience.

0.3. Approche expérimentale et contextualisation CD

L'expérimentation constitue le pilier de l'apprentissage en deuxième année. La vérification des lois de la dilatation, les mélanges dans un calorimètre ou la formation d'images sur un banc d'optique sont des manipulations indispensables. La contextualisation s'appuiera sur des exemples locaux : l'étude de la dilatation peut être liée à la construction des rails du chemin de fer Matadi-Kinshasa ; la propagation de la chaleur par rayonnement peut s'illustrer par l'ensoleillement intense à Kananga ; les principes d'optique peuvent expliquer le fonctionnement des appareils photo utilisés pour capturer la beauté du parc national des Virunga.

0.3.1. La Primauté de l'Expérience

En physique, la théorie et l'expérience sont indissociables, mais c'est l'expérience qui demeure le juge ultime de la validité d'un modèle. Une loi, aussi élégante soit-elle sur le plan mathématique, n'a de valeur que si ses prédictions sont confirmées par des mesures reproductibles. L'approche pédagogique de cette année place donc l'activité expérimentale au centre du processus d'apprentissage. Les équations et les lois ne seront pas présentées comme des vérités abstraites à mémoriser, mais comme des affirmations à vérifier. Le laboratoire de physique devient un lieu d'investigation où l'élève, en manipulant lui-même, peut toucher du doigt les concepts étudiés. La **vérification des lois de la dilatation**, par exemple, à l'aide d'un pyromètre ou d'un dilatomètre, permet de visualiser concrètement l'allongement d'une tige métallique et de mesurer l'influence de la nature du matériau et de la

variation de température. Les **mélanges dans un calorimètre** transforment le principe abstrait de la conservation de l'énergie en un bilan chiffré où la température d'équilibre mesurée peut être comparée à la température prédite par le calcul. La manipulation d'un **banc d'optique**, en déplaçant un objet, une lentille et un écran, permet de "matérialiser" la formation d'une image réelle, de mesurer sa position et sa taille, et de confronter ces mesures aux résultats obtenus par la construction graphique et par le calcul. Ces manipulations ne sont pas de simples illustrations ; elles sont le moyen par lequel les lois physiques acquièrent leur sens et leur légitimité. Elles développent la rigueur, l'esprit critique et la compréhension intime des phénomènes.

0.3.2. Ancrage dans le Contexte Congolais

Pour qu'un savoir soit durable et pertinent, il doit faire écho à l'environnement et au vécu de l'apprenant. C'est pourquoi ce cours s'efforcera systématiquement de relier les principes physiques universels à des réalités spécifiques à la République Démocratique du Congo. Cette démarche de contextualisation vise un double objectif : rendre l'apprentissage plus motivant et significatif, et donner aux élèves des outils pour mieux comprendre et interagir avec leur propre monde.

- L'étude de la **dilatation thermique** prend une dimension concrète lorsqu'elle est appliquée aux **rails du chemin de fer Matadi-Kinshasa**. Les importants écarts de température que subit le métal sous le soleil équatorial rendent la gestion de la dilatation cruciale. L'existence des joints de dilatation, ces espaces vides entre les segments de rail, cesse d'être une anecdote pour devenir une nécessité technique dictée par la loi $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$. Le fameux "tac-tac" du train devient la signature sonore d'un principe physique en action.

- La **propagation de la chaleur par rayonnement** peut être illustrée par l'**ensoleillement intense à Kananga**, au cœur du Kasaï. Ce contexte permet de discuter des choix architecturaux (utilité des toits à débordement, avantage des murs peints en clair pour réfléchir le rayonnement), des pratiques agricoles (le séchage du maïs ou du manioc au soleil est une application directe du transfert d'énergie par rayonnement) ou même des technologies d'avenir comme les chauffe-eau ou les cuiseurs solaires.

- Les principes d'**optique géométrique** trouvent une application directe dans les technologies utilisées pour valoriser le patrimoine naturel du pays. Le fonctionnement d'un **appareil photo**, utilisé par un touriste ou

un garde de parc pour immortaliser une famille de gorilles de montagne dans le **parc national des Virunga**, repose entièrement sur les lois de la formation des images par des lentilles. L'utilisation de **téléobjectifs** pour la photographie animalière devient un excellent cas d'étude sur les systèmes de lentilles multiples. De même, les **jumelles** utilisées par les ornithologues pour observer les oiseaux dans le parc de la Salonga sont une application directe des principes des lentilles et des prismes.

- La **calorimétrie** peut être contextualisée à travers la préparation de plats locaux. Par exemple, le refroidissement du "fufu" après cuisson implique des transferts de chaleur par convection et rayonnement. Le mélange d'eau chaude et d'eau froide pour préparer un bain est une expérience de calorimétrie quotidienne.
- La **réfraction** de la lumière peut être illustrée par les techniques de pêche traditionnelles, comme la pêche au harpon dans les eaux claires des affluents du fleuve Congo, où le pêcheur doit viser en dessous de la position apparente du poisson pour compenser la déviation des rayons lumineux passant de l'eau à l'air.

En multipliant ces ponts entre la salle de classe et la vie de tous les jours, ce cours vise à équiper l'élève non seulement de connaissances académiques, mais aussi d'une nouvelle grille de lecture pour interpréter le monde qui l'entoure avec la rigueur et la perspicacité de l'esprit scientifique.

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 :

Chapitre 1 : Le Concept d'Énergie et sa Conservation

1.1. Formes d'énergie : potentielle et cinétique (Rappel et approfondissement)

Cette section consolide les notions d'énergie mécanique vues en première année. L'énergie cinétique, $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, est l'énergie liée au mouvement, tandis que l'énergie potentielle de pesanteur, $E_p = mgh$, est l'énergie liée à l'altitude. L'aperçu insiste sur le fait que l'énergie est une grandeur scalaire, dont l'unité est le joule (J), capable de se présenter sous différentes formes.

1.1.1. L'Énergie Cinétique (E_c) : L'Énergie du Mouvement

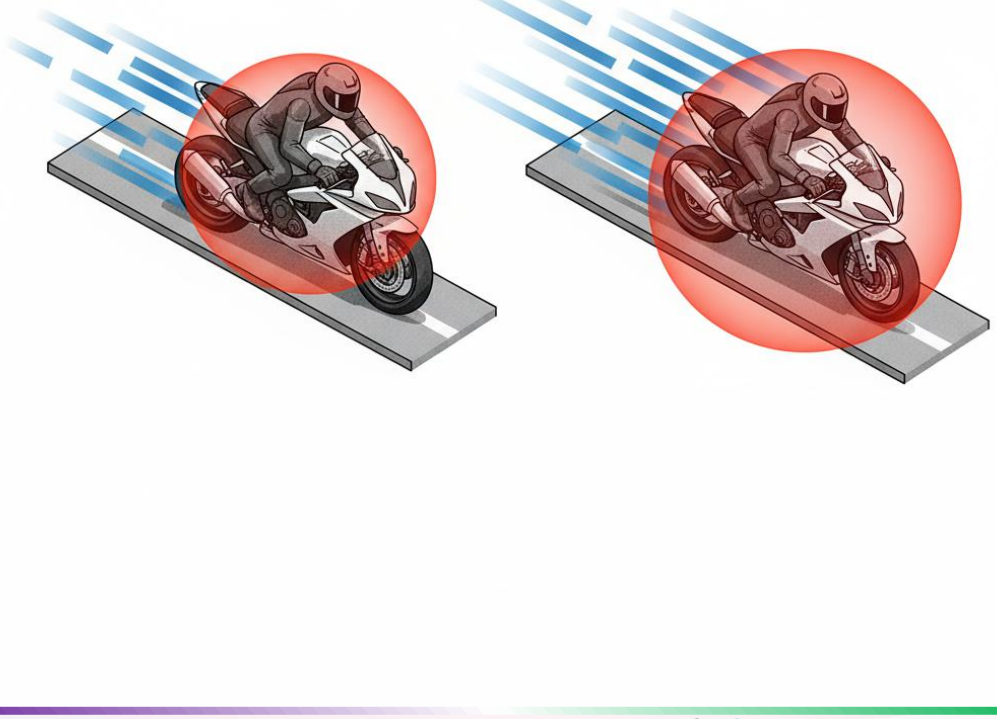
L'énergie cinétique est la manifestation énergétique d'un corps en raison de son déplacement. Tout objet, du plus petit grain de sable transporté par le vent du désert aux immenses barges naviguant sur le fleuve Congo, possède une énergie cinétique tant qu'il est en mouvement. Sa valeur dépend de deux facteurs fondamentaux : la masse de l'objet et le carré de sa vitesse.

La formule mathématique qui régit cette forme d'énergie est la suivante : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ Où :

- E_c représente l'énergie cinétique, exprimée en **joules (J)**.
- m est la masse de l'objet, mesurée en **kilogrammes (kg)**.
- v est la vitesse de l'objet, exprimée en **mètres par seconde (m/s)**.

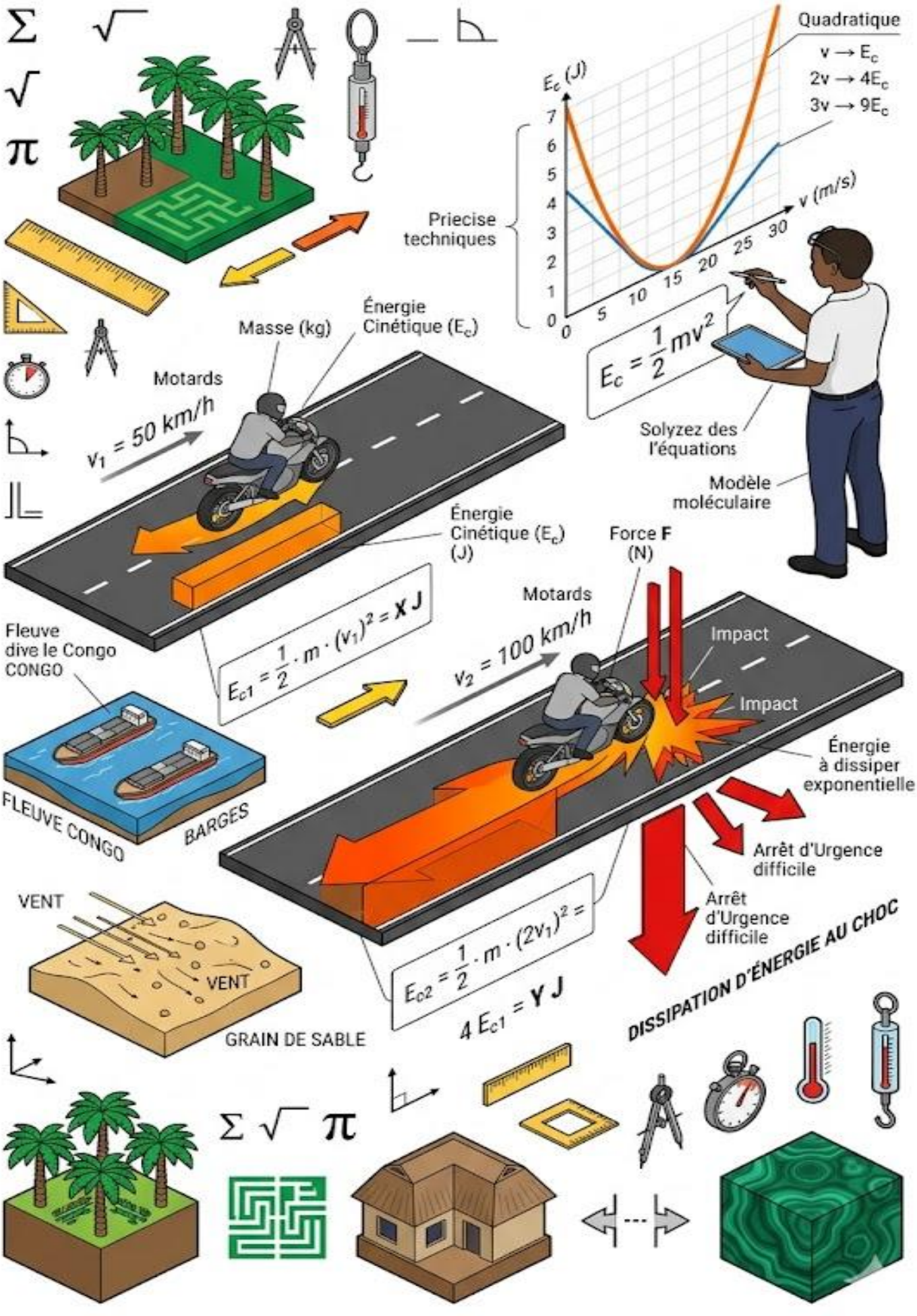
L'analyse de cette formule révèle des aspects cruciaux. Premièrement, l'énergie cinétique est toujours une grandeur positive ou nulle. Elle est nulle si l'objet est immobile ($v = 0$) et croît à mesure que la vitesse augmente. Deuxièmement, la relation avec la vitesse est quadratique. Cela signifie que si la vitesse d'un objet double, son énergie cinétique est multipliée par quatre ($2^2 = 4$). Si sa vitesse triple, son énergie cinétique est multipliée par neuf ($3^2 = 9$). Cette caractéristique explique pourquoi les impacts à grande vitesse, comme ceux des accidents de la route sur les grands axes de Kinshasa, ont

des conséquences si destructrices. L'énergie à dissiper lors du choc augmente de manière exponentielle avec la vitesse. De même, un motard roulant à 100 km/h possède une énergie cinétique quatre fois supérieure à celle d'un autre roulant à 50 km/h, rendant tout arrêt d'urgence beaucoup plus difficile et dangereux.



CHAPITRE 1 : LE CONCEPT D'ÉNERGIE ET SA CONSERVATION |

L'ÉNERGIE CINÉTIQUE (E_c) : L'ÉNERGIE DU MOUVEMENT



Interprétation de l'Image

- **Le Code Visuel de l'Énergie en Mouvement**
  - **Les Éléments Matériels** : Le motard, son véhicule et la route, représentés en nuances de gris, constituent le système physique étudié. Leur absence de couleur vive indique qu'ils sont le support de l'action, et non le phénomène lui-même.
  - **La Vitesse (v)** : Les traînées bleues symbolisent la vitesse de l'objet. Leur longueur est directement proportionnelle à la magnitude de cette vitesse. Une traînée plus longue signifie une vitesse plus élevée.
  - **L'Énergie Cinétique (E_c)** : La sphère rouge orangé représente l'énergie cinétique. Son volume est une mesure directe de la quantité d'énergie possédée par le motard en raison de son mouvement. Un plus grand volume équivaut à plus d'énergie.
- **Analyse de la Scène Comparative**
  - **Scène 1 (Gauche)** : Le motard se déplace à une vitesse initiale de référence. Il possède une quantité d'énergie cinétique de base, visualisée par la sphère rouge orangé de volume initial.
  - **Scène 2 (Droite)** : Le motard a doublé sa vitesse. Ceci est clairement indiqué par les lignes de flux bleues qui sont deux fois plus longues que dans la première scène.
  - **La Conséquence Visuelle** : L'observation principale est la disproportion de la sphère d'énergie. Alors que la vitesse a simplement doublé, le volume de la sphère rouge orangé est devenu quatre fois plus important, occupant un espace bien plus considérable.
- **Le Principe Physique Démontré**
  - **La Relation Quadratique** : L'illustration met en évidence la relation non-linéaire entre la vitesse et l'énergie cinétique. Si la vitesse double, l'énergie n'est pas doublée, mais quadruplée ($2^2 = 4$).
  - **Visualisation de la Formule** : Cette image est la transcription visuelle directe de la formule $E_c = \frac{1}{2}mv^2$. L'énergie (E_c, la sphère rouge) ne dépend pas simplement de la vitesse (v, les lignes bleues), mais du **carré de la vitesse**.

- **Implication Concrète** : Cette visualisation explique de manière intuitive pourquoi les conséquences d'un choc à haute vitesse sont exponentiellement plus graves. L'énergie à dissiper lors de l'impact augmente beaucoup plus vite que la vitesse.

Synthèse Pédagogique

Cette illustration a pour objectif de graver dans l'esprit de l'élève la relation quadratique fondamentale qui lie l'énergie cinétique à la vitesse. En opposant visuellement un doublement de la vitesse à un quadruplement de l'énergie, elle prévient l'erreur commune de penser que ces deux grandeurs sont proportionnelles. L'image fournit ainsi une base conceptuelle solide et muette pour comprendre la notion d'énergie du mouvement et ses implications spectaculaires dans des contextes réels, comme la sécurité routière.

ÉTUDE DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE ET DE LA VITESSE (PHYSIQUE 2ÈME SECONDARY)

SCÈNE 1: Vitesse Initiale de Référence

SCÈNE 2: Vitesse Doublée

