

République du Bénin

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE, DE LA
FORMATION TECHNIQUE ET PROFESSIONNELLE, DE LA
RECONVERSION ET DE L'INSERTION DES JEUNES**

GUIDE

DU PROGRAMME DE

PHYSIQUE, CHIMIE ET TECHNOLOGIE

(PCT)

Classe de quatrième (4^{ème})

VERSION REVISEE ET RELUE

**INSPECTION GENERALE
PEDAGOGIQUE DU
MINISTRE**

**INSTITUT NATIONAL D'INGENIERIE DE
FORMATION ET DE RENFORCEMENT
DES CAPACITES DES FORMATEURS**

Avril 2015

SOMMAIRE

	Pages
AVANT- PROPOS.....	2
PRESENTATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE.....	11
SA N°1 : UTILISATION <i>DES APPAREILS DE MESURE DE QUELQUES GRANDEURS ELECTRIQUES- VERIFICATION DE LA LOI D'OHM</i>	15
SA N°2 : STRUCTURE D'UN ATOME - QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES DE CERTAINS METAUX USUELS.....	33
SA N°3 : INTERACTIONS MECANIQUES FORCES ET POULIES.....	48
SA N°4 : COMMENT LES ATOMES SONT-ILS LIES DANS LES MOLECULES ?	76
SA N°5 : LA PROPAGATION DE LA LUMIERE DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'HOMME.....	93
SA N°6 : FABRICATION D'UN OBJET TECHNIQUE SELON LA DEMARCHE TECHNOLOGIQUE : LE DYNAMOMETRE ET LA CHAMBRE NOIRE.....	106
TABLE DES MATIERES.....	130

AVANT- PROPOS

I- INTRODUCTION

Le présent document est un outil complémentaire de travail pour l'enseignant dans le cadre de la mise en œuvre du programme d'études de la physique, de la chimie et de la technologie de la classe de 4^{ème} des collèges et lycées en République du Bénin.

Il fournit entre autres à l'enseignant d'innombrables indications, recommandations et moyens nécessaires pour réaliser les différentes activités. C'est donc un document de référence qui apporte à l'enseignant une série de pistes de travail devant lui permettre d'améliorer ou de renouveler sa pratique pédagogique.

Ce document, guide du programme d'études de PCT de la classe de 4^{ème}, a pour objectifs principaux :

- d'aider l'enseignant à exécuter convenablement le programme d'études de sciences physique chimique et de la technologie de la classe de 4^{ème} ;
- de fournir une source d'informations scientifiques sur les contenus notionnels relatifs au programme d'études de la classe de 4^{ème} ;
- d'aider l'enseignant à bien préparer et exécuter sa classe en lui fournissant des outils utiles et nécessaires ;
- de développer chez l'enseignant des innovations pédagogiques.

II- MODE D'EMPLOI

- Lire d'abord attentivement et comprendre les contenus de l'avant-propos ;
- Lire attentivement la Situation d'Apprentissage concernée pour s'imprégner de la démarche pédagogique utilisée ;
- Exploiter les activités et expériences proposées pour préparer convenablement la classe en tenant compte du milieu de vie des élèves.

III- INFORMATIONS GENERALES

3.1. Démarches d'enseignement / apprentissage :

De nos jours, la didactique des sciences et celle étudiée en psychologie cognitive recommandent que l'apprentissage soit centré sur l'apprenant et non sur les contenus notionnels des programmes d'études. L'apprenant doit donc être le principal artisan, voire le responsable de la construction de son savoir.

Les nouveaux programmes d'études, basés sur l'approche par compétences, visent à développer chez l'apprenant des compétences disciplinaires, transversales et transdisciplinaires. A cet effet, l'apprenant qui a acquis ces compétences à travers des connaissances notionnelles et techniques, des stratégies à la suite d'une démarche active de l'esprit, est supposé capable d'en faire usage dans la vie courante.

Si selon Bachelard, " la connaissance scientifique vient se substituer à une représentation initiale que l'apprenant avait d'un objet", c'est dire que cette

connaissance scientifique ne vient pas remplir alors un vide dans l'esprit de cet apprenant. Quel que soit donc son niveau, l'apprenant avait toujours une représentation initiale d'un objet donné que l'enseignant(e) doit chercher à faire émerger au début du déroulement de toute situation d'apprentissage.

Aider l'apprenant à construire son savoir, à partir de sa représentation initiale d'un objet pour accéder à une ou des représentation(s) plus rationnelle(s) et plus opérationnelle(s), c'est adopter une démarche enseignement/apprentissage rigoureuse et cohérente.

“ En sciences physique et chimique, l'enseignement ne doit pas se limiter à former des physiciens et des chimistes mais à :

- développer chez l'apprenant des éléments d'une culture scientifique,
- former des esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique, à l'honnêteté intellectuelle à travers la démarche expérimentale,
- former le citoyen consommateur au bon usage des produits chimiques qu'il est amené à utiliser dans sa vie quotidienne, ce qui le conduit à l'apprentissage de la sécurité, de la sauvegarde de la santé, au respect de l'environnement”.

Pour bien jouer son rôle, l'enseignant doit:

☞ **préparer convenablement sa classe en :**

- identifiant le sujet objet d'apprentissage,
- se documentant sur le sujet objet d'apprentissage (programme d'études officiel, guide, manuels en vigueur, tous autres documents traitant du sujet objet, d'apprentissage),
 - s'inspirant des activités proposées dans le guide pour en élaborer au besoin d'autres en tenant compte des réalités concrètes des milieux de vie et de travail des apprenants,
 - apprêtant le matériel ou/et document(s) nécessaire(s),
 - testant ce matériel par la réalisation des activités à proposer aux apprenants.

☞ **favoriser la participation effective et active des apprenants pendant l'exécution des activités d'apprentissage en :**

- proposant aux apprenants une situation de départ qui tient compte d'une réalité concrète et/ou d'un vécu quotidien et pour laquelle la tâche et les consignes sont clairement définies, permettant ainsi aux apprenants de :
 - faire part des représentations initiales qu'ils ont d'elle,
 - dégager la situation-problème.
- suscitant et facilitant entre les apprenants des échanges sur leurs représentations initiales,
 - les invitant à travailler dans une franche collaboration et dans un respect mutuel.

☞ **conduire les apprenants individuellement ou / et en groupe à suivre une démarche scientifique dans la phase de la réalisation.**

Par exemple, l'apprenant aura à :

*** en physique et en chimie**

- réaliser et faire fonctionner un montage, observer, collecter des données, analyser ou exploiter des données, tirer une conclusion ou une loi, dégager l'impact de la situation-problème sur l'environnement,

- ou exploiter un document, collecter des données, analyser ou exploiter ces données, tirer une conclusion ou une loi, dégager l'impact de la situation-problème sur l'environnement.

*** en technologie**

- observer, concevoir, collecter le matériel nécessaire à la fabrication d'un objet technologique considéré, fabriquer, tester et améliorer au besoin,

- ou observer, exploiter les notices des appareils à utiliser ou / et recueillir des informations sur leur utilisation (caractéristiques, mode d'emploi...), utiliser, ranger,

- ou observer, exploiter la notice de l'appareil à réparer s'il y a lieu, identifier la panne, réparer, tester, améliorer au besoin.

☞ **aider les apprenants à exploiter en séance plénière les productions des groupes pour parvenir à une synthèse ;**

☞ **faire noter, au moment opportun, l'essentiel par les apprenants ;**

☞ **inciter et encourager les apprenants à objectiver les savoirs acquis et les réinvestir dans d'autres tâches de la vie courante ;**

☞ **évaluer les apprentissages et procéder à une remédiation si nécessaire.**

3.2. Stratégies d'enseignement / apprentissage

La mise en œuvre des différentes démarches constituant des stratégies d'enseignement/apprentissage préconisées par les nouveaux programmes d'études en général et notamment pour ceux des sciences physique et chimique, et technologie en particulier, exige que l'apprenant soit soumis à des stratégies privilégiées pour s'instruire, se former et s'éduquer. Au nombre de ces stratégies on peut citer :

- le travail individuel ;
- le travail en groupe ;
- le travail collectif.

3.2.1. Stratégie de travail individuel

L'acte d'enseignement / apprentissage étant centré sur l'apprenant, il s'agira de partir de ses interrogations, de ses besoins, de ses intérêts, de ce qu'il sait et de ses préoccupations pour déceler ses capacités mais aussi ses faiblesses afin de l'aider à se développer. Ainsi ce mode de travail permet aux dispositions naturelles de l'apprenant de se réaliser.

N.B. Il faut accorder à la stratégie de travail individuel le temps nécessaire compte tenu de son importance dans l'acte d'apprentissage, car elle participe essentiellement à la formation de la personnalité de l'apprenant en développant, entre autres qualités, le courage, la persévérance et la confiance en soi.

3.2.2. Travail en groupe

Les élèves d'un même groupe organisent des échanges pour comparer les résultats obtenus individuellement.

C'est le moment où l'apprenant décèle la pertinence des arguments développés en vue d'améliorer sa propre production.

3.2.3. Travail collectif

Le travail collectif consiste à partir des productions de tous les groupes de travail afin de procéder à leur comparaison en vue d'un enregistrement et d'une amélioration.

L'enseignant doit jouer le rôle d'animateur au cours de cette phase.

N.B. D'autres stratégies appelées stratégies cadres sont également utilisées en PCT. Il s'agit de la résolution de problème et du développement de projet.

3.3. Compétences

3.3.1. Définition

Etre compétent c'est être capable de faire appel aux ressources adéquates, de les combiner de manière efficace et de les mobiliser à bon escient. On peut donc définir la compétence comme un savoir-agir fondé sur la mobilisation et l'utilisation efficace d'un ensemble de ressources (capacités, habilités, attitudes, connaissances ...). Ces ressources peuvent être acquises en contexte scolaire ou extrascolaire.

3.3.2. Les différents types de compétences

3.3.2.1. Compétences disciplinaires

Elles concernent les domaines du savoir et visent l'appropriation du programme d'études considéré.

En PCT, les trois compétences disciplinaires s'énoncent comme suit :

a) *Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie.*

b) *Exploiter la physique, la chimie et la démarche technologique dans la production, l'utilisation et la réparation d'objets technologiques*

c) *Apprécier l'apport de la physique, de la chimie et de la technologie à la vie de l'homme.*

3.3.2.2. Compétences transdisciplinaires

Au nombre de six, les compétences transdisciplinaires couvrent tous les domaines de la vie courante. Toutes les disciplines enseignées au secondaire permettent leur réalisation, leur acquisition et leur développement.

3.3.2.3. Compétences transversales

Au nombre de huit, les compétences transversales sont regroupées en trois ordres :

- ordre intellectuel ;
- ordre méthodologique ;
- ordre socio-affectif.

Remarquons que le programme d'études de PCT est un système, c'est-à-dire que les trois types de compétences forment un ensemble cohérent. Elles sont subdivisées en capacités et habiletés.

3.4. Généralités sur les situations d'apprentissage

Une situation d'apprentissage est une situation-problème ou un ensemble de situations-problèmes.

Elle se présente comme une succession d'activités qui doivent être motivantes et planifiées et au cours desquelles l'apprenant est appelé à développer les compétences que l'on souhaite qu'il possède, s'approprie et intègre dans des contextes variés.

3.4.1. Structure d'une situation d'apprentissage.

En dehors du titre (de la situation d'apprentissage) qui doit être évocateur, disciplinaire, elle se présente sous la forme d'une activité englobante, donc décomposable en une série de tâches et d'activités réalisables pendant plusieurs séquences.

La situation d'apprentissage comprend essentiellement deux grandes parties : les éléments de planification et le déroulement.

3.4.1.1. Eléments de planification

C'est la partie du programme ayant essentiellement un caractère indicatif. Elle comprend :

- les contenus de formation ;
- les stratégies d'enseignement et d'apprentissage ;
- la durée ;

- le matériel ;
- les items d'évaluation ;
- les documents de référence suggérés.

❖ **Contenus de formation**

C'est l'ensemble des éléments devant faire effectivement objets d'apprentissage.

Les contenus de formation sont donc constitués des compétences, des capacités, des habiletés, des attitudes, des connaissances, des techniques et des stratégies que l'apprenant devra construire au cours de la mise en œuvre de la situation d'apprentissage considérée.

➤ *Les compétences*

On distingue trois types de compétences, à savoir :

- les compétences disciplinaires
- les compétences transdisciplinaires
- les compétences transversales

Compétence disciplinaire N°	Capacités	Habiletés
.....
.....
.....

Compétences transversales	Capacités	Habiletés
.....
.....
.....

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habiletés
.....
.....

➤ *Stratégies, objets d'apprentissage*

Ce sont les stratégies que les apprenants sont appelés à mettre en œuvre au cours du développement de la situation d'apprentissage et sur lesquelles l'enseignant(e) apporte tous les éléments nécessaires pour leur maîtrise et leur acquisition par ses apprenants.

➤ *Connaissances et techniques*

Cette rubrique regroupe toutes les connaissances et techniques que l'apprenant doit développer au cours du déroulement de la situation d'apprentissage. Elles seront mises en œuvre à travers les différentes activités prévues.

❖ **Stratégies d'enseignement/apprentissage**

Toutes les stratégies mises en œuvre dans la construction des compétences : travail individuel, travail en groupe, travail collectif, enquête...

❖ **Durée**

Elle concerne le temps pendant lequel seront abordées les activités développées et les compétences à travers les connaissances et techniques.

❖ **Matériel**

Cette rubrique identifie les objets, les produits ou autres supports utiles susceptibles d'offrir à l'apprenant l'occasion de vivre et de développer les compétences liées à la situation d'apprentissage.

❖ **Documents de référence suggérés**

Ce sont les documents que l'enseignant (e) et l'apprenant (e) sont invités à consulter pour mieux appréhender la situation d'apprentissage.

3.4.2. Les différentes étapes d'une situation d'apprentissage

Les différentes étapes planifiées d'une situation d'apprentissage sont les suivantes : l'introduction, la réalisation et le retour et projection.

3.4.2.1. Introduction

Au cours de cette phase, l'apprenant(e) est invité par l'enseignant(e) à :

- exprimer sa perception initiale de la situation-problème qu'évoque la situation de départ
- confronter les diverses représentations exprimées.

Pendant cette phase, l'enseignant engage un entretien avec les apprenants et les invite à exprimer LIBREMENT ses idées, ses représentations initiales, ses émotions sur le fait, le phénomène, l'objet sous des formes variées (gestes, dessins, parole ...) Rappelons qu'ici, l'enseignant prend en compte les idées premières des apprenants sur la situation de départ sans chercher à les apprécier.

3.4.2.2. Réalisation

Cette seconde phase de l'acte d'apprentissage est celle au cours de laquelle l'apprenant construit de nouveaux savoirs grâce aux activités qui lui sont proposées.

Au cours de cette phase, l'apprenant doit :

- aborder dans l'ordre les activités prévues
- construire de nouveaux savoirs
- faire part de ses difficultés à l'enseignant
- discuter de ses productions avec ses camarades

- corriger au besoin ses productions

3.4.2.3. Retour et projection

Cette phase comprend deux moments essentiels :

- le retour qui est l'objectivation, la consolidation ou l'enrichissement
- la projection constituée d'un réinvestissement des acquis à court, moyen ou long terme dans une situation de vie courante.

Indications pédagogiques	Recommandations
<p style="text-align: center;">INTRODUCTION</p> <p><u>Activité N°1</u> </p>
<p style="text-align: center;">REALISATION</p> <p><u>Activité N°2</u> </p> <p><u>Activité N°3</u> </p> <p><u>Activité N°n-2</u> </p>
<p style="text-align: center;">RETOUR ET PROJECTION</p> <p><u>Activité N°n-1</u> • <i>Objectivation</i> : </p> <p><u>Activité N°n</u> • Réinvestissement : </p>

PRESENTATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

THEMES ET CONTENUS DE FORMATION

Thèmes	Contenus notionnels	Situation d'apprentissage N°	Compétence disciplinaire N°
Electricité Electronique	<ul style="list-style-type: none"> • Identification d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un multimètre <p>Utilisation d'un multimètre selon le besoin exprimé (en ampèremètre, en voltmètre, en ohmmètre) dans le cas d'un courant continu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation du calibre d'un appareil de mesure. • Identification et choix de l'échelle de lecture dans le cas d'un appareil de mesure à aiguille. • Unicité de l'intensité du courant électrique et additivité des tensions dans un circuit en série. • Unicité de la tension et additivité des intensités du courant électrique dans un circuit en dérivation. • Vérification de la loi d'Ohm aux bornes d'un conducteur ohmique. • Détermination graphique de la résistance d'un conducteur ohmique. • Résistance équivalente de deux conducteurs ohmiques associés : <ul style="list-style-type: none"> -en série -en dérivation 	1	2
Optique	<p>Ombre et pénombre : éclipse, différentes phases de la lune.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cône d'ombre. • Eclipses du soleil et de la lune. • Réfraction de la lumière. • Réalisation d'ombre, de pénombre, de cône d'ombre avec une source lumineuse ponctuelle ou étendue. • Schéma des positions relatives de soleil, terre et lune mettant en évidence les principales phases lunaires. • Schéma des positions relatives de soleil, terre et lune mettant en évidence les éclipses de la lune et du soleil. <ul style="list-style-type: none"> • Schémas mettant en évidence le phénomène de la réfraction dans l'eau. 	5	1

Mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Interactions mécaniques et forces. • Résultantes de forces (cas de forces colinéaires, parallèles, puis concourantes) • Poulies et palans 	3	1
Chimie minérale	<ul style="list-style-type: none"> • Constitution d'un atome : noyau ; électrons ; charges positives ; charges négatives. <ul style="list-style-type: none"> - Structure électronique des atomes de : hydrogène, carbone, oxygène, sodium, chlore, potassium, calcium. - Processus d'ionisation des atomes - Propriétés physiques et mécaniques de certains métaux : fer, cuivre, aluminium et zinc • Alliages métalliques : notion, exemples et utilités. 	2	1
Chimie organique	<ul style="list-style-type: none"> • Formule, structure et liaisons covalentes des molécules de chacun des corps suivants : dihydrogène, dichlore, dioxygène, diazote, dioxyde de carbone, méthane, butane, éthylène et acétylène. <ul style="list-style-type: none"> • Réactions chimiques à partir de la combustion du carbone, du soufre et du fer dans le dioxygène. • Quelques propriétés physiques des hydrocarbures comme : le méthane, le butane, l'éthylène et l'acétylène :(couleur, odeur, densité par rapport à l'air et solubilité dans l'eau.) 	4	1
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Le dynamomètre : <ul style="list-style-type: none"> - Ressort hélicoïdal élastique et en acier à spires non jointives muni de graduations. - Unité de mesure : le newton. - Mesure de l'intensité d'une force par simple lecture sur une graduation. -Réalisation des graduations -Enroulement d'un fil d'acier en spirale. -Réalisation de l'anneau et du crochet. • La chambre noire : <ul style="list-style-type: none"> - Dispositif optique comprenant une boîte dont une face est percée d'un trou et la face opposée est un écran translucide. - Conditions d'obtention de l'image d'un objet. - Technique d'obtention et de fixation de l'écran. - Technique de confection du cache, de son enroulement et de sa fixation autour de la boîte pour améliorer la netteté de l'image (Voir documents en annexe). 	6	2

**PLANIFICATION GENERALE DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE EN
CLASSE DE 4^{ème} DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE GENERAL**

N°	TITRE DE LA SITUATION D'APPRENTISSAGE	NOMBRE D'ACTIVITES	DUREE	PERIODE DE L' ANNEE
SA.1	UTILISATION DES APPAREILS DE MESURE DE QUELQUES GRANDEURS ELECTRIQUES - VERIFICATION DE LA LOI D'OHM		12 h	Octobre
SA.2	STRUCTURE D'UN ATOME - QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES DE CERTAINS METAUX USUELS		12 h	Novembre
PERIODE D'INTEGRATION				Décembre
SA.3	INTERACTIONS MECANIQUES FORCES ET POULIES		14 h	Janvier
SA.4	COMMENT LES ATOMES SONT-ILS LIES DANS LES MOLECULES ?		12 h	Février
PERIODE D'INTEGRATION				Mars
SA.5	LA PROPAGATION DE LA LUMIERE DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'HOMME		12 h	Avril
SA.6	FABRICATION D'UN OBJET TECHNIQUE SELON LA DEMARCHE TECHNOLOGIQUE : LE DYNAMOMETRE ET LA CHAMBRE NOIRE		10 h	Mai
PERIODE D'INTEGRATION				Juin

N.B : La phase d'intégration est normalement une période d'activités formatives pluridisciplinaires. Mais, en attendant que cette période se meuble convenablement, il pourra s'agir d'une intégration disciplinaire incluant toutes les activités formatives et sommatives en PCT : recherche sur des thèmes spécifiques en relation avec les compétences transdisciplinaires, remédiation, renforcement et révision (activités documentaires et expérimentales) et devoirs. Le principe régissant ce choix de période d'intégration est que l'apprenant puisse :

- restructurer ses nouveaux acquis ;
- être suffisamment préparé pour l'évaluation sommative ;
- être capable de mobiliser ses nouveaux savoirs pour des situations de vie courante.

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 1

**Titre : Utilisation des appareils de mesure de quelques grandeurs électriques -
Vérification de la loi d'Ohm.**

1. Éléments de planification

- 1.1. Durée: 2 h x 6 = 12 h
- 1.2. Contenus de formation
 - 1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 2	Capacités	Habiletés
<p><i>Exploiter la physique, la chimie et la démarche technologique dans la production, l'utilisation et la réparation d'objets technologiques</i></p>	<p>2.1. Exprimer sa perception de la situation – problème</p> <p>2.2. Circonscrire la situation-problème.</p> <p>2.3. Explorer les différentes possibilités d'utilisation du multimètre</p> <p>2.4. Choisir la possibilité d'utilisation du multimètre la plus appropriée</p>	<p>2.1.1. Exprimer sa perception initiale de l'objet à utiliser</p> <p>2.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades</p> <p>2.1.3. Etablir des liens entre l'utilisation du multimètre et celle d'autres objets techniques satisfaits antérieurement</p> <p>2.2.1. Relever les données caractéristiques du multimètre</p> <p>2.2.2. Associer entre elles ces données</p> <p>2.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié la situation-problème</p> <p>2.3.2. S'informer sur les possibilités d'utilisation du multimètre</p> <p>2.3.3. Proposer différentes possibilités d'utilisation du multimètre</p> <p>2.4.1. Emettre des idées de mise en œuvre des possibilités d'utilisation du multimètre</p> <p>2.4.2. Apprécier les idées de mise en œuvre des différentes possibilités d'utilisation du multimètre au regard des résultats attendus</p> <p>2.4.3. Choisir la possibilité d'utilisation la plus appropriée du multimètre</p>

	<p>2.5. Mettre en œuvre la possibilité d'utilisation choisie</p> <p>2.6. Objectiver la démarche suivie et les résultats obtenus</p> <p>2.7. Améliorer au besoin sa production</p>	<p>2.5.2. Énoncer une façon provisoire d'utiliser le multimètre</p> <p>2.5.3. Élaborer une stratégie appropriée à la mise en œuvre d'utilisation choisie</p> <p>2.5.4. Planifier les différentes activités</p> <p>2.5.5. S'engager dans l'utilisation du multimètre</p> <p>2.6.1. Objectiver les savoirs construits et les démarches utilisées</p> <p>2.6.2. Identifier les réussites et les difficultés rencontrées</p> <p>2.6.3. Dégager les possibilités d'amélioration</p> <p>2.7.1. Choisir une des améliorations possibles à appliquer en tenant compte des ressources et du temps disponibles</p> <p>2.7.2. Appliquer la ou les améliorations retenue(s).</p>
--	---	--

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	<p>1.1. Rechercher l'information disponible au regard de l'utilisation du multimètre</p> <p>1.2. Organiser l'information</p> <p>1.3. Utiliser l'information</p>	<p>1.1.2. Sélectionner l'information pertinente à l'utilisation du multimètre</p> <p>1.2.1. Classer les données recueillies</p> <p>1.2.3. Établir des liens entre ces données</p> <p>1.2.4. Faire une synthèse de l'information</p> <p>1.3.2. Appliquer l'information pertinente à l'utilisation du multimètre</p>
2- Résoudre une situation-problème	2.1. Analyser la situation-problème	2.1.1. Identifier les éléments de la situation-problème

		<p>2.1.2. Etablir des liens entre les différents éléments</p> <p>2.1.4. Se faire une représentation de la situation-problème</p>
	2.2. Formuler des idées de solutions	2.2.1. Inventorier des idées de solutions possibles
	2.3. Choisir une solution	<p>2.3.3. Tenir compte des exigences de chacune des solutions et des ressources disponibles</p> <p>2.3.3. Rechercher la solution appropriée</p>
	2.4. Mettre en œuvre la solution	<p>2.4.1 Déterminer les étapes de mise en œuvre de la solution</p> <p>2.4.2. Exécuter les tâches relatives à chaque étape</p>

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
2. Agir individuellement et collectivement dans le respect mutuel et l'ouverture d'esprit	<p>2.1. exprimer, selon les modes appropriés, sa perception d'une situation-problème impliquant des esprits relatifs aux dimensions interpersonnelles, à la vie démocratique et aux droits de la personne</p> <p>2.2. Analyser la situation-problème</p>	<p>2.1.1. exprimer sa perception initiale de la situation-problème</p> <p>2.1.3. Etablir des liens entre la situation-problème et d'autres situations-problèmes auxquelles il / elle a été confronté(e) antérieurement</p> <p>2.2.1. Identifier les caractéristiques de la situation-problème</p> <p>2.2.3. Exprimer sa nouvelle représentation de la situation-problème</p>
5- Agir en harmonie avec l'environnement dans une perspective de développement durable	5.3. Explorer des points de vue ou des idées de solution	5.3.2. Exprimer des points de vue ou des idées de solution allant dans le sens du

		développement durable ; 5.3.3. Exprimer des souhaits par rapport au changement de comportements humains.
--	--	---

1.2.2. Connaissances et techniques

- Identification d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un multimètre.
- Utilisation d'un multimètre selon le besoin exprimé (en ampèremètre, en voltmètre, en ohmmètre) dans le cas d'un courant continu.
 - Utilisation du calibre d'un appareil de mesure.
 - Identification et choix de l'échelle de lecture dans le cas d'un appareil de mesure à aiguille.
 - Unicité de l'intensité du courant électrique et additivité des tensions dans un circuit en série.
 - Unicité de la tension et additivité des intensités du courant électrique dans un circuit en dérivation.
 - Vérification de la loi d'Ohm aux bornes d'un conducteur ohmique.
 - Détermination graphique de la résistance d'un conducteur ohmique.
 - Résistance équivalente de deux conducteurs ohmiques associés :
 - en série
 - en dérivation

1.2.3. Stratégie objet d'apprentissage :

La démarche technologique

1.2.4. Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, résolution de problème, enquête, recherche documentaire, démarche technologique, etc.

1.3. Matériel

- Tournevis ordinaire
- Tournevis testeur
- Prises de courant électrique (avec "terre" et sans "terre")
- Corps conducteur
- Corps isolants
- Lampes électriques, fils de connexion, aimants, bobines, piles, fer à repasser, génératrice de bicyclette, clefs pour démontage et remontage, cordon d'alimentation électrique,

1.4. Evaluation

Elle doit être basée sur la connaissance et l'utilisation pratique, correcte et sans danger des différents appareils de mesure étudiés.

1.5. Documents de référence suggérés

Programme d'études de la classe de quatrième; guide du programme d'études et tous autres ouvrages de sciences physiques traitant du thème ; annexes liées au programme de 4^{ème} ; livres de sciences physiques de 5^{ème}, 4^{ème} et 3^{ème}.

2. INFORMATIONS ET COMMENTAIRES

La technologie recouvre trois dimensions essentielles, à savoir : la fabrication, l'utilisation et la réparation.

Dans la présente situation d'apprentissage, la dimension abordée est l'utilisation des appareils de mesure en électricité. Il s'agit de mesurer l'intensité d'un courant continu et la tension aux bornes d'un conducteur ohmique placé dans un circuit électrique et la résistance d'un conducteur ohmique.

3. PREPARATION

Elle comprend entre autres:

- enquête de terrain ;
- recherche documentaire ;
- collecte des objets ou matériel d'observations et d'expériences ;
- fiches d'activités des élèves ;
- disposition de sécurité ;
- choix des stratégies d'enseignement /apprentissage ;
- organisation de la classe (disposition des élèves en groupes).

4. DEROULEMENT

Situation de départ

C'est le premier cours de PCT en classe de 4^{ème}. Le professeur a mis à la disposition de chacun des groupes, des lampes électriques, des piles, des fils de connexion, des interrupteurs, des appareils sur lesquels sont inscrits les lettres et symboles suivants : **A** ; **V**;

Le professeur a recommandé aux groupes de lire les différentes indications portées par les lampes électriques et les piles, puis de réaliser des circuits électriques en vue de vérifier ces indications.

Mais à quel spectacle assistons-nous ! Plusieurs maladroites des élèves ont provoqué les situations suivantes : des aiguilles d'appareils bloquées ou qui ne bougent pas, des valeurs affectées de signe négatif...

Le professeur a décidé d'arrêter les manipulations malgré la réussite tardive et hésitante de certains groupes. Décidément, utiliser des appareils de mesure semble être un casse-tête pour ces élèves !

Tâche

Exploite la physique, la chimie et la démarche technologique en vue d'utiliser les appareils de mesure évoqués dans la situation de départ

Indications pédagogiques	Recommandations
<p style="text-align: center;">Introduction</p> <p>Activité 1 Exprime ta perception relative aux différents appareils et à leur utilisation</p> <p>Consigne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exprime par des mots ou des schémas ce que tu sais de chaque instrument de mesure. - Discute de ta perception avec tes camarades. - Anticipe des façons de réaliser chaque mesure avec tes camarades. <p>Durée : 1 h</p> <p>Matériel Le texte de la situation de départ</p> <p>Stratégies Travail individuel (ti = 15 min) Travail en groupe (tg = 15 min) Travail collectif (tc = 30 min).</p> <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - exprimé leurs représentations initiales sur les instruments de mesure de la situation de départ. - évoqué des problèmes qui découlent de la situation de départ. - anticipé des démarches. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les élèves expriment leurs perceptions relativement aux différents appareils et à leur utilisation - L'enseignant(e) évite d'apprécier les productions des apprenants. Il aura cependant à identifier certains dont les conceptions sont justes ou erronées pour des activités adéquates à mener au cours de l'étape de retour et projection.

REALISATION

Activité 2

Circonscriis le besoin d'utilisation de ces appareils

Consigne :

- Tu as à ta disposition un ampèremètre, un voltmètre et un multimètre.
- Observe attentivement et décris minutieusement chacun de ces instruments.
- Associe entre elles ces inscriptions ou indications.
- Traduis dans un langage approprié l'utilisation des différents appareils

Durée : 1 h

Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel (ti = 15 min)

Travail en groupe (tg = 15 min)

Travail collectif (tc = 30 min)

Matériel : ampèremètre, voltmètre et multimètre.

Stratégie

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif.

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- examiné les instruments de mesure mis à leur disposition,
- décrit et repéré des signes distinctifs pour les identifier.
- traduit dans un langage approprié l'utilisation de ces appareils

Activité 3

Explore les différentes possibilités pour satisfaire le besoin.

Consigne

En te basant sur les documents disponibles (documents en annexe)

- 1- recueille des informations sur les possibilités d'utilisation des différents appareils

L'enseignant invite les élèves ou groupes d'élèves à effectuer des essais d'utilisation.

Certaines tentatives seront fructueuses, d'autres non.

2- propose des possibilités de leur utilisation

Durée : 1 h 30 min

Matériel

Documents de sciences physiques, revues scientifiques, manuels scolaires, programme de PCT de la classe de 4^{ème}.

Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel (ti = 20 min)

Travail en groupe (tg = 50 min)

Travail collectif (tc = 20 min)

Descriptif des résultats attendus

Les élèves ont recueilli des informations sur les possibilités d'utilisation des appareils, ont proposé des possibilités de leur utilisation et ont choisi la possibilité la plus appropriée.

Activité 4

Choisis la possibilité d'utilisation la plus appropriée

Consigne

1-Emets des idées de mise en œuvre pour l'utilisation des différents appareils

2- Apprécie les idées de mise en œuvre des différentes possibilités d'utilisation au regard des résultats attendus.

3- Choisis la possibilité d'utilisation la plus appropriée en tenant compte du type d'appareil.

Durée : 1 h 30 min

Matériel

Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif.

Descriptif des résultats attendus

les élèves ont :

- *émis des idées de mise en œuvre*
- *apprécié les idées de mise en œuvre*
- *choisi la possibilité d'utilisation la plus appropriée*

Activité 5

Mets en œuvre la possibilité d'activité choisie.

Consigne

1- identifie les différentes étapes d'utilisation de chacun des appareils.

2- utilise les différents appareils pour mesurer :

- la tension aux bornes d'une pile, d'une lampe électrique et d'un conducteur ohmique dans un circuit électrique

- l'intensité du courant dans un circuit électrique

- la résistance d'un conducteur ohmique

3- utilise les différents appareils pour vérifier :

- la loi des nœuds

- la loi d'additivité des tensions

- la loi d'Ohm pour un conducteur ohmique

- la formule de la résistance équivalente dans une association de deux conducteurs.

Durée : 3 h

Matériel : les différents appareils de mesure, des résistors, générateurs de tension continue, des fils de connexion...

Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel ($t_i = 45$ min)

Travail en groupe ($t_g = 1$ h)

Travail collectif ($t_c = 1$ h 15 min)

Démarche technologique

Descriptif des résultats attendus

Les élèves ont :

- *identifié les différentes étapes d'utilisation des différents appareils de mesure ;*

- *utilisé les différents appareils pour faire des mesures*

- *utilisé les différents appareils pour vérifier les différentes lois.*

Retour et projection

Activité 6

Objective les savoirs construits et les démarches utilisées.

Consigne

- Fais le point des savoirs construits
- Dis les démarches suivies pour faire asseoir ces savoirs
- Identifie les réussites obtenues et les difficultés rencontrées
- Dégage des possibilités d'une meilleure acquisition des savoirs

Durée : 1h

Matériel

Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel (ti = 15 min)

Travail en groupe (tg = 15 min)

Travail collectif (tc = 30 min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont récapitulé ce qu'ils ont construit comme savoirs et comment ils les ont construits

Activité 7

Réinvestis tes acquis dans d'autres situations de vie courante

- L'enseignant(e), au niveau de l'objectivation, interrogera surtout les apprenants qui, pendant l'introduction, avaient des perceptions trop écartées de la réalité scientifique. Il profitera, au besoin, de cette phase pour proposer éventuellement des activités de remédiation ou de consolidation.

Ici, l'activité de réinvestissement à court terme doit se dérouler en classe avec un soin particulier sous l'œil vigilant de l'enseignant

Voici un exemple de situation de réinvestissement

Contexte

Simon possède un beau vélo muni d'un système d'éclairage au point. Ce dernier est constitué d'une génératrice encore appelée dynamo, d'un phare et d'une lampe arrière communément appelée « feu arrière ».

Pour allumer les différentes lampes, il met en mouvement la roue arrière de son vélo et appuie la tête de la génératrice contre la roue. Plus la vitesse de rotation de la roue arrière est grande, plus intense est l'éclat des lampes. Quelle merveille ! Mais subitement la lampe arrière se grille. Simon se demande ce qui s'est passé.

Tâche :

A l'aide d'un multimètre, mesure ensemble avec tes camarades, la valeur de la tension aux bornes de la génératrice lorsqu'elle tourne puis explique ce qui s'est passé.

Durée : 1 h

LES ANNEXES DE LA SA1

1. MESURE DES INTENSITÉS

Pour mesurer les intensités des courants, on utilise des ampèremètres (ou bien, pour les faibles intensités, des milliampèremètres ou des microampèremètres).

A. PRÉSENTATION DE QUELQUES AMPÈREMÈTRES

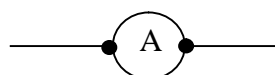
Les figures 1 et 2 montrent un ampèremètre à aiguille et un multimètre utilisé en ampèremètre électronique encore appelé ampèremètre numérique.



Fig 1.
Ampèremètre à
aiguille



Fig 2. Multimètre utilisable
en ampèremètre numérique



Représentation symbolique d'un ampèremètre

B. COMMENT PLACER UN AMPÈREMÈTRE DANS UN CIRCUIT?

Deux éléments fondamentaux sont à retenir pour placer convenablement un ampèremètre dans un circuit.

B-1. L'ampèremètre se place toujours en série dans le circuit où on désire mesurer l'intensité

Pour mesurer l'intensité qui traverse la lampe dans le circuit de la figure 4, par exemple, l'ampèremètre doit être placé en série avec la lampe comme le montre la figure 5.

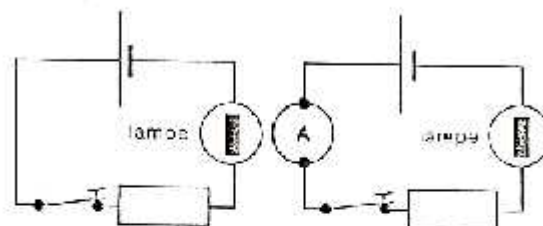


Fig 4. Circuit où l'on désire connaître l'intensité.

Fig 5. L'ampèremètre est placé en série dans le circuit.

On peut d'ailleurs noter que l'ampèremètre peut être placé n'importe où dans le circuit considéré (reportez-vous au chapitre F2 : l'intensité est la même en tout point d'un circuit sans dérivation).

B-2. L'ampèremètre doit être branché dans le bon sens

Les deux bornes d'un ampèremètre ne sont pas identiques. L'une est marquée d'un signe +, l'autre d'un signe - (on dit que l'ampèremètre est un appareil polarisé).

Dans le branchement correct, la borne + de l'ampèremètre doit être reliée au pôle + du générateur et sa borne - au pôle - du générateur (ou le sens se faisant, en général, à travers d'autres appareils). On peut dire également que :

Le courant (sens conventionnel) pénètre dans l'ampèremètre par sa borne +.

Les figures 6 et 7 montrent un branchement correct et un branchement dangereux pour l'ampèremètre (il y a risque de le détériorer).

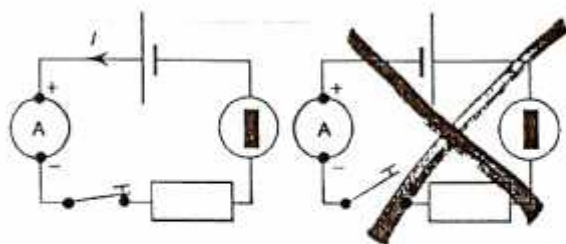


Fig. 6. Branchement correct : l'ampèremètre est en série et le courant entre par sa borne positive.

Fig. 7. Branchement incorrect : le courant entrerait dans l'ampèremètre par sa borne négative.

Remarque : la mise en place d'un ampèremètre dans un circuit modifie l'intensité du courant qui traversait le circuit. Il faut donc, dans une mesure d'intensité, utiliser l'ampèremètre qui perturbe le moins l'intensité à mesurer. Nous reviendrons sur cette importante question.

C. LE CHOIX DU CALIBRE

Un ampèremètre déterminé comporte toujours plusieurs calibres. La photographie de la figure 8 vous montre les différents calibres possibles pour un appareil particulier : 3 A ; 1 A ; 0,3 A ; 0,1 A ; 0,03 A ; 0,01 A (ainsi que 10 A en utilisant un branchement particulier).

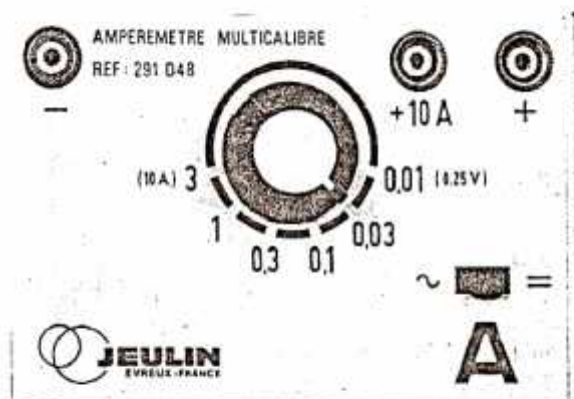


Fig. 8. Face avant d'un ampèremètre. La borne - de l'appareil est toujours reliée au pôle - du générateur.

Pour utiliser l'appareil sur les calibres : 3 A ; 1 A ; 0,3 A ; 0,1 A ; 0,03 A ; 0,01 A, on relie sa borne + au pôle + du générateur et on place le curseur en face du calibre désiré.

Pour utiliser le calibre 10 A, on relie la borne marquée +10 A au pôle + du générateur (curseur sur 10 A en face du 3).

Définition

Le calibre représente l'intensité maximale qui peut être mesurée par l'ampèremètre fonctionnant sur ce calibre.

Par exemple : dire que le calibre est de 5 A signifie que, lorsque l'intensité qui traverse l'ampèremètre est 5 A, l'aiguille de l'appareil prend la position extrême vers la droite (fig. 9).

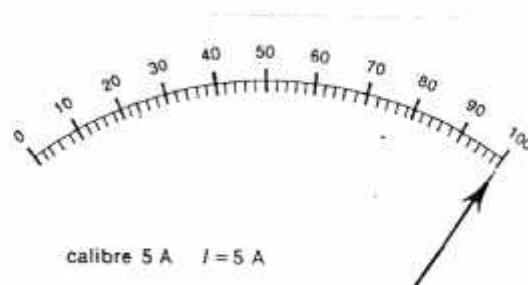


Fig. 9. Ampèremètre dont la graduation comporte 100 divisions et qui est utilisé sur le calibre 5 A : quand l'intensité qui le traverse est 5 A, l'aiguille se place devant la division 100.

Bien entendu, si on fait passer dans l'ampèremètre un courant d'intensité 6 A, par exemple, l'aiguille va tendre à se déplacer davantage vers la droite et l'appareil risque d'être détérioré. Donc :

Le calibre représente également l'intensité maximale que l'on peut faire passer dans l'ampèremètre fonctionnant sur ce calibre.

Conséquence très importante

Supposons qu'on désire mesurer l'intensité dans un circuit. On a placé l'ampèremètre en série et de façon que le sens conventionnel entre par sa borne +. Avant de fermer l'interrupteur, il faut choisir le meilleur calibre possible et éviter de détériorer l'ampèremètre. On procède alors de la façon suivante :

1° On commence par utiliser le calibre le plus grand existant sur l'ampèremètre. En général, c'est le calibre 5 A. On ferme alors l'interrupteur; le plus souvent l'aiguille vient dans la partie gauche de la graduation.

2° On doit alors changer de calibre. On calcule rapidement l'intensité du courant qui traverse l'ampèremètre et on choisit le calibre pour lequel l'aiguille s'arrête le plus loin possible sur la droite du cadran (fig. 10 et 11).



Fig. 10. Le calibre choisi n'est pas adapté à la mesure à faire : il faut changer de calibre.



Fig. 11. Le choix du calibre est bon.

D. LECTURE ET RÉSULTAT D'UNE MESURE

• Observez d'abord que les graduations des ampèremètres sont équidistantes. La déviation de l'aiguille est proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse l'appareil.

1. La tension électrique



Fig 1 : Une tension appliquée aux bornes d'une lampe

Sur les piles et sur le générateur du laboratoire, la tension est l'indication exprimée en volt.

La tension qui existe entre les bornes + et - d'un générateur est une caractéristique essentielle de ce générateur.

Le rôle du générateur est d'appliquer une tension aux bornes d'un dipôle (fig. 1).

Pour que le courant électrique passe dans un dipôle, il doit exister une tension électrique entre ses bornes.

2. Mesure d'une tension AVEC UN VOLTMÈTRE

- La figure 11 montre un voltmètre classique à aiguille ; il ressemble tout à fait à un ampèremètre. Ce sont les lettres A et V qui permettent de les distinguer différent
- La figure 12 présente un voltmètre à affichage numérique.

Comment s'effectue une mesure de la tension ?

Pour mesurer la tension U_{MN} entre deux points M et N, il faut construire avec le voltmètre une dérivation allant du point M au point N. Un voltmètre se branche donc en dérivation. Suivre les étapes avec la figure X

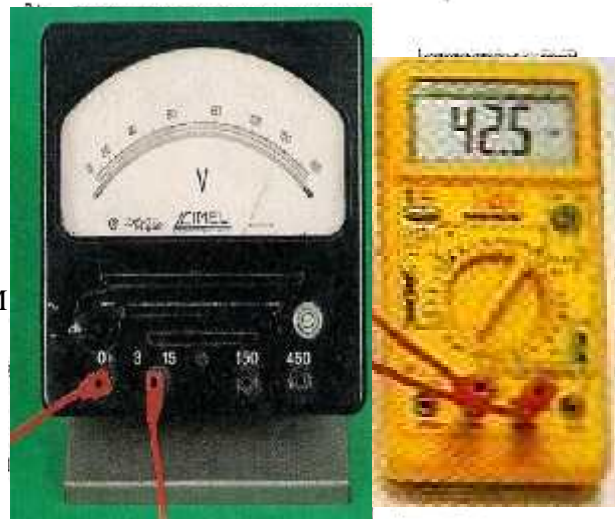


Figure 11 : voltmètre classique à aiguille Figure 12 : voltmètre électronique

1. Circuit en série

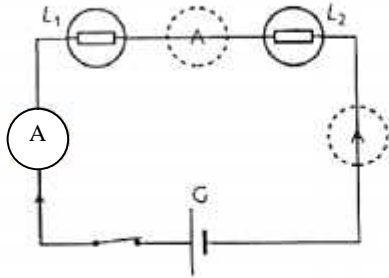


Fig 1. Alimentation de deux Lampes en série

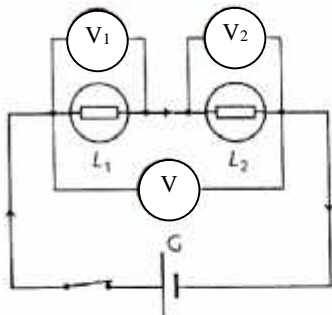


Fig 2a. Schéma du montage

a. Étude de l'intensité

Réalisons le montage (fig. 1) où un générateur alimente deux dipôles en série. Il s'agit de deux lampes différentes, L_1 et L_2 . Bien qu'elles brillent d'un éclat différent, l'intensité qui traverse ces deux lampes en série est la même (voir ch. 13). L'ampèremètre placé en divers points permet de le vérifier.

Deux dipôles montés en série sont donc traversés par la même intensité.

b. Etude de la tension Fig 2a et 2b.

V_1 mesure la tension aux bornes de L_1 , $U_1=3,34$ V

V_2 mesure la tension aux bornes de L_2 , $U_2=2,58$ V

V mesure la tension aux bornes de l'ensemble L_1 et L_2 ;

$$U = 5,97 \text{ V}$$

On constate que :

$$U = U_1 + U_2.$$

Nous vérifions donc que les tensions s'additionnent.

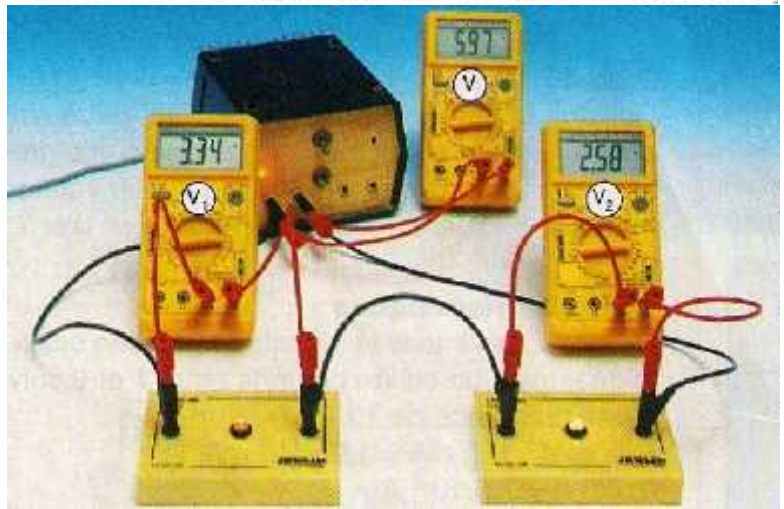


Fig 2b. Mesure des tensions aux bornes des dipôles

Lois sur le circuit en série

1a. L'intensité est la même en chaque point du circuit : on dit qu'il y a unicité de l'intensité.

1b. Les tensions s'ajoutent : on dit qu'il y a additivité des tensions.

2. Circuit avec dérivation

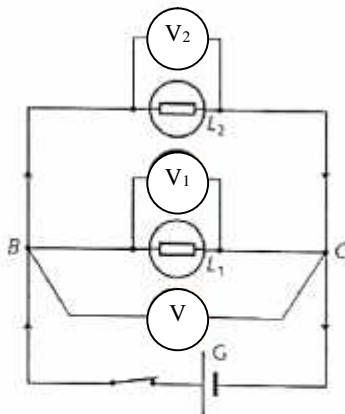


Fig. 3. Alimentation de deux lampes en dérivation.

a. Étude de la tension (fig. 3)

Un voltmètre connecté aux bornes de L_1 puis aux bornes de L_2 donne la même valeur de la tension : $U_1 = U_2$. Nous retrouvons cette valeur entre B et C ou entre les bornes du générateur. Des dipôles montés en dérivation sont donc soumis à une même tension.

b. Etude de l'intensité Fig 4a et 4b.

- Ⓐ₁ mesure l'intensité de L_1 , $I_1 = 0,101\text{ A}$
- Ⓐ₂ mesure l'intensité de L_2 , $I_2 = 0,270\text{ A}$
- Ⓐ mesure l'intensité de L ; $I = 0,372\text{ A}$

On constate que : $I = I_1 + I_2$.

Nous vérifions donc ici l'additivité des intensités.

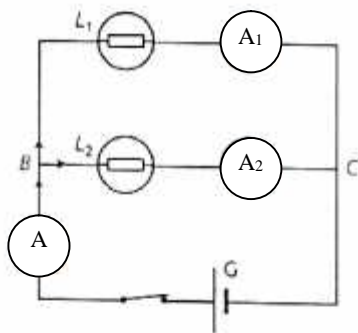


Fig. 4a. Schéma du montage.

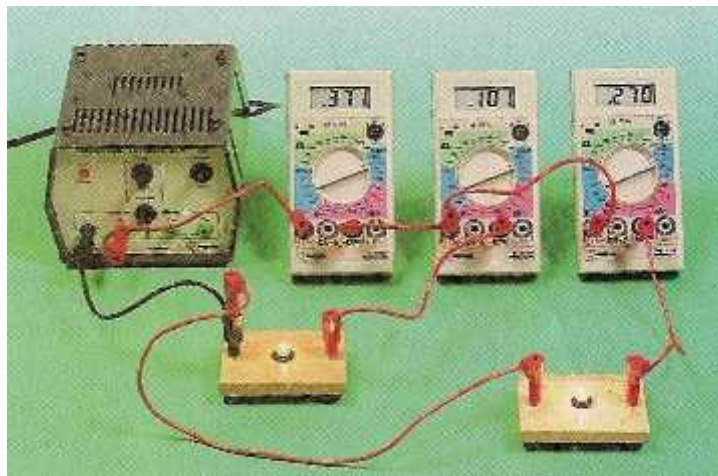


Fig. 4b. Mesure des intensités dans les différentes branches du circuit.

Loi sur le circuit en dérivation

- 2a. La tension est la même aux bornes des dipôles en dérivation : on dit qu'il y a unicité de la tension.
- 2b. L'intensité dans le circuit principal est égale à la somme des intensités dans chaque dipôle : on dit qu'il y a additivité des intensités.

L'essentiel

- Dans un montage en série, il y a unicité de l'intensité et additivité des tensions.
- Dans un montage en dérivation, il y a unicité de la tension et additivité des intensités.

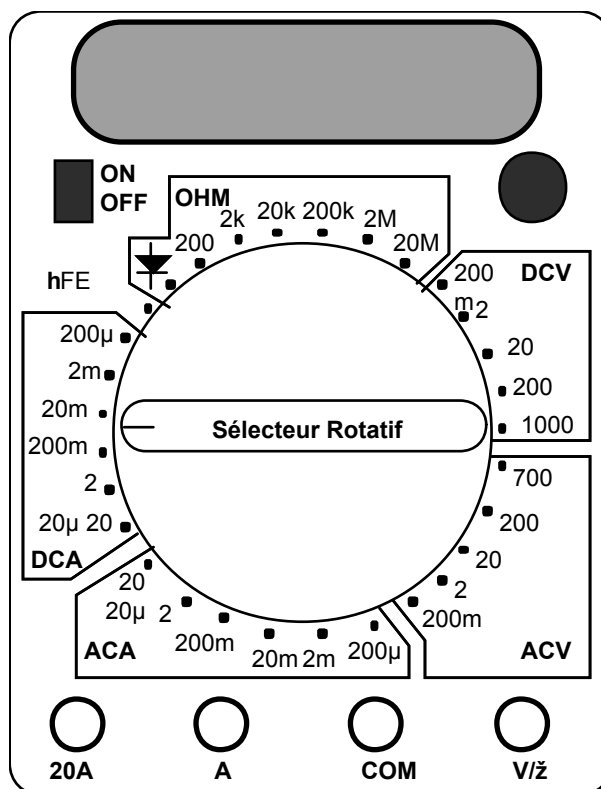
Mots-clés

- Dipôles en série
- Dipôles en dérivation
- Additivité
- Unicité

UTILISER UN MULTIMÈTRE EN VOLTMÈTRE ET EN AMPÈREMÈTRE

OBJECTIFS

Être capable d'utiliser un multimètre en voltmètre et en ampèremètre.



1. PRÉSENTATION DU MULTIMÈTRE

Le multimètre est un appareil capable de mesurer plusieurs grandeurs électriques :

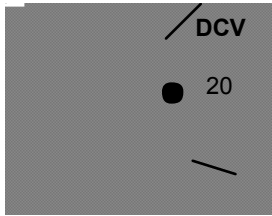
- une **tension électrique** qui s'exprime en **volt (V)** ; dans ce cas le multimètre est utilisé en **voltmètre**.
- une **intensité électrique** qui s'exprime en **ampère (A)** ; dans ce cas le multimètre est utilisé en **ampèremètre**.
- une **résistance électrique** qui s'exprime en **ohm (Ω)** ; dans ce cas le multimètre est utilisé en **ohmmètre**.

Un multimètre peut aussi mesurer ces grandeurs en **courant continu (DC)** ou en **courant alternatif (AC)**

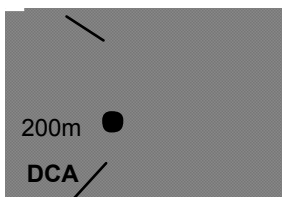
Les différentes fonctions : **ampèremètre** (mesure d'intensité), **voltmètre** (mesure de tension), **ohmmètre** (mesure d'une résistance) sont déterminées par la position d'un **sélecteur rotatif** et des branchements des fils sur deux des trois bornes (COM, V/Ω, mA ou A).

Chacun des nombres autour du sélecteur rotatif indique **un calibre** qui correspond à **la plus grande mesure que l'on puisse faire** si le sélecteur est sur cette position.

2- EXEMPLES D'UTILISATION



Si le sélecteur est sur la position 20 dans le secteur DCV (DC = courant continu ; V = volt (unité de tension électrique)), le multimètre fonctionnera en voltmètre en courant continu jusqu'à un maximum de 20 V. L'afficheur indique alors la tension en volt.



Si le sélecteur est sur la position 200 m dans le secteur DCA (DC = courant continu ; A = ampère (unité d'intensité électrique)), le multimètre fonctionnera alors en ampèremètre en courant continu jusqu'à un maximum de 200 mA. L'afficheur indique alors l'intensité en milliampère.

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 2

Titre : Structure d'un atome - Quelques propriétés physiques et mécaniques de certains métaux usuels

1- Eléments de planification

- 1.1. Durée : 2h X 6 = 12h
- 1.2. Contenus de formation
 - 1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 1	<i>Capacités</i>	Habilités
<i>Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit, en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie</i>	<p>1.1. Exprimer sa perception d'une situation – problème relative à un phénomène, à un fait ou à un objet de l'environnement naturel ou construit</p> <p>1.2. Circonscrire la situation-problème.</p> <p>1.3. Enoncer une proposition d'explication à la situation- problème</p>	<p>1.1.1. Exprimer sa perception initiale de la situation-problème</p> <p>1.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades</p> <p>1.1.3. Etablir entre la situation-problème et d'autres situations-problèmes auxquelles il ou elle a été confronté(e)</p> <p>1.2.1 Relever les données de la situation-problème</p> <p>1.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié le problème circonscrit</p> <p>1.3.1. Collecter des données par observation, interview, ou enquête</p> <p>1.3.2. Enoncer des interrogations par rapport à ces données</p> <p>1.3.3. Formuler des explications provisoires</p> <p>1.3.4. Choisir l'explication la</p>

	<p>1.4. Mettre à l'épreuve la proposition de l'explication choisie</p> <p>1.5. Evaluer les résultats obtenus et la démarche suivie</p> <p>1.7. Réinvestir les acquis dans une situation de vie courante</p>	<p>plus plausible</p> <p>1.4.2. Choisir la façon de faire appropriée</p> <p>1.5.1. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée</p> <p>1.7.1. Enoncer les savoirs construits</p> <p>1.7.2. Identifier des situations de vie courante par rapport auxquelles les savoirs construits et les démarches utilisées sont pertinentes</p> <p>1.7.3. Choisir une situation de vie courante</p> <p>1.7.4. Appliquer les acquis à la situation choisie</p>
--	---	---

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	1.1. Exploiter une information disponible	<p>1.1.1. Se référer à des sources variées d'informations</p> <p>1.1.2. Sélectionner l'information pertinente à la satisfaction du besoin ou à la réalisation de la tâche</p> <p>1.1.3. Valider l'information recueillie</p>
2- Résoudre une situation-	2.1. Analyser la situation-	2.1. 4. Se faire une

problème	problème	représentation de la situation-problème
8- Communiquer de façon précise et appropriée	8.2. Planifier la situation de communication	8.2.1. Adopter une attitude favorable à la communication 8.2.5. Organiser les idées, les moyens et les ressources

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
6- Agir en consommateur averti par l'utilisation responsable de biens et de services	6.2. Analyser la situation problème 6.5. S'engager dans l'action	6.2.1. <i>Identifier des caractéristiques de la situation-problème</i> 6.5. 2. Etablir une stratégie pour défendre son choix 6.5. 3. Mettre en œuvre le comportement choisi 6.5. 4. Intervenir de façon appropriée dans les situations conflictuelles de rejet.

1.2.2. Connaissances et techniques :

- Constitution d'un atome : noyau ; électrons ; charges positives ; charges négatives.
- Structure électronique des atomes de : hydrogène, carbone, oxygène, sodium, chlore, potassium, calcium.
- Processus d'ionisation des atomes
- Propriétés physiques et mécaniques de certains métaux : fer, cuivre, aluminium et zinc
- Alliages métalliques : notion, exemples et utilités.

1.2.3. Stratégie, objet d'apprentissage : recherches documentaires

1.3. Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherches documentaires

1.4. Matériel :

- Documents de recherche
- Echantillons des métaux fer, cuivre, aluminium et zinc
- Stylo en plastique ou en plexiglas, paille (pipette)
- Bouts de papier légers et secs
- Chiffon sec
- Environnement sec

2. Informations et commentaires :

☞ A partir du phénomène d'électrisation par exemple, l'enseignant(e) conduira progressivement les élèves à :

- identifier :

- la nature des charges électriques se trouvant dans un atome
- les constituants d'un atome (noyau et électrons) et la nature de la charge électrique de chacun d'eux. En aucun cas, on ne parlera des constituants du noyau. L'enseignant fera découvrir aux élèves que la masse d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau.

- comprendre et expliquer le principe d'ionisation d'un atome

Il est recommandé de donner les travaux de recherche à l'avance aux élèves. En séquence de classe, les travaux de groupe et les travaux collectifs sont donc privilégiés.

☞ Le bâton d'ébonite est du caoutchouc durci.

3. Préparation

Il revient à l'enseignant qui doit :

- s'investir dans la recherche documentaire
- rassembler le matériel d'observation ou d'expérience en qualité et en quantité suffisante
- prendre des dispositions de sécurité
- choisir d'avance les stratégies : objets d'apprentissage puis d'enseignement/apprentissage
- organiser sa classe en un nombre raisonnable de groupes d'élèves
- apprêter les documents (photocopies) à exploiter par les élèves
- grouper les consignes devant faire objets de recherche et les distribuer à l'avance aux élèves.

4. Déroulement :

Situation de départ :

Bio, un élève de classe de 4^{ème}, fouillant un ancien cahier de physique de son frère aîné découvre des phrases qui attirent son attention.

Première série de phrases : Des bâtons d'ébonite ou des bâtons de plexiglas suspendus chacun à un support par un fil en coton et placés côte à côte n'ont aucun effet l'un sur l'autre. Mais lorsque ces bâtons sont frottés par un chiffon sec et placés de nouveau l'un à côté de l'autre, on constate que les bâtons de même nature se repoussent alors qu'il y a attraction entre le bâton d'ébonite et le bâton de plexiglas.

Les bâtons d'ébonite portent une charge électrique négative, tandis que les bâtons de plexiglas portent une charge électrique positive.

Deuxième série de phrases : Les casseroles en aluminium permettent de cuire un aliment plus vite que les casseroles en fer dans les mêmes conditions.

N'ayant rien compris de ces phénomènes, Bio rapporte ces faits à son professeur de sciences physique et chimique, et technologie pour l'aider à les comprendre.

Tâche

Élabore une explication relative à chacun des faits évoqués.

Indications pédagogiques	Recommandations
<p style="text-align: center;">INTRODUCTION</p> <p>Activité N°1 : Exprime ta perception initiale de la situation de départ</p> <p>Consigne</p> <p>1- Dis ta perception des faits décrits dans la situation de départ 2- Discute de ta perception avec tes camarades 3- Établis des liens entre les faits décrits et d'autres faits vécus 4- Retiens avec ton groupe la démarche et les activités à mener pour mieux comprendre les faits évoqués</p> <p>Durée : 1 h</p> <p>Matériel : Texte de la situation de départ</p> <p>Stratégie d'enseignement / apprentissage :</p> <p>Travail individuel (ti = 15 min) Travail en groupe (tg = 15 min) Travail collectif (tc = 30 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les élèves expriment leurs perceptions par rapport à la situation de départ. - L'enseignant évitera d'apprécier les productions des apprenants.

Descriptif des résultats attendus

Les élèves ont exprimé leurs conceptions initiales sur les faits décrits dans la situation de départ.

Activité N°2 :

Circonscriis chacun des faits évoqués

Consigne

- 1- Relève les données de chacun des faits
- 2- Associe entre elles les données relevées et ta perception
- 3- Traduis sous forme opératoire et dans un langage approprié chaque fait circonscrit

Durée : 1 h

Matériel : Texte de la situation de départ

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel /Travail en groupe/ Travail collectif

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- relevé les données de chacun des faits
- associé entre elles les données relevées et leurs perceptions
- traduit sous forme opératoire et dans un langage approprié chacun des faits circonscrits

Activité 3

Énonce une proposition d'explication de chacun des faits

Consigne

1. Collecte des données par observation et/ou exploitation documentaire sur chacun des faits
2. Émets des interrogations par rapport aux données collectées
3. Propose des explications provisoires pour chaque fait
4. Donne l'explication plausible

Durée : 1 h

Matériel : Texte de situation de départ ; programme de PCT de la classe de 4^{ème} ; guide du programme de PCT de la classe de 4^{ème}.

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel ; travail en groupe ; travail collectif.

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- collecté des données sur chacun des faits
- émis des interrogations par rapport aux données collectées
- proposé des explications provisoires et en ont retenu la plus plausible

Activité 4

Mets à l'épreuve la proposition d'explication choisie

Consigne

1. Décèle des façons de faire au regard de l'explication retenue
2. Choisis une façon de faire appropriée
3. Établis une stratégie de mise en œuvre de l'explication
4. Exécute les tâches relatives aux diverses procédures arrêtées
5. Recueille les résultats issus des tâches
6. Confronte les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée.
7. Formule l'explication relative à chacun des faits

Durée : 4 h

Matériel : Programme de la classe de 4^{ème} ; guide du programme de la classe de 4^{ème} ; tous documents traitant de la thématique ; échantillons des métaux usuels.

- La structure électronique des atomes ayant plus de 20 électrons ne sera pas étudiée.

- l'enseignant attire l'attention des élèves sur :

* la localisation des électrons de valence (dernière couche) et leur nombre dans chacun des cas.

* la manière dont sont numérotées les cases du tableau de classification périodique des éléments

- L'enseignant aidera les élèves à identifier les électrons, les couches électroniques, les périodes et les groupes.

- Il insistera sur les électrons de la couche périphérique surtout sur ceux de la colonne VIII.

- il n'oubliera pas d'énoncer la règle de l'octet

- Il insistera sur le mode de remplissage des couches de manière à faire ressortir les électrons de

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel /Travail en groupe/ Travail collectif/ recherche documentaire.

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- *décelé les façons de faire*
- *choisi une façon de faire appropriée*
- *établis une stratégie de mise en œuvre de l'explication*
- *exécuté les tâches relatives aux procédures arrêtées*
- *recueilli les résultats issus des tâches*
- *confronté les résultats*
- *formulé l'explication relative à chacun des faits*

RETOUR ET PROJECTION**Activité 5**

Objective les savoirs construits et les démarches suivies

Consigne

1. Fais le point des savoirs construits
2. Dis comment les savoirs ont été construits
3. Dégage les réussites et les difficultés rencontrées
- 4 .Dégage des possibilités d'amélioration

Durée : 30 min

Matériel : les savoirs construits

Stratégie d'enseignement / apprentissage :
principalement travail individuel

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- *fait le point des savoirs construits*
- *dit comment les savoirs ont été construits*
- *dégagé les réussites et les difficultés*

valence dans un atome.

- L'enseignant attirera l'attention des élèves sur le fait que les électrons de valence des métaux sont moins liés au noyau et par conséquent plus libres et très mobiles.

rencontrées

- *dégagé des possibilités d'amélioration*

Activité 6

Réinvestis tes acquis dans une situation de vie courante

Voici un exemple de situation de réinvestissement

Contexte

Au cours d'une pluie orageuse, un puissant éclair s'abat sur un cocotier qui se retrouve foudroyé.

Tâche :

Explique le phénomène survenu.

Consigne :

Par recherche documentaire, collecte des informations sur les éclairs et la foudre afin d'expliquer le phénomène.

Durée : 1 h

LES ANNEXES DE LA SA2

Document 1

Rassemblons des objets constitués de matières différentes : règles en plexiglas ou en PVC (matières plastiques), tube en verre, etc.

Électrisons l'un des objets en le frottant avec un chiffon de laine et suspendons-le avec un fil de coton comme l'indique la figure 4. Électrisons de la même façon un autre objet et approchons-le de l'objet suspendu. Re commençons avec d'autres matériaux.

Nous observons qu'il y a :

- dans certains cas attraction (A) entre les deux objets électrisés ;
- dans d'autres cas répulsion (R).

Notons les résultats dans un tableau :

Objet suspendu / Objet approché	Plexiglas	PVC	Verre	Matière au choix
Plexiglas	R	A	R	
PVC	A	R	A	
Verre	R	A	R	
Matière au choix				

Des corps électrisés s'attirent ou se repoussent.

Les corps chargés électriquement se répartissent en deux groupes :

- ceux qui repoussent le verre électrisé. Par convention, on dit qu'ils portent une charge électrique positive (signe +);
- ceux qui attirent le verre électrisé. On leur attribue une charge électrique négative (signe -).

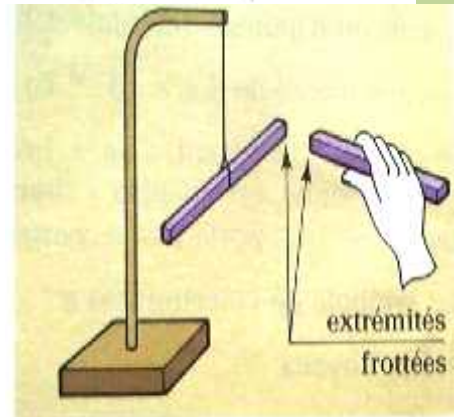


Fig. 4. Deux objets électrisés par frottement se repoussent ou s'attirent.

Tableau 5

Document 2

A. Les types d'électricité

Vous savez que toute matière est faite à partir d'atomes. L'électricité qui apparaît sur les corps frottés ne peut provenir que des atomes.

- L'électricité positive se trouve dans la partie centrale de l'atome : le **noyau**.

Le noyau est environ cent mille fois plus petit que l'atome. Il rassemble en lui presque toute la matière de l'atome.

- L'électricité négative est portée par des particules extrêmement petites et légères : les **électrons**. Les électrons se déplacent autour du noyau à des distances diverses, mais toujours grandes par rapport au noyau. Entre les électrons et le noyau, il n'y a pas de matière : c'est du vide.

Les charges positives du noyau compensent exactement les charges négatives des électrons. La charge électrique totale de l'atome est nulle. L'atome est électriquement neutre.

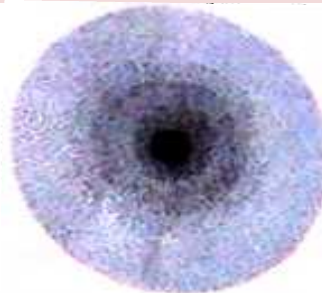


Fig. 8. Modèle d'un atome. Imaginons que les électrons soient des points lumineux que l'on photographie en réglant le temps d'ouverture de l'obturateur sur une seconde, par exemple. Le noircissement de la pellicule photographique en un point est d'autant plus important que les électrons passent plus souvent en ce point. On obtient une image comme celle-ci.

B. L'électron

Tous les électrons sont identiques, quel que soit l'atome auquel ils appartiennent. L'électron est une particule fondamentale de la matière : son symbole est e^- .

- La masse de l'électron est extrêmement faible. Elle est environ 2 000 fois plus petite que la masse du noyau. Elle vaut 9.10^{-31} kg.

- La charge de l'électron est la quantité d'électricité qu'il porte. On l'exprime en coulomb (symbole C). Elle vaut $-1,6.10^{-19}$ C. La valeur $1,6.10^{-19}$ C est la plus petite quantité d'électricité qui puisse exister. On l'appelle pour cela charge élémentaire et on la note e .

Chaque atome possède un nombre d'électrons bien déterminé. L'atome d'hydrogène a un seul électron; l'atome de fer a 26 électrons. Le nombre d'électrons dans un atome s'appelle le **numéro atomique**. On le désigne par Z et on dit couramment que l'atome possède Z charges négatives. L'atome possède aussi Z charges positives dans le noyau puisqu'il est électriquement neutre. Retenons qu'à chaque valeur de Z correspond un atome (fig. 6).

Atomes	Nombre d'électrons
Carbone C	6
Oxygène O	8
Soufre S	16
Fer Fe	26
Cuivre Cu	29
Zinc Zn	30
Uranium U	92

Tableau 6. Nombre d'électrons de quelques types d'atomes. (Le nombre d'électrons caractérise un type d'atome donné)

Document 4.1

Propriétés mécaniques des métaux

La plasticité

Il est relativement facile de façonner un bloc de plomb à température ordinaire. L'acier, par contre, doit être chauffé au rouge pour être travaillé. On dit que ces deux métaux n'ont pas la même plasticité. Le fer, extrêmement rigide à froid, est moins plastique que le plomb.

La plasticité d'un métal dépend de sa nature, de sa température, des traitements qu'il a subis...



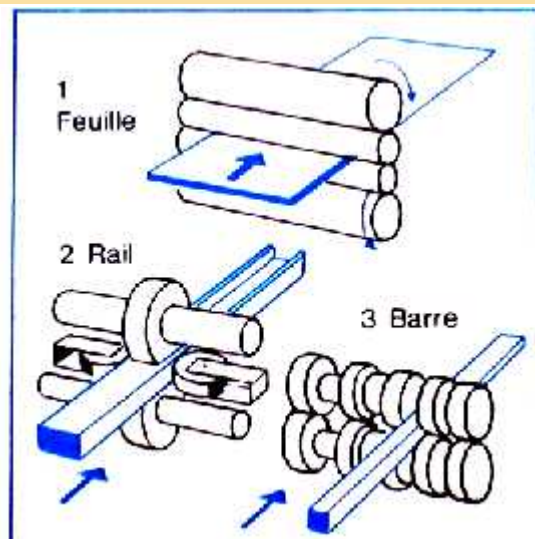
Le plomb est un métal plastique : il ne reprend pas sa forme initiale

Malléabilité

Un métal est malléable lorsqu'il se laisse facilement transformer en plaques ou en feuilles minces.

L'or, l'argent, l'aluminium, l'étain, le cuivre, le plomb sont malléables à la température ordinaire. Le zinc est malléable à 150 °C et l'acier à partir de 800 °C seulement. La fabrication des plaques ou des feuilles métalliques peut se faire par martelage ou par laminage. Il est ainsi possible d'obtenir des feuilles d'or de 0,000 5 mm d'épaisseur (elles sont alors pratiquement transparentes) et des feuilles d'aluminium de 0,1 mm d'épaisseur, utilisées pour la protection et la conservation des denrées alimentaires.

Le laminage permet aussi d'obtenir des tôles d'acier plus ou moins épaisses et des barres (rails de chemin de fer par exemple). La forme de la section dépend de la forme des rouleaux du laminoir.



Principe du laminoir

C'est par passages successifs entre les rouleaux de plus en plus rapprochés que le bloc de métal est transformé en plaque ou en feuille

Document 4.2

L'élasticité

Un métal élastique reprend sa forme initiale lorsque cesse la cause de la déformation. La limite d'élasticité dépend de la nature du métal.

Le plomb, le cuivre, l'aluminium ne sont guère élastiques. Par contre l'acier, après une déformation, retrouve sa forme initiale. L'élasticité de l'acier le rend propre à la fabrication des ressorts.



Quelques types de ressorts

La dureté

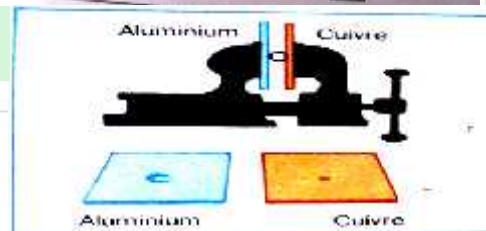
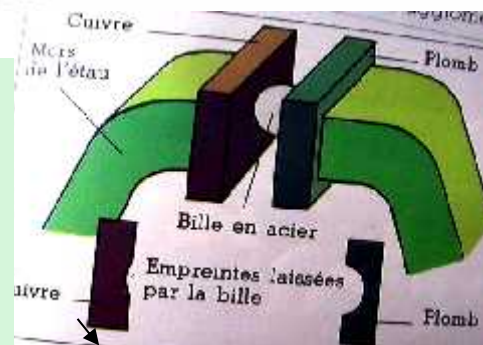
Le plomb, rayable à l'ongle, est un métal mou.

Le cuivre, l'aluminium, le zinc ne sont pas très durs; ils peuvent être rayés au moyen d'une pointe en acier.

L'acier est un métal très dur; il peut toutefois être rayé au moyen d'un éclat de quartz. Le papier abrasif nommé papier de verre est une feuille de papier résistant sur laquelle sont collés des grains de quartz plus ou moins fins. Ce papier de verre permet le nettoyage superficiel de l'acier ou de la fonte.

La grande dureté de l'acier le fait utiliser pour la fabrication des outils coupants ou perforants. Les meules utilisées pour refaire le tranchant ou la pointe de ces outils sont souvent faites à partir de grains de quartz agglomérés.

Pour comparer les duretés de deux plaques métalliques différentes, on peut les placer contre les mors d'un étau et serrer une bille en acier. La bille s'enfonce plus profondément dans le métal le plus mou.



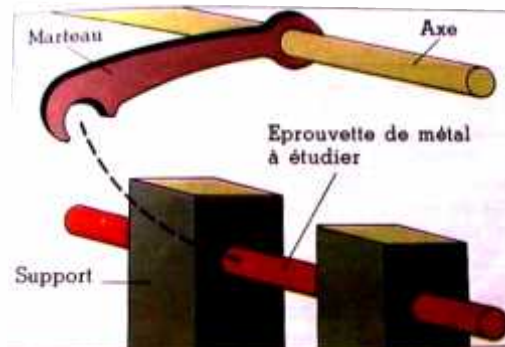
3.5 L'empreinte laissée par la bille sur l'aluminium a un diamètre plus grand que celle laissée sur le cuivre; qu'en concluez-vous?

La fragilité

Certains métaux se cassent sous l'effet d'un choc ou d'une torsion; on dit qu'ils sont fragiles.

L'acier dont sont faites les lames de scies ou les lames de rasoir est fragile. Il en est de même de la fonte (fer + carbone).

Dans l'industrie, pour étudier la fragilité d'un métal, on heurte à l'aide d'un « marteau » une éprouvette de ce métal (voir le dessin ci-contre).



Document 4.3

- LES ALLIAGES MÉTALLIQUES. LEURS PROPRIÉTÉS ET UTILITÉS

En mélangeant intimement deux ou plusieurs métaux fondus et en laissant refroidir on obtient un **alliage**.

La couleur

La plupart des alliages sont blancs ou gris ; ceux qui contiennent une forte proportion d'or ou de cuivre sont colorés.

Le cuivre pur est rouge mais le **laiton**, alliage de cuivre (60 %) et de zinc (40 %) est jaune. L'alliage d'or (70 %) et d'argent (30 %) est nommé or vert à cause de sa couleur.

La fusibilité

En général le point de fusion d'un alliage est inférieur à celui de chacun de ses constituants. Le **duralumin**, alliage d'aluminium 95 % (F = 660 °C) et de cuivre 4 % (F = 1 084 °C), fond à 650 °C.

L'alliage plomb-étain utilisé pour les soudures fond à une température (180 °C à 220 °C) inférieure à celle du plomb (327 °C) et de l'étain (232 °C).

La conductivité thermique et la conductibilité électrique

Comme les métaux, les alliages sont de bons conducteurs de la chaleur. Par contre leur conductibilité électrique est en général plus faible que celle des métaux constituants. Par exemple le **mailechort** alliage de cuivre, de zinc et de nickel a une conductibilité électrique vingt fois plus faible que celle du cuivre. Pour cette raison il est utilisé pour la fabrication de résistances électriques, tout comme la **manganine** (cuivre, manganèse, nickel) et le **constantan** (cuivre, nickel).

La dureté et la fragilité

En général les alliages sont plus durs que les métaux qui les constituent mais ils sont aussi plus fragiles.

C'est ainsi que les caractères d'imprimerie ne sont pas en plomb pur, métal trop mou, mais en alliage de plomb et d'antimoine. Les **bronzes** (cuivre, étain) sont des alliages plus durs que le cuivre pur. Ils sont utilisés pour la fabrication des cloches, en construction mécanique, etc...

Les **aciers** deviennent plus durs mais aussi plus cassants lorsque la teneur en carbone augmente (entre 0,5 et 1,5 %).

La **fonte** (2,5 à 4,5 % de carbone) est dure et cassante.

La malléabilité, la ductilité, la ténacité

Les alliages, le plus souvent, sont moins malléables et moins ductiles que leurs constituants ; par contre ils sont plus tenaces. C'est ce qui explique l'emploi de câbles électriques en bronze spécial. Ces câbles s'allongent moins que des câbles en cuivre sous l'action du vent, du gel et de leur propre poids.

L'altérabilité

Les **aciers au chrome** ou au **nickel** ne rouillent pas alors que les aciers ordinaires s'oxydent facilement. De tels aciers sont appelés **aciers inoxydables**.

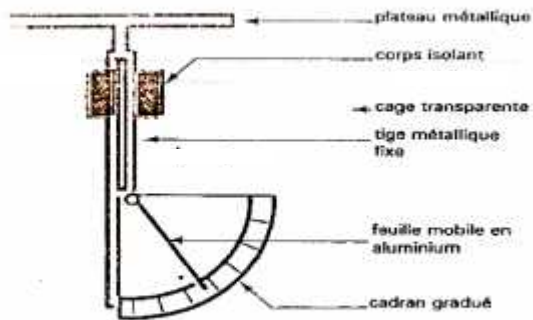
Nom	Composition en masse des principaux constituants	Propriétés caractéristiques	Exemples d'emplois
laiton	cuivre, zinc de 5 à 45 %	dur, se moule bien	bijouterie, robinetterie
bronze	cuivre, étain de 5 à 20 %	dur, se moule bien	médailles, cloches, objets d'art
acier inox	fer 72 %, chrome 18 %, nickel 10 %	inoxydable, dur	outils
duralumin	aluminium 94 %, cuivre 5 %, magnésium	léger, dur	aéronautique
constantan	cuivre, nickel, manganèse	propriétés électriques invariables	rhéostats
invar	fer 63 %, nickel 36 %	dilatation peu importante	horlogerie

Document 4.4: Autres phénomènes d'électrisation

❖ Electrification par contact

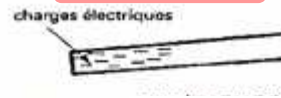
Expérience

L'électroscope à feuille



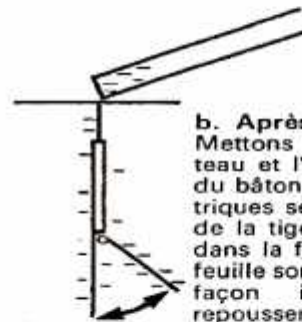
L'électroscope comprend :

- une cage munie de vitres transparentes,
- une tige métallique fixe, soigneusement isolée de la cage et sur laquelle on peut adapter un plateau circulaire ou une petite sphère métallique,
- une fine feuille d'aluminium pouvant pivoter autour de son point d'articulation,
- un cadran gradué permettant de repérer le déplacement de la feuille.



a. Avant le contact

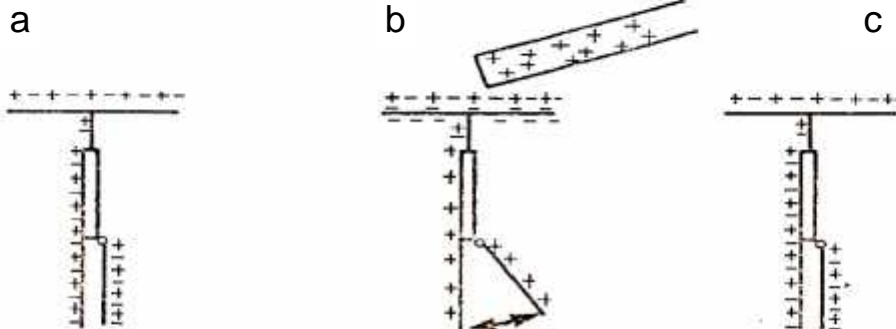
- Au repos, la feuille de l'électroscope se trouve contre la tige fixe.
- Par frottement, électrisons l'extrémité d'un bâton et approchons-la du plateau de l'électroscope.



b. Après le contact

- Mettons en contact le plateau et l'extrémité électrisée du bâton. Des charges électriques se déplacent le long de la tige métallique jusque dans la feuille. La tige et la feuille sont alors chargées de façon identique et se repoussent.

❖ ÉLECTRIFICATION PAR INFLUENCE



a. Le plateau, la tige et la feuille de l'électroscope sont métalliques. Nous avons vu au chapitre précédent que les métaux sont constitués d'atomes comprenant un noyau positif et des électrons négatifs. L'ensemble est électriquement neutre car la charge positive des noyaux équilibre exactement la charge négative des électrons.

Entre les atomes, un certain nombre d'électrons appelés électrons libres peuvent se déplacer.

b. Approchons du plateau, sans le toucher, un bâton chargé positivement. Il attire les charges électriques négatives c'est-à-dire les électrons « libres » du métal. Il apparaît alors un excès d'électrons sur le plateau,

d'où la charge négative de ce dernier. Par contre, il en résulte un déficit en électrons sur la partie inférieure de la tige et sur la feuille qui sont alors chargées positivement. On dit qu'elles se sont électrisées par **influence**. La tige et la feuille sont chargées de façon identique (positivement dans notre cas) et se repoussent.

c. Retirons le bâton chargé. L'influence de ce dernier disparaissant, les électrons se répartissent à nouveau dans l'ensemble de l'appareil et la feuille reprend sa position initiale.

Remarque importante. Les noyaux des atomes, chargés positivement, ne se déplacent pas.

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 3

Titre : Interactions mécaniques – Forces – Poulies.

1- Eléments de planification

1.1. Durée : 2h x7= 14 h

1.2. Contenus de formation

1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 1	Capacités	Habilités
<p><i>Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie</i></p>	<p>1.1. Exprimer sa perception d'une situation– problème relative à un phénomène, à un fait ou à un objet de l'environnement naturel ou construit</p>	<p>1.1.1. Exprimer sa perception initiale de la situation-problème</p> <p>1.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades</p> <p>1.1.3. Etablir des liens entre la situation-problème et d'autres situations-problèmes auxquelles il ou elle a été confronté(e)</p>
	<p>1.2. Circonscrire la situation-problème.</p>	<p>1.2.1 Relever les données de la situation-problème</p> <p>1.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié le problème circonscrit</p>
	<p>1.3. Enoncer une proposition d'explication à la situation- problème</p>	<p>1.3.1. Collecter des données par observation, interview, enquête ou expérimentation</p> <p>1.3.2. Emettre des interrogations face à ces données</p> <p>1.3.3. Formuler des explications provisoires</p> <p>1.3.4. Choisir l'explication la plus plausible</p>
	<p>1.4. Mettre à l'épreuve la</p>	<p>1.4.1 Déceler des façons de</p>

	<p>proposition de l'explication choisie</p> <p>1.5. Objectiver les résultats obtenus et la démarche suivie</p> <p>1.6. Améliorer au besoin sa production.</p> <p>1.7. Réinvestir les acquis dans une situation de vie courante</p>	<p>faire au regard de l'explication.</p> <p>1.4.2. Choisir la façon de faire appropriée.</p> <p>1.4.3. Etablir une stratégie de mise en œuvre de l'explication.</p> <p>1.4.4. Exécuter les tâches relatives à l'explication.</p> <p>1.4.5. Recueillir les résultats</p> <p>1.4.6. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée.</p> <p>1.4.7. Formuler l'explication</p> <p>1.5.1. Faire le point des savoirs construits.</p> <p>1.5.2. Dire comment les savoirs ont été construits</p> <p>1.5.3. Dégager des réussites et des difficultés rencontrées</p> <p>1.5.4. Dégager des possibilités d'amélioration</p> <p>1.6.1. Choisir une ou des améliorations possibles à appliquer en tenant compte des ressources et du temps disponibles.</p> <p>1.6.2. Appliquer la ou les amélioration(s) retenue(s).</p> <p>1.7.1. Enoncer les savoirs construits</p> <p>1.7.2. Identifier des situations de vie courante par rapport auxquelles les savoirs construits et les démarches utilisées sont pertinents</p>
--	--	---

		1.7.3. Choisir une situation de vie courante 1.7.4. Appliquer les acquis à la situation choisie
--	--	--

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	1.1. Rechercher l'information disponible au regard d'un besoin à satisfaire ou d'une tâche à réaliser.	1.1.1. Se référer à des sources variées d'informations 1.1.2. Sélectionner l'information pertinente à la satisfaction du besoin ou à la réalisation de la tâche 1.1.3. Valider l'information recueillie
2- Résoudre une situation-problème	2.1. Analyser la situation-problème	2.1. 4. Se faire une représentation de la situation-problème
5- gérer ses apprentissages ou un travail à accomplir	5.3. Planifier la démarche d'apprentissage ou de réalisation de la façon la plus appropriée	5.3.1. Choisir la manière d'apprendre ou de travailler la plus adaptée à l'activité 5.3.2. Intégrer un souci de gestion du temps et de respect des consignes
6- Travailler en coopération	6.1. Planifier le travail à réaliser avec d'autres 6.2. Exécuter le travail avec d'autres	6.1.3. Distribuer les tâches 6.2.2. Respecter les règles de fonctionnement 6.2.5. Accepter des suggestions critiques
8- Communiquer de façon précise et appropriée	8.2. Planifier la situation de communication 8.3. Réaliser la situation de communication	8.2.1. Adopter une attitude favorable à la communication 8.25. Organiser les idées, les moyens et les ressources 8.3.3. Utiliser le vocabulaire approprié 8.3.4. Soigner la qualité de la langue parlée ou écrite

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
2- Agir individuellement et collectivement dans le respect mutuel et l'ouverture d'esprit	2.3. Explorer des points de vue relatifs à la situation-problème 2.4. Prendre position	2.3.1. contribuer à l'instauration d'un climat favorable à l'expression d'idées, d'opinions, d'émotions... 2.3.3. Explorer les idées des autres 2.4.5. Faire preuve de sens critique
6- Agir en consommateur averti par l'utilisation responsable de biens et de services	6.2. Analyser la situation-problème 6.5. S'engager dans l'action	6.2.1. Identifier des caractéristiques de la situation-problème 6.5. 2. Etablir une stratégie pour défendre le comportement choisi 6.5. 3. Mettre en œuvre le comportement choisi 6.5. 4. Intervenir de façon appropriée dans les situations conflictuelles, de rejet

1.2.2. Connaissances et techniques :

- Interactions mécaniques et forces, la loi des actions réciproques (troisième loi de NEWTON), le dynamomètre et son utilisation (mesure de l'intensité d'une force), le poids d'un corps,
- Résultantes de forces (cas de forces colinéaires, parallèles, puis concourantes)
- Dispositifs de levage : poulie fixe, poulie renversée et les palans

1.2.3. Stratégies, objets d'apprentissage :

Tout au long du déroulement la situation d'apprentissage et pour une ou un ensemble d'activités, le professeur jugera de la pertinence du choix d'une des stratégies suivantes : travail individuel/travail en groupe, démarche scientifique/*expérimentale*, recherche documentaire.

1.3. Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, enquête, expérimentation...

1.4. Matériel

Divers objets : table, ressort, aimants ; bille en acier, dynamomètre, ballon, balle de tennis, tableau magnétique, poulies simples munies d'un adhésif ou non, fil de coton, ciseaux, pendules électriques, plan incliné, chiffon mousse, bâton d'ébonite, boîtes de masses marquées, règles graduées, éprouvettes, potence, poulies fixes, poulies mobiles, palans ..

1.5. Evaluation :

L'enseignant élaborera, en fonction du contexte et de la progression, les outils d'évaluation adaptés aux savoirs et compétences visés.

1.6. Documents de référence suggérés

Programme d'études de PCT de la classe de 4^{ème} ; guide du programme de PCT de la classe de 4^{ème} ; tous autres documents de sciences physiques traitant de ce thème.

2. Informations et commentaires

L'élève de la classe de quatrième a certainement déjà entendu parler, de forces, de poulies et peut-être de systèmes d'association de plusieurs poulies (palans) dans divers usages de la vie courante. Il s'agira surtout, pour l'enseignant d'amener ses élèves à un apprentissage plus méthodique de ces notions et puis des machines simples pour en retenir l'intérêt de leurs usages qui facilite certaines opérations du vécu quotidien.

La nouveauté, ici, est que l'élève, dans cette situation d'apprentissage, acquiert de nouveaux concepts comme action mécanique, interaction mécanique, force, principe des interactions mécaniques, poulie mobile, palan, etc. A ce sujet, il est proposé à l'enseignant, une démarche plus formative à l'enseignement de la notion de force, qui doit découler de celle des interactions mécaniques ; cette démarche rend plus aisés l'apprentissage et la connaissance de ces concepts, du reste, bien théoriques.

Le professeur veillera donc à observer les stratégies, objets d'apprentissage et d'enseignement/apprentissage, telles que préconisées, sans oublier la démarche d'ensemble qui est une démarche intégratrice prenant en compte les trois types de compétences (disciplinaires, transversales et transdisciplinaires).

Enfin, la gestion du temps, loin d'être une contrainte au détriment de l'acquisition de nouveaux savoirs, est plutôt une donnée laissée à l'initiative de chaque enseignant pour s'adapter aux conditions de travail de ses élèves.

3. Préparation :

Elle revient à l'enseignant qui doit :

- faire l'enquête de terrain ;
- s'investir dans la recherche documentaire ;
- rassembler les objets ou matériel d'observation et d'expérience, et ceci, en nombre suffisant ;
- apprêter les fiches d'activités d'élèves ;
- prendre des dispositions de sécurité ;
- choisir d'avance les stratégies objets d'apprentissage puis d'enseignement/apprentissage ;
- organiser sa classe en un nombre raisonnable de groupes d'élèves, etc.
- mettre le texte de la situation de départ à la disposition des élèves (soit en le recopiant au tableau, soit en le photocopiant)...

4. Déroulement :

Situation de départ :

Kokou et Boni, deux élèves de la classe de quatrième, s'étonnent des faits évoqués par leur camarade Eric qui déclare ceci :

- quand je m'assois sur une chaise en bois ou sur un divan en mousse, mon corps exerce une action sur chacun de ces sièges ; mais, seul le divan réagit en s'affaissant un peu alors que la chaise ne se déforme pas ;
- de même, quand un joueur de football exécute un penalty, l'action de son pied sur la balle, initialement au repos, la propulse dans le filet du gardien de but ;
- enfin pour tirer de notre puits un seau rempli d'eau sans l'intermédiaire d'une poulie, j'exerce un grand effort sur la corde ; par contre mon jeune frère qui utilise plutôt une poulie fixe, le sort avec un peu plus de facilité.

Face aux propos d'Eric, Kokou déclare :

- c'est plutôt la chaise qui a réagi et non le divan ;
- concernant le penalty, le gardien peut dévier la balle hors de ses buts ;
- quant à la facilité pour sortir le seau d'eau du puits, il existe même des associations de poulies qui réduiraient davantage l'effort à déployer par le jeune frère d'Eric.

A son tour, Boni ajoute : " Eric se trompe; aucun des deux sièges n'a réagi puisque après tout, Eric reste finalement assis sur l'un ou l'autre siège".

Tâche : Elabore une explication relative à chacun des faits évoqués dans la situation de départ.

Indications pédagogiques	Recommandations
<p style="text-align: center;">Introduction</p> <p>Activité 1 : Exprime ta perception des faits évoqués dans la situation de départ.</p> <p>Consigne :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Dis ta perception des faits décrits dans la situation de départ. 2- Discute de ta perception avec tes camarades. 3- Etablis des liens entre les faits décrits et d'autres faits similaires vécus. 4- Retiens avec ton groupe quelques actions et démarches pour mieux comprendre ces divers faits. <p>Durée : 1 h</p> <p>Matériel : Texte de la situation de départ</p> <p>Stratégies d'enseignement/apprentissage : Travail individuel (durée ti = 15 min) Travail en groupe (durée tg = 15 min) Travail collectif (durée tc = 30 min)</p> <p>Descriptif du résultat attendu : <i>Les apprenants, après échange entre eux, ont exprimé leurs perceptions initiales des faits évoqués dans la situation de départ.</i></p> <p style="text-align: center;">Réalisation</p> <p>Activité 2 : Circonscrie chacun des faits évoqués.</p> <p>Consigne :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- relève les données de chaque fait évoqué. 2- associe entre elles les données relevées et tes perceptions 3- traduis, sous forme opératoire et dans un langage approprié, chaque fait. 	<p>-L'enseignant créera une atmosphère favorable à la libre expression et se gardera d'apprécier les représentations initiales des élèves.</p> <p>- Il fera noter le point de toutes les propositions des élèves.</p>

Durée : 2 h

Matériel :

- fiche d'activités comportant tâche et consignes ;
- documents photocopiés avec schémas des quatre figures.

Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel ($t_i = 30$ min)

Travail en groupe ($t_g = 30$ min)

Travail collectif ($t_c = 1$ h)

Descriptif du résultat attendu :

Les apprenants ont cerné :

- les notions d'action mécanique et d'interaction mécanique ;
- le fonctionnement d'une poulie simple.

Activité 3 :

Énonce une proposition d'explication pour chacun des faits évoqués.

Consigne:

- 1.1.1 Collecte des données par observations et/ou par exploitation documentaire sur chacun des faits.
- 1.1.2 Émet des interrogations par rapport aux données collectées.
- 1.1.3 Propose des explications provisoires pour chacun des faits.
- 1.1.4 Choisit l'explication la plus plausible.

Durée : 2 h

Matériel :

- fiche d'activités comportant tâche et consignes ;
- documents photocopiés avec schémas des figures.

Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel ($t_i = 30$ min)

Travail en groupe ($t_g = 30$ min)

Travail collectif ($t_c = 1$ h)

Descriptif du résultat attendu :

Les apprenants ont :

- *proposé une explication au principe d'interactions mécaniques et au fonctionnement d'une poulie simple et d'un palan à deux poulies simples ;*
- *identifié d'autres types de forces.*

Activité 4 :

Mets à l'épreuve les propositions d'explications retenues.

Consigne :

- 1.4.1. Décèle des façons de faire au regard de l'explication retenue
- 1.4.2. Choisis la façon de faire appropriée.
- 1.4.3. Etablis une stratégie de mise en œuvre de l'explication.
- 1.4.4. Exécute les tâches relatives à l'explication.
- 1.4.5. Recueille les résultats
- 1.4.6. Confronte les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée.
- 1.4.7. Formule l'explication relative à chaque phénomène

Durée : 6 h

Matériel :

- poulies simples, boîtes de masses marquées, pelote de fil, dynamomètre et instruments de géométrie

Stratégie d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel ($t_i = 1$ h)

Travail en groupe ($t_g = 2$ h)

Travail collectif ($t_c = 3$ h)

Descriptif du résultat attendu :

Les apprenants ont :

- *réalisé d'autres situations d'interaction mécanique et un palan à deux poulies ;*
- *construit des résultantes de deux forces.*

- Il leur proposera ensuite deux autres résultantes à construire (cas de deux forces concourantes ou parallèles).

- L'enseignant mettra à la disposition des élèves si possible, l'essentiel du matériel nécessaire et utile. Il les assistera de près au cours du processus de ces différentes opérations.

Retour et projection

Activité 5

Objectiver tes savoirs construits et les démarches utilisées.

Consigne :

- Fais le point de tes savoirs construits.
- Dis les démarches suivies pour asseoir ces savoirs.
- Identifie les réussites obtenues et les difficultés rencontrées.
- Dégage des possibilités d'une meilleure acquisition des savoirs.

Durée : 1 h

Matériel : divers documents exploités.

Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel (ti = 15 min)

Travail en groupe (tg = 15 min)

Travail collectif (tc = 30 min)

Descriptif du résultat attendu :

Les apprenants ont objectivé les savoirs construits et les démarches suivies.

Activité 6 :

Réinvestis tes acquis dans d'autres situations de vie courante.

- L'enseignant invitera les élèves à faire le point de leurs acquis et des possibilités de leur amélioration éventuelle.

Il est possible que les propositions des élèves soient plus pertinentes. Dans ce cas, il est préférable que le professeur s'en tienne à leurs propositions.

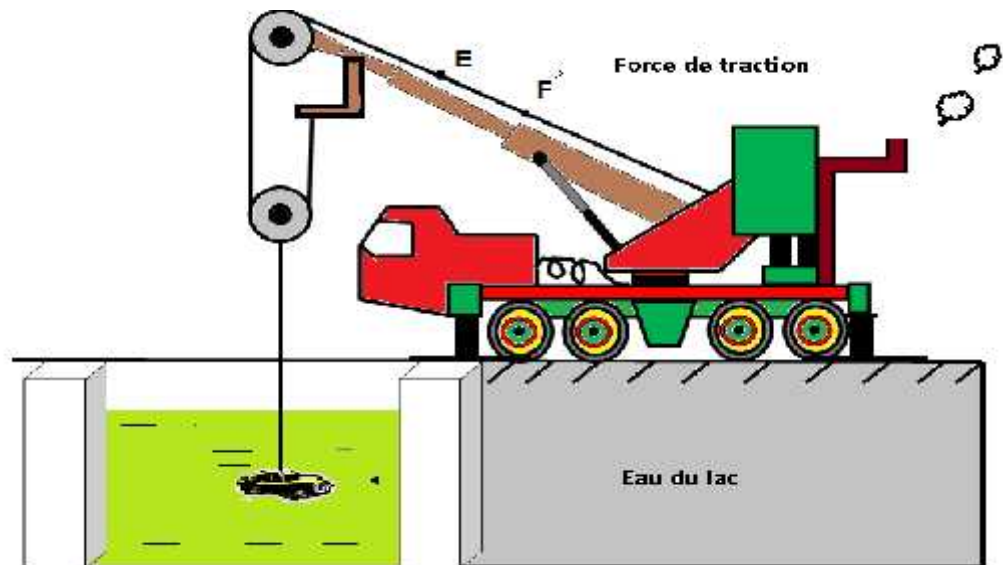
Voici un exemple de situation de réinvestissement

Contexte

Après un accident de circulation, un véhicule se retrouve dans un lac au-dessus duquel passe un pont. Le dispositif de levage utilisé par le service des pompiers pour le sortir de l'eau comprend un palan. Comment fonctionne ce dispositif ?

Support

- Le schéma simplifié du dispositif



- L'intensité du champ de la pesanteur est $g = 10 \text{ N/kg}$
- Le véhicule est assimilé à un solide (S), de masse $m_s = 1 \text{ t}$
- Les poulies sont de poids négligeable devant la poussée de l'eau et le poids du véhicule.
- Le poids du câble est négligeable devant les autres forces intervenant sur le dispositif.

Tâche : explique le fonctionnement du dispositif et justifie la pertinence de son utilisation dans cette opération.

Consigne

- Prouve que l'on peut déterminer les intensités de toutes les tensions dont le dispositif est le siège.
- Donne la relation entre le déplacement vertical h du véhicule et le déplacement l du point E du câble.
- Justifie la pertinence de l'utilisation d'un tel dispositif dans cette opération, en te basant sur le calcul de F lorsque le véhicule est hors de l'eau et à l'équilibre.

Durée : 2 h

LES ANNEXES DE LA SA3

DOCUMENT 1

INTERACTIONS MECANQUES ET FORCES

I. INTERACTIONS

I.1. NOTION D'ACTION MECANIQUE

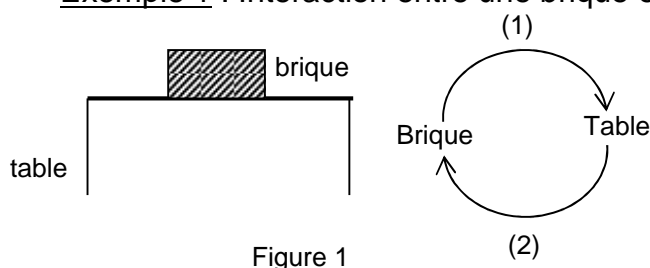
L'observation d'un ouvrier donnant des coups de marteau sur un clou met en évidence un certain nombre d'actions : action des mains sur le marteau, action du marteau sur le clou... ; ce sont des **actions mécaniques**.

I.2. INTERACTION MECANIQUE

On parle d'interaction lorsqu'il y a actions réciproques entre deux corps. Ces interactions peuvent modifier ou non le système constitué par les corps. Si ces actions réciproques conduisent à un déplacement, à changer le mouvement, à modifier la forme ou à réaliser le repos d'un corps, elles sont dites **interactions mécaniques**.

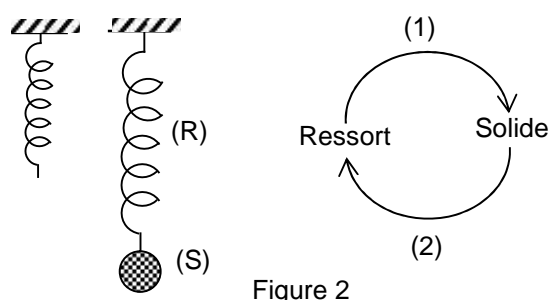
Il est à noter qu'un solide n'est jamais isolé dans l'univers ; il y a toujours interaction entre lui et son environnement.

* Exemple 1 : Interaction entre une brique et une table.



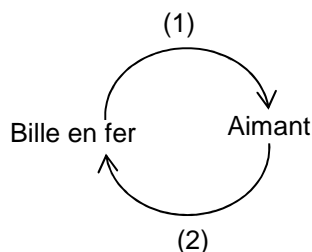
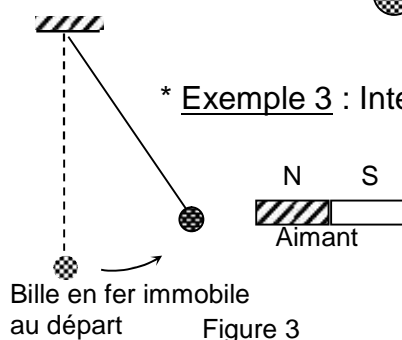
- L'action de la brique est d'appuyer sur la table vers le bas.
- L'action de la table est de soutenir la brique en l'empêchant de tomber.

* Exemple 2 : Interaction entre un ressort (R) et un solide (S).



- L'action du solide a déformé le ressort en tirant sur lui vers le bas.
- L'action du ressort a été de retenir le solide immobile, l'empêchant de tomber.

* Exemple 3 : Interaction entre une bille en fer et un aimant.



- L'action de l'aimant sur la bille en fer l'a mise en déplacement vers lui.
- L'action de la bille en fer est d'attirer l'aimant

* **Exemple 4** : Interaction entre une bille en fer en mouvement et un aimant.

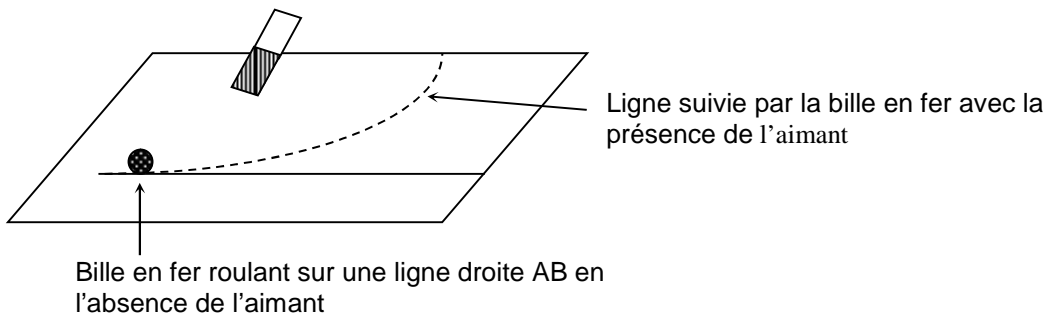


Figure 4

- L'action de la bille en fer est d'attirer l'aimant
- L'action de l'aimant a été de modifier le mouvement de la bille (trajectoire droite devient trajectoire courbe)

N.B. Chacune de ces actions telles que décrites est une action mécanique.

I.3. PRINCIPE DES INTERACTIONS (Formulation provisoire)

Lorsqu'un solide A exerce une action mécanique sur un solide B, B exerce en retour une action mécanique appelée réaction sur A.

I.4. DIFFERENTS TYPES D'INTERACTION

Il existe des interactions de contact et des interactions à distance.

I.4.1. Interaction de contact

Elle a lieu lorsque les corps qui interagissent se touchent.

Exemple : Un enfant qui pousse une table.

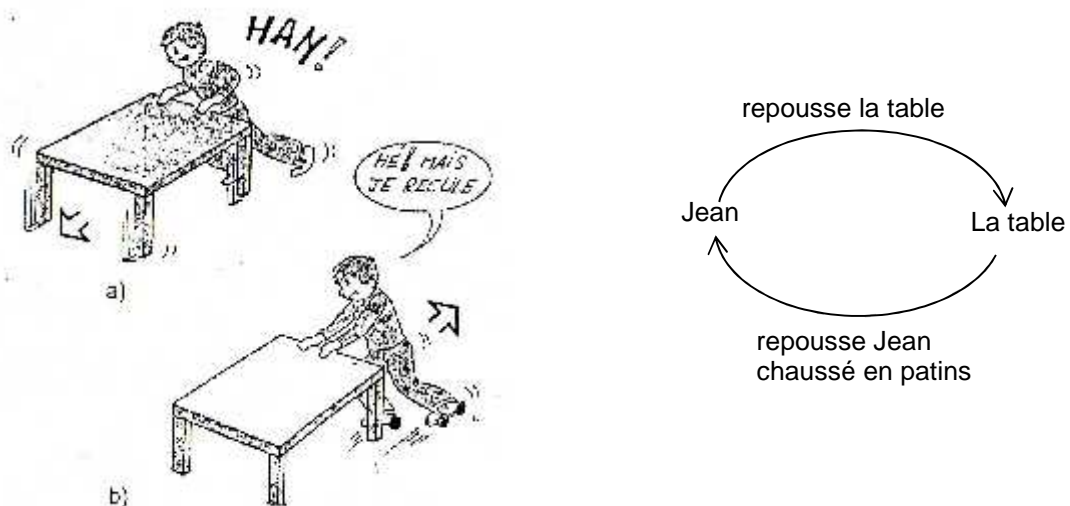


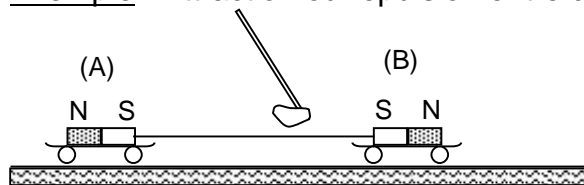
Figure 5

Source : Guide 4^{ème} NPE
Version expérimentale P. 64

I.4.2. Interaction à distance

Elle se manifeste lorsque les corps qui interagissent ne se touchent pas.

Exemple : Attraction ou répulsion entre deux aimants



Les aimants se repoussent lorsqu'on brûle le fil, les chariots partent dans des sens contraires.

Figure 6

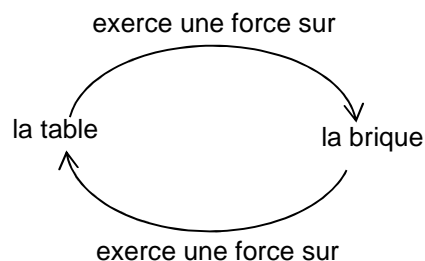
II. FORCES

II.1. NOTION DE FORCE

Au cours des interactions mécaniques étudiées plus haut entre deux corps en contact ou non, se manifestent toujours deux actions mécaniques réciproques. En fait, chacune des actions mécaniques mise en jeu est appelée une **force**.

Ainsi, pour toute interaction mécanique entre deux corps A et B, au lieu de dire : le corps A exerce une action (ou agit) sur le corps B, on convient désormais de dire que le corps A exerce une force sur le corps B et réciproquement, le corps B exerce une force sur le corps A.

Exemple : Interaction brique-table (cas de l'exemple 1).



A Toute interaction mécanique entre deux corps A et B correspondent donc toujours deux forces :

- une force exercée par A sur B ;
- une force exercée par B sur A.

II.2. EFFETS MECANIQUES D'UNE FORCE

Une force est invisible et se manifeste par ses effets mécaniques ou statiques.

II.2.1. Effets dynamiques d'une force

On parle d'effet dynamique d'une force lorsqu'elle met un solide en mouvement ou modifie son mouvement.

Exemple 1 : Un joueur qui donne un coup de pied dans un ballon le met en mouvement.

Exemple 2 : Un joueur qui dévie une balle de son chemin initial par un coup de tête.

N.B. : Il existe d'autres façons de modifier le mouvement d'un corps.

Exemples : ralentir un mouvement, accélérer un mouvement, inverser un mouvement, arrêter un mouvement.

II.2.2. Effets statiques

Une force a un effet statique lorsqu'elle :

- déforme, en présence d'autres forces, un solide au repos.

Exemple 1 : Un ressort auquel est suspendu un objet par l'une de ses extrémités et dont la seconde est fixée à un support se déforme en s'allongeant sous l'effet de la force exercée sur lui par l'objet (fig.2)

- ou maintient un corps en équilibre.

Exemple 2 : Un livre posé sur table reste au repos à cause de la force exercée sur lui par la table.

II.3. DEFINITION

Une force est toute action capable de :

- mettre un corps en mouvement ;
- modifier le mouvement d'un corps ;
- déformer un corps ;
- maintenir un corps en équilibre.

II.4. CARACTERISTIQUES D'UNE FORCE

Elles sont au nombre de quatre :

- le point d'application (point du corps où s'exerce la force) ;
- la droite d'action ou support (ligne suivant laquelle se produit la force) ; elle peut avoir la direction verticale, horizontale ou oblique ;
- le sens (côté vers lequel la force déplace ou tend à déplacer le corps), il peut être du bas vers le haut, de la gauche vers la droite et vice-versa par rapport à la droite d'action.

N.B. : Sur une droite d'action (AB), il existe deux sens : le sens de A vers B et le sens de B vers A.

- l'intensité qui est la valeur numérique caractérisant la grandeur de la force.

Elle est d'autant plus grande que les effets de la force sont importants. Elle se détermine à l'aide d'un appareil appelé le dynamomètre. Elle s'exprime en Newton (N).

Le dynamomètre est constitué :

- d'un anneau de suspension ;
- d'un système de rattrapage comprenant un écrou, un contre-écrou et un vis ;
- d'un index ;
- d'une tige ;
- d'un crochet et d'un tube portant les graduations en Newton (N).

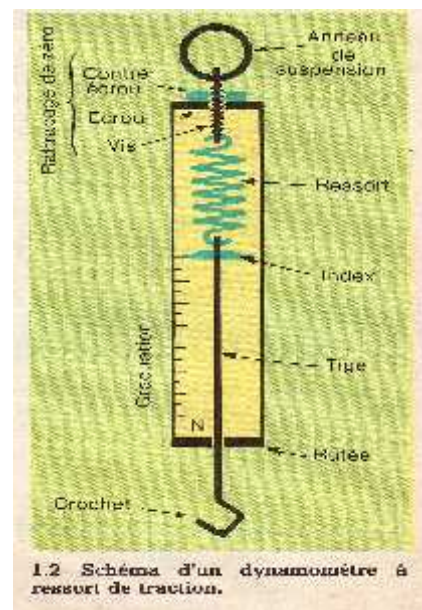


Figure : Dynamomètres

Source : P. J. CHIROUZE et LACOURT
(1984) Sciences physiques 3^{ème}
Edition ARMAND COLIN P. 48

II.5. NOTATION ET REPRESENTATION D'UNE FORCE

II.5.1. Notation

Une force est notée par une lettre surmontée d'une flèche (un vecteur).

N.B. : Lorsque la lettre est écrite sans la flèche, elle désigne uniquement l'intensité de la force.

Exemple : \vec{F} désigne la force \vec{F}
F désigne l'intensité de la force. Ex : $F = 4 \text{ N}$.

II.5.2. Représentation

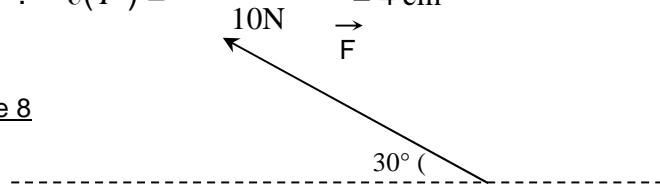
La représentation graphique d'une force se fait avec une flèche dont les caractéristiques sont celle de la force ; la longueur de représentation de cette force est déterminée à l'aide d'une échelle.

Exemple : Représentation d'une force \vec{F} d'intensité 40 N, appliquée en un point A orientée vers le haut et vers la gauche, inclinée de 30° par rapport à l'horizontale.

Echelle : 1 cm pour 10 N

Longueur de représentation de \vec{F} : $\ell(\vec{F}) = \frac{1 \text{ cm} \times 40 \text{ N}}{10 \text{ N}} = 4 \text{ cm}$

Figure 8



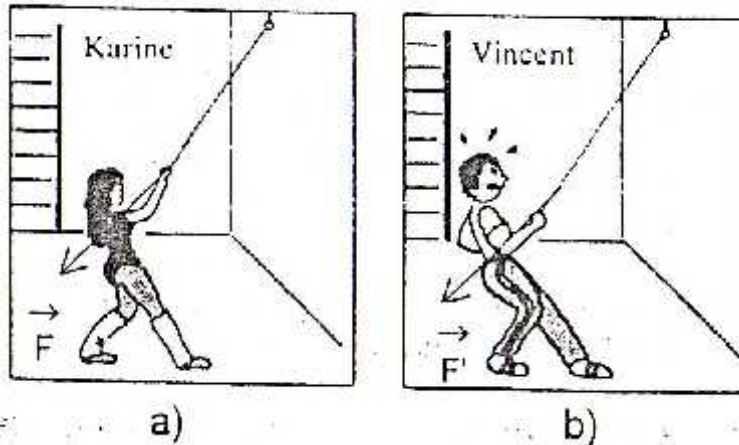
II.6. CLASSIFICATION DES FORCES

Les forces sont également classées en deux catégories.

II.6.1. Les forces de contact

Il s'agit :

- de la force musculaire ;



Karine et Vincent exercent chacun une force musculaire sur le fil

Figure 9

Source : Guide 4^{ème} NPE
Version expérimentale P. 68

- des forces élastiques ;

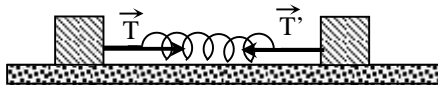
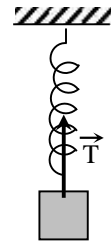
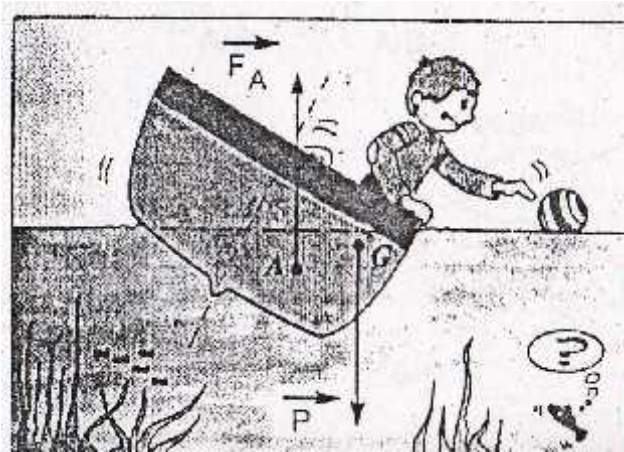


Figure 10



- des forces de frottement de l'air en contact du sol ;

- des forces exercées par les fluides (forces pressantes).



L'eau exerce une force pressante F_A sur le bas du bateau

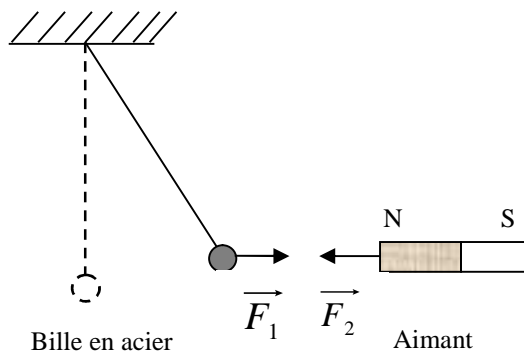
Figure 11

Source : Guide 4^{ème} NPE
Version expérimentale P. 68

.II.6.2. Les forces à distance

Elles comprennent :

- les forces magnétiques (exercées par les aimants)

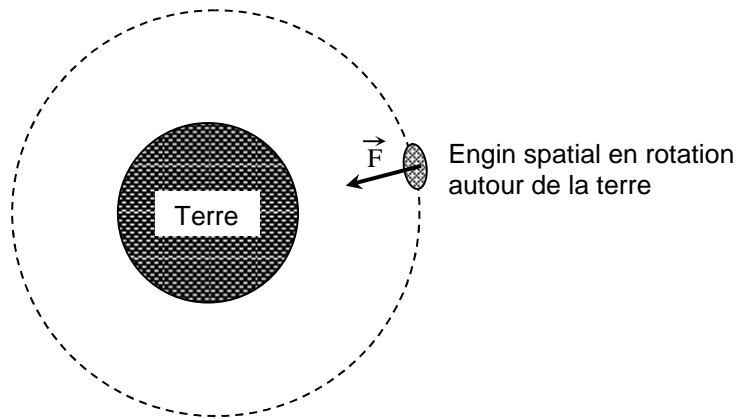


\vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont des forces magnétiques

Figure 12

- les forces d'attraction universelle (exercée par la Terre sur les corps)

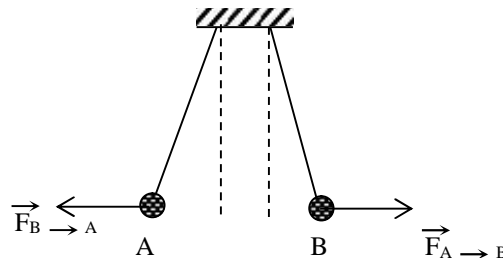
Figure 13



\vec{F} est la force d'attraction exercée par la Terre sur l'engin spatial.

- les forces électriques (exercées par des corps électrisés)

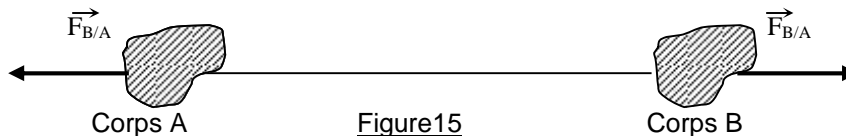
Figure 14



A et B sont deux billes portant des charges électriques de même signe.

II.7. PRINCIPE DES INTERACTIONS MECANIQUES

Enoncé du principe d'interaction : Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une force $\vec{F}_{A/B}$, le corps B exerce en retour sur A une force $\vec{F}_{B/A}$ telle que les deux forces soient opposées : $F_{A/B} = - F_{B/A}$



N.B. :

- Deux forces opposées sont deux forces de même droite d'action, de même intensité et de sens contraires.
- Les forces d'interaction sont toujours deux forces opposées, que les deux corps soient au repos ou en mouvement.

II.8. QUELQUES FORCES PARTICULIERES

II.8.1. Poids d'un corps

II.8.1.1. Masse d'un corps

Elle représente la quantité de matière constituant ce corps. Elle est donc invariable, se mesure à l'aide d'une balance et s'exprime en kilogramme dans le système international.

II.8.1.2. Définition du poids d'un corps

C'est la force d'attraction que la Terre exerce sur ce corps. Il varie d'un lieu à un autre. Chaque lieu est caractérisé par une constante notée **g** et appelée l'intensité de la pesanteur terrestre.



Les branches d'un manguier chargé de fruits plient toujours vers le bas. Le mouvement des mangues qui se détachent d'une branche se fait toujours vers le sol sous l'action de leurs poids.

Figure 16

II. 8. 1.3. Caractéristiques du poids

- Droite d'action : elle est toujours de direction verticale en un lieu donné (droite joignant un point du lieu au centre de la terre)
- Sens : il est orienté vers le centre de la terre (haut vers le bas).
- Intensité : elle est donnée par la relation $P = m \cdot g$; m étant la masse du corps (en kg) et g l'intensité de la pesanteur terrestre (N/kg) ; g a pour valeur : 1,63 N/kg sur la Lune ; 9,78 N/kg à l'Equateur sur la Terre et 9,83 N/kg aux Pôles sur la Terre.
- Point d'application : centre de gravité du corps, noté **G**.

Centre de gravité des corps de forme géométrique simple

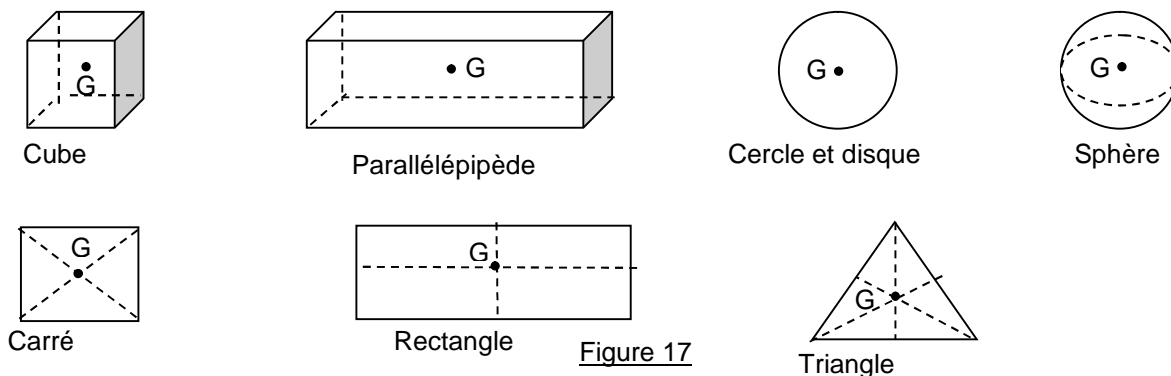
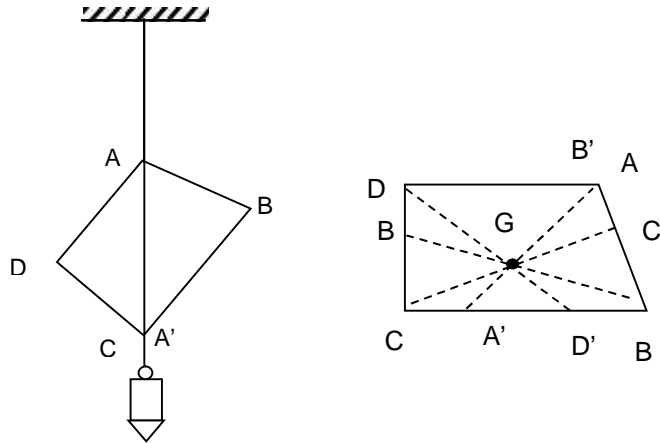


Figure 17

Détermination du centre de gravité d'un corps homogène plat de forme quelconque

- Suspendre à un même point d'un support, un fil à plomb et le corps par l'une de ses extrémités
- Tracer sur le corps, la verticale issue du point de suspension et indiquée par le fil à plomb.
- Reprendre les opérations précédentes avec les autres points.



Le centre de gravité G est le point d'intersection de toutes les verticales tracées

Figure 17

II.8.2. Tension d'un fil

La tension d'un fil est la force exercée par le fil sur le corps qui lui est fixé. Elle est orientée du corps vers le fil tendu qui représente également sa droite d'action. Son point d'application est le point d'attache du fil sur le corps.

Exemples :

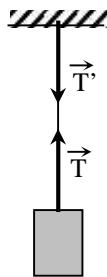


Figure 18-a

\vec{T} : tension du fil sur le solide
 \vec{T}' : tension du fil sur le support

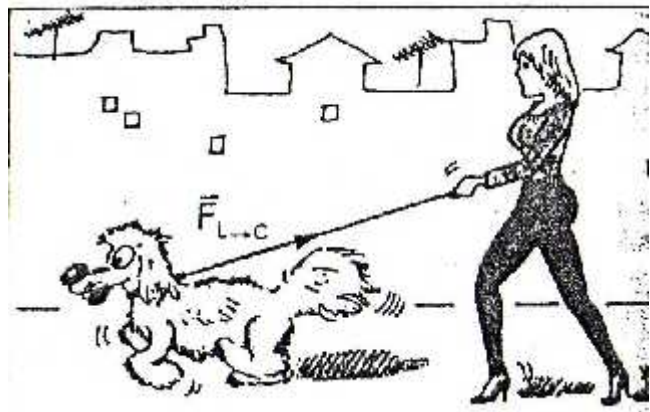


Figure 18-b

Source : Guide 4^{ème} NPE
Version expérimentale P. 68

II.8.3. Tension d'un ressort

La tension d'un ressort est la force qu'exerce ce ressort sur le corps qui lui est suspendu. Elle est orientée du corps vers le ressort et sa droite d'action est celle de l'axe du ressort. Son point d'application est le point de suspension du corps sur le ressort.

Exemples :

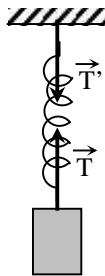


Figure 19-a

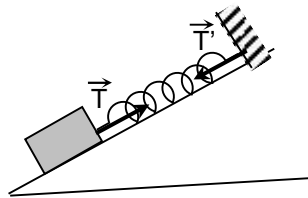


Figure 19-b

Les forces \vec{T} et \vec{T}' sont les tensions du ressort sur le solide et sur le support

II.8.4. Réaction d'un support

La réaction d'un support est la force qu'exerce ce support sur le corps qui y est posé. Elle est orientée du support vers le corps et sa droite d'action est perpendiculaire au support si les forces de frottement de contact sont négligeables.

Exemples :

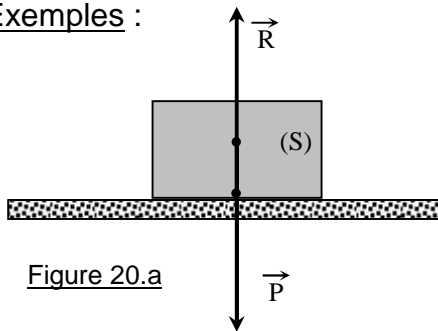


Figure 20.a

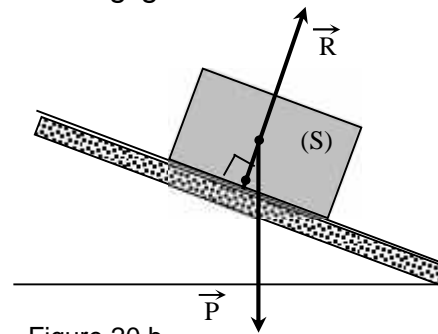


Figure 20.b

\vec{R} : réaction du plan sur le solide (S)

II.8.5. Forces de frottement

Ce sont des forces qui se manifestent à la surface de contact de deux corps en mouvement de glissement l'un par rapport à l'autre.

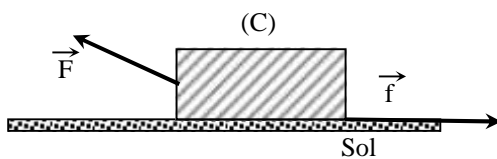


Figure 21.

\vec{f} est la force de frottement de (C) sur le sol (S)
Son sens est toujours contraire à celui du mouvement des corps.

II.8.6. Forces électriques

Il s'agit des forces d'attraction ou de répulsion dues à la présence des charges électriques sur certains corps. Elles peuvent être mises en évidence en frottant un bâton de verre contre les cheveux et en l'approchant de bouts de papiers légers : ses bouts de papiers sont attirés

Exemple :

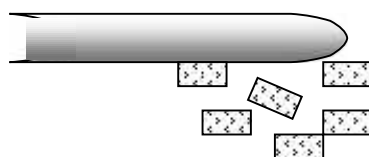
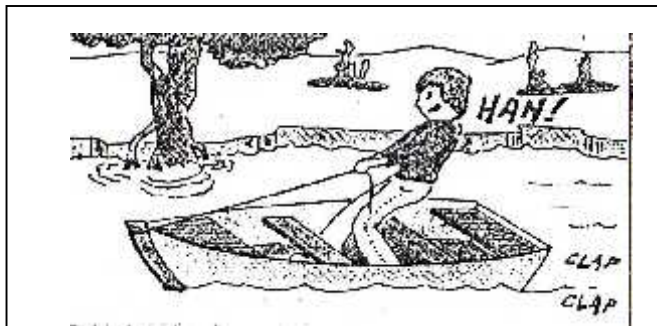


Figure 22 : Bouts de papier attirés par un bâton de verre électrisé

II.8.7. Poussée d'Archimède

Tout corps plongé dans un fluide (liquide ou gaz) paraît plus léger. Ceci s'explique par un phénomène appelé **Poussée d'Archimède**.



Le bateau et l'enfant ne s'enfoncent pas à cause de la force exercée par l'eau sur eux.

Figure 23

Source : Guide 4^{ème} NPE
Version expérimentale P. 68

II.8.7.1. Mise en évidence

Une masse marquée suspendue à un dynamomètre a un poids d'intensité P dans l'air. Ce poids est appelé le **poids réel** de la masse.

Cette masse accrochée au dynamomètre et plongée dans un liquide contenu dans un récipient a un nouveau poids d'intensité P_a appelé poids apparent de la masse.

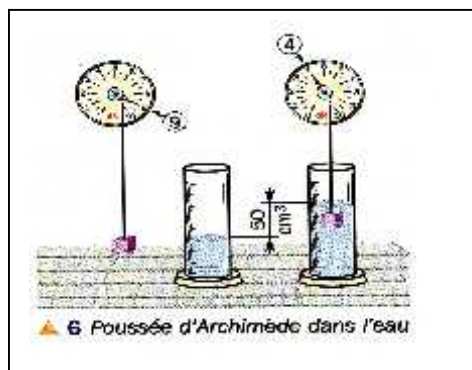


Figure 24

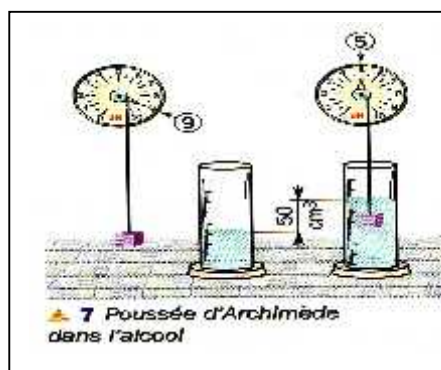


Figure 25

Source : Collection
AREX
Supervision : DJOUKA
Angeline
Sciences physiques 3^{ème}
Editions NEI 6 EDICEF
P. 33

II.8.7.2. Observation et Interprétation

P_a est inférieur à P ($P_a < P$).

Tout corps plongé dans un liquide subit de la part de ce dernier, une force appelée poussée d'Archimède.

II.8.7.3. Caractéristiques de la poussée d'Archimède

- Point d'application : centre de gravité du volume occupé par la partie immergée du corps. Ce point est encore appelé **centre de poussée**.
- Droite d'action : droite de direction toujours verticale.
- Sens : du bas vers le haut
- Intensité : $F = P - P_a$; F étant l'intensité de la poussée.

Remarques

- Si $F > P$, le corps "flotte" à la surface du liquide.
- Si $F = P$, le corps est en équilibre dans le liquide
- Si $F < P$, le corps se dépose au fond du récipient contenant le liquide. On dit qu'il "coule".
- La poussée ne dépend ni de la forme du corps, ni de la profondeur d'immersion. Elle dépend plutôt du liquide et du volume du liquide déplacé.
- Tout corps plongé dans l'air ou dans tout autre gaz subit de la part de ce dernier une force : c'est la **poussée d'Archimède**.

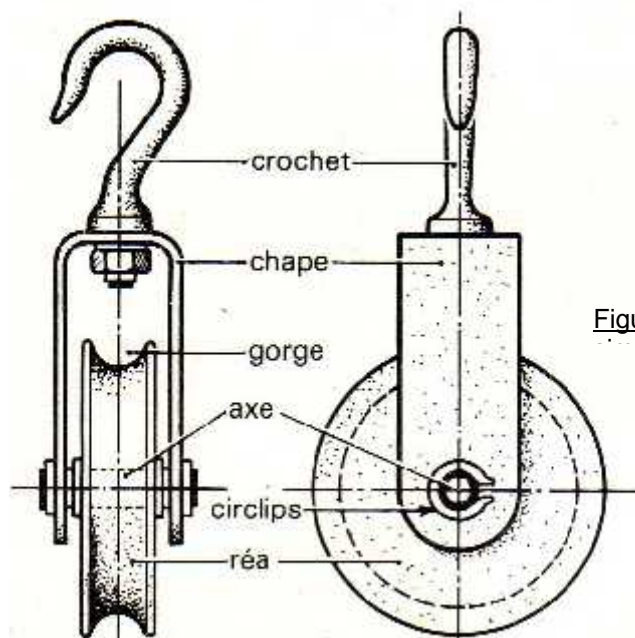
LES POULIES**I. LA POULIE SIMPLE****I.1. Description**

Figure 1 Poulie

Source : A. SAISON (1980) (1984) Sciences physiques 3^{ème}
Edition Fernand Nathan P. 92

I.1.2. Poulie simple fixe

La poulie simple est fixe lorsqu'elle est suspendue à un support immobile par son crochet.

I.1.2.1. Forces mises en jeu

Figure 2

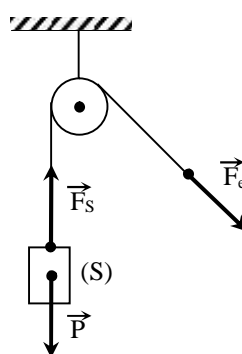


Figure 2'

\vec{F} : Force d'entrée exercée par l'utilisateur de la poulie
 \vec{F}_s : force de sortie exercée par le solide S (charge)
 \vec{P} : Poids du solide

Remarques : \vec{F}_e est la force motrice ; \vec{P} est la force résistante et $F_s = P$

Source : P. J. CHIROUZE et LACOURT (1984) Sciences physiques 3^{ème}
Edition ARMAND COLIN P. 60

I.1.2.2. Condition d'équilibre

Lorsque le système (poulie, charge et fil) est en équilibre ou bien lorsque la charge est soulevée à vitesse constante c'est-à-dire de la façon uniforme, la force d'entrée a une intensité de égale à celle de la force de sortie : $F_e = F_s = P$.

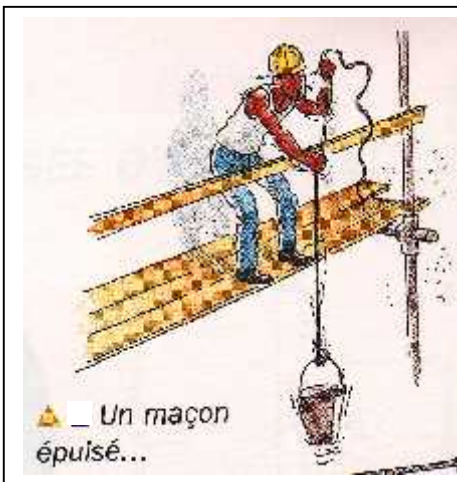
I.1.2.3. Déplacement à la sortie, déplacement à l'entrée

En exerçant la force d'entrée, on déplace un point de la corde d'une longueur notée L_e appelée longueur ou déplacement à l'entrée. Dans le même temps, la charge monte d'une hauteur notée L_s appelée longueur ou déplacement à la sortie.

Pour la poulie simple fixe $L_e = L_s$.

I.1.2.4 Propriété et utilité de la poulie simple fixe

- $F_e = P = F_s$: la poulie simple fixe permet tout simplement de changer de direction à une force sans modifier son intensité. Elle transmet intégralement l'intensité d'une force.
- La poulie simple fixe permet, en changeant la direction d'une force, de soulever aisément des charges importantes.



Source : Collection AREX
Supervision : DJOUKA Angeline
Sciences physiques 3^{ème}
Editions NEI - EDICEF P. 38

I.1.3. Poulie simple mobile ou renversée

Une poulie simple est mobile lorsque la charge à soulever est suspendue à son crochet et si son axe est mobile.

I.1.3.1. Condition d'équilibre

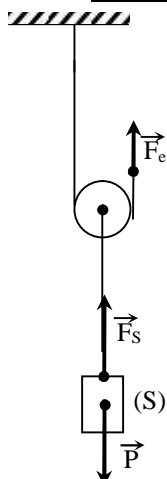


Figure.5

A l'équilibre du système ou pour un déplacement de la charge à vitesse constante, les intensités des forces sont liées par l'expression suivante :
L'intensité de la force de sortie est égale à celle du poids et deux fois celle de la force d'entrée. $F_s = P = 2F_e$.

I.1.3.2. Déplacements

La longueur à l'entrée est égale à deux fois la longueur à la sortie. $L_e = 2L_s$.

I.1.3.3. Intérêt de la poulie mobile

La poulie simple mobile permet de soulever des charges en exerçant une force d'entrée F_e dont l'intensité est égale à la moitié de l'intensité du poids de la charge.

I.2. Assemblage de poulies

I.2.1. Palan simple

Association d'une poulie simple fixe et d'une poulie simple mobile.

I.2.1.1. Condition d'équilibre

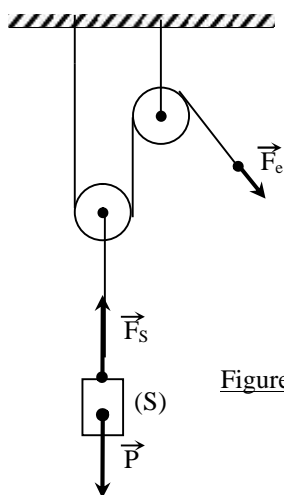


Figure .6

Lorsque que le système est en équilibre ou lorsque la charge est soulevée à vitesse constante, la force d'entrée a une intensité égale à la moitié de celle du poids de la charge.

$$F_e = \frac{F_s}{2} = \frac{P}{2} \text{ ou } F_s = P = 2F_e$$

I.2.1.2. Déplacements

La longueur L_e de corde tirée est égale à deux fois la longueur L_s à la sortie, $L_e = 2L_s$.

I.2.2. Palan à quatre poulies

Relations :

* A l'équilibre du système ou pour un déplacement uniforme de la charge :

$$F_e = \frac{F_s}{4} = \frac{P}{4}$$

* $L_e = 4L_s$

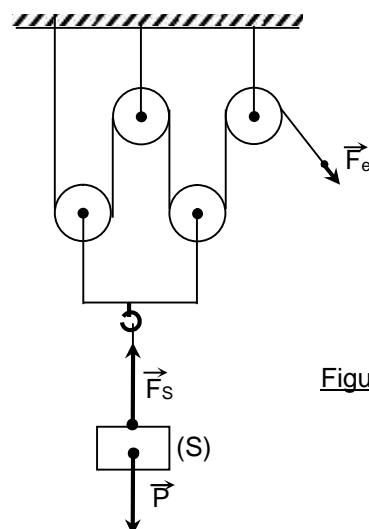


Figure 7

I.2.3. Généralisation : Palan à n poulies

Un palan à n poulies comporte $\frac{n}{2}$ poulies simples mobiles associées à $\frac{n}{2}$ poulies simples fixes.

Relations

- A l'équilibre ou pour un déplacement uniforme de la charge soulevées :

$$F_e = \frac{Fs}{n} = \frac{P}{n}.$$

- $L_e = nL_s.$

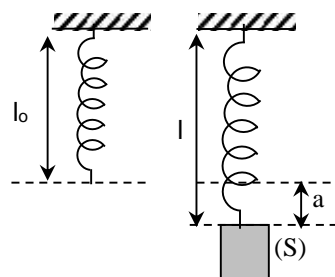
DOCUMENT 3

ETALONNAGE D'UN RESSORT

Pour étalonner un ressort, on lui suspend diverses masses marquées et on note les allongements successifs provoqués par les poids de ces masses. Les poids et les allongements correspondants sont alors consignés dans un tableau à double entrée.

Ce tableau permet de tracer un graphe appelé courbe d'étalonnage du ressort.

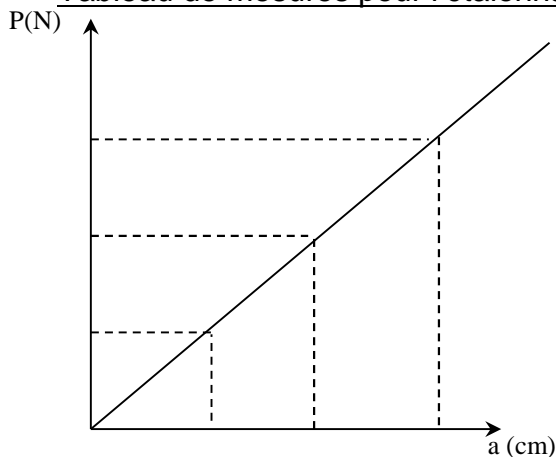
Exemple : L'étalonnage d'un ressort donne les résultats suivants :



l_0 : longueur à vide du ressort
 l : longueur du ressort à charge
 a : $l - l_0$: allongement du ressort
 (S) : solide de poids P.

P (N)	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
a (m)	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5

Tableau de mesures pour l'étalonnage du ressort



Remarque : Le tracé se fait à l'aide d'une échelle donnée ou choisie sur l'axe vertical et sur l'axe horizontal

Tracé de la courbe d'étalonnage du ressort

- Constante de raideur

Le rapport $\frac{P}{a}$ est une constante pour un ressort donné. Elle est appelée constante de raideur du ressort. Elle est notée K et s'exprime dans le système international en N/m. On peut donc écrire $K = \frac{P}{a}$

- Relation entre intensité de force et allongement

Si a est l'allongement provoqué par une force d'intensité F sur un ressort de constante de raideur K, F est lié à a par la relation :

$F = k \cdot a = k(l - l_0)$; F en N, a en m et k en N/m

Si F est un poids, $P = K \cdot a$. Si F est une tension, $T = K \cdot a$.

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 4

Titre : Comment les atomes sont-ils liés dans les molécules ?

1- Eléments de planification

1.1. Durée : 2 h x 4 = 8 h

1.2. Contenus de formation

1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 1	Capacités	Habiletés
<i>Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie</i>	<p>1.1. Exprimer sa perception d'une situation – problème relative à un phénomène, à un fait ou à un objet de l'environnement naturel ou construit</p> <p>1.2. Circonscrire la situation-problème.</p> <p>1.3. Enoncer une proposition d'explication à la situation- problème</p>	<p>1.1.1. Exprimer sa perception initiale de la situation-problème</p> <p>1.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades</p> <p>1.1.3. Etablir des liens entre la situation-problème et d'autres situations-problèmes auxquelles il ou elle a été confronté(e)</p> <p>1.2.1 Relever les données de la situation-problème</p> <p>1.2.2. Associer entre elles les données de la situation-problème et sa perception.</p> <p>1.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié le problème circonscrit</p> <p>1.3.1. Collecter des données par observation, interview, enquête ou expérimentation.</p> <p>1.3.2. Enoncer des interrogations par rapport à ces données</p> <p>1.3.3. Formuler des explications provisoires</p> <p>1.3.4. Choisir l'explication la plus plausible</p>

	<p>1.4. Mettre à l'épreuve la proposition de l'explication choisie</p>	<p>1.4.1. Déceler des façons de faire au regard de l'explication. 1.4.2. Choisir la façon de faire appropriée. 1.4.3. Etablir une stratégie de mise en œuvre de l'explication. 1.4.4. Exécuter les tâches relatives à l'explication. 1.4.5. Recueillir les résultats. 1.4.6. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée.</p>
	<p>1.5. Objectiver les résultats obtenus et la démarche suivie</p>	<p>1.5.1. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée 1.5.1. Faire le point des savoirs construits. 1.5.2. Dire comment les savoirs ont été construits. 1.5.3. Dégager des réussites et des difficultés rencontrées. 1.5.4. Dégager des possibilités d'amélioration.</p>
	<p>1.6. Améliorer au besoin sa production</p>	<p>1.6.1. Choisir une ou des améliorations possibles à appliquer en tenant compte des ressources et du temps disponibles. 1.6.2. Appliquer l'(les) amélioration(s) retenue(s).</p>
	<p>1.7. Réinvestir les acquis dans une situation de vie courante</p>	<p>1.7.1. Enoncer les savoirs construits. 1.7.2. Identifier des situations de vie courante</p>

		<p>par rapport auxquelles les savoirs construits et les démarches utilisées sont pertinents.</p> <p>1.7.3. Choisir une situation de vie courante.</p> <p>1.7.4. Appliquer les acquis à la situation choisie.</p>
--	--	--

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	1.1. Rechercher l'information disponible au regard d'un besoin à satisfaire ou d'une tâche à réaliser.	<p>1.1.1. Se référer à des sources variées d'informations</p> <p>1.1.2. Sélectionner l'information pertinente à la satisfaction du besoin ou à la réalisation de la tâche</p> <p>1.1.3. Valider l'information recueillie</p>
8- Communiquer de façon précise et appropriée	<p>8.2. Planifier la situation de communication</p> <p>8.3. Réaliser la situation de communication</p>	<p>8.2.1. Adopter une attitude favorable à la communication</p> <p>8.2.5. Organiser les idées, les moyens et les ressources</p> <p>8.3.3. Utiliser le vocabulaire approprié</p> <p>8.3.4. Soigner la qualité de la langue (parlée ou écrite)</p>

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
2- Agir individuellement et collectivement dans le respect mutuel et l'ouverture d'esprit	<p>2.3. Explorer des points de vue relatifs à la situation-problème</p> <p>2.4. Prendre position</p>	<p>2.3.1. contribuer à l'instauration d'un climat favorable à l'expression d'idées d'opinions d'émotions...</p> <p>2.3.3. Explorer les idées des autres</p> <p>2.4.5. Faire preuve de sens critique</p>

1.2.2. Connaissances et techniques

- Formule, structure et liaisons covalentes des molécules de chacun des corps suivants : dihydrogène, dichlore, dioxygène, diazote, dioxyde de carbone, méthane, butane, éthylène et acétylène.
- Réactions chimiques de la combustion du carbone, du soufre et du fer dans le dioxygène.
- Quelques propriétés physiques des hydrocarbures comme le méthane, le butane, l'éthylène et l'acétylène (couleur, odeur, densité par rapport à l'air et solubilité dans l'eau).

1.2.3. Stratégies, objets d'apprentissage

Tout au long du déroulement de la situation d'apprentissage et pour une ou un ensemble d'activités, le professeur jugera de la pertinence du choix d'une des stratégies suivantes : travail individuel/travail en groupe, démarche scientifique/expérimentale, recherche documentaire

1.3- Stratégies d'enseignement / apprentissage

Travail individuel ; travail en groupe; travail collectif ; résolution de problème, enquête, recherche documentaire etc.

1.4- Matériel :

Boîtes de modèles moléculaires, cartouches de camping gaz, cuve à eau , tubes à essai, tuyau, eau de chaux, bois ou charbon, soufre, fer en poudre, boîte d'allumettes, têt à brûler.

1.5- Evaluation :

Le professeur s'efforcera d'élaborer en fonction des activités les outils d'évaluation appropriés.

1.6- Documents de référence suggérés :

- Guide du programme de PCT de la classe de 4^{ème} ; Programme de PCT de la classe de 4^{ème}.
- Tous autres livres de sciences physiques traitant du thème.

2- Informations et commentaires

La matière est formée à partir d'atomes. Ces atomes sont liés entre eux par des liaisons covalentes simples, doubles ou triples pour donner naissance à des molécules au cours de diverses réactions chimiques.

Les atomes apparaissent dans la formule chimique par leur symbole chimique et le nombre qui est placé en indice, à droite de certains symboles, indique le nombre d'atomes de ce symbole.

Au cours de leurs transformations, les atomes tendent à avoir sur leur couche électronique externe huit électrons ; à l'exception de l'atome d'hydrogène qui tend, lui, à avoir sur la sienne deux électrons.

Pour bien asseoir la notion de la structure des molécules, l'utilisation des modèles moléculaires par les élèves est indispensable.

Tous les hydrocarbures étudiés sont gazeux à la température ordinaire et à la pression atmosphérique. Leur densité sera donc étudiée par rapport à l'air.

On partira de quelques réactions de combustion pour introduire la notion de réaction chimique.

3- PREPARATION

Elle concerne l'enseignant et comprend entre autres :

- recherche documentaire
- collecte des objets ou matériels d'observation et d'expériences
- fiche d'activités des élèves
- mesures de sécurité
- choix des stratégies d'enseignement /apprentissage
- organisation de la classe (disposition des élèves en groupes)

4- DEROULEMENT

Situation de départ

Abou et Assiba, élèves en classe de 4^{ème}, sont allés voir leur camarade Karim à la maison. Ce dernier leur raconte une émission scientifique qu'il a suivie à la télévision sur les hydrocarbures : "les hydrocarbures ont une structure moléculaire, et leurs molécules sont constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène".

Fatima renchérit : "ma maman m'a dit que le gaz de cuisine est un hydrocarbure qui brûle dans l'oxygène de l'air pour donner de la chaleur qui permet de préparer le repas".

Etonné par toutes ces déclarations, Abou demande : "mais comment ces atomes se tiennent-ils dans la molécule ?

Tâche: Elabore une explication des différents faits évoqués.

Indications pédagogiques	Recommandations
<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> Introduction </div> <p>Activité N°1 :</p> <p style="padding-left: 40px;">Exprime ta perception initiale relative à la situation de départ.</p> <p>Consigne :</p> <p>1- Exprime à ta façon (par des mots, phrases, dessins, schémas...) ce que tu sais des problèmes</p>	<p>- Les élèves expriment leurs</p>

soulevés dans la situation de départ.
2- Discute de ta perception avec tes camarades.
3- Retiens la démarche et les activités à exécuter pour mieux comprendre ces problèmes.

Durée : 30 min

Matériel : Texte de la situation de départ.

Stratégies d'enseignement/ apprentissage :

Travail individuel ($t_i = 5$ min)

Travail en groupe ($t_g = 10$ min)

Travail collectif ($t_c = 15$ min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont exprimé leurs représentations initiales sur la situation de départ.

Réalisation

Activité N°2 :

Circonscriis les problèmes évoqués.

Consigne :

1- Relève les données de chaque fait évoqué.

2- Associe entre elles les données relevées et tes perceptions.

3- Traduis dans un langage approprié chacun des faits.

Durée : 1 h

Matériel : Situation de départ

Stratégies d'enseignement/ apprentissage :

Travail individuel ($t_i = 15$ min)

Travail en groupe ($t_g = 15$ min)

Travail collectif ($t_c = 30$ min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont circonscrit les situations-problèmes soulevés.

représentations initiales par rapport à la situation de départ.

- L'enseignant évitera d'apprécier les productions des apprenants. Il aura cependant à identifier celles qui sont justes ou erronées pour des activités adéquates à mener au cours de l'étape de retour et projection.

Activité N°3 :

Enonce une proposition d'explication à chacun des faits évoqués

Consigne :

- 1- Fais le point de tes observations sur les différents faits évoqués dans la situation de départ.
- 2- Enonce des interrogations par rapport aux faits évoqués en tenant compte de tes observations.
- 3- en exploitant les documents mis à ta disposition, donne une explication à chacun des faits étudiés.

Durée : 1 h 30 min

Matériel :

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

- Travail individuel (ti = 30 min)
- Travail en groupe (tg = 40 min)
- Travail collectif (tc = 20 min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont formulé des propositions d'explication d'un hydrocarbure et d'une liaison covalente.

Activité N°4 :

Mets à l'épreuve la proposition d'explication choisie.

Consigne :

- 1- Décèle des façons de faire au regard de l'explication retenue.
- 2- Choisis la façon de faire appropriée.
- 3- Etablis une stratégie de mise en œuvre de l'explication.
- 4- Recueille les résultats.
- 5- Exécute les tâches relatives aux diverses procédures arrêtées.

L'enseignant donnera la composition de chaque molécule. Exemple : la molécule de méthane est formée d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.

L'enseignant insistera sur l'écriture correcte des formules.

L'enseignant fera

<p>6- Confronte les résultats obtenus à l'explication provisoire formulée.</p> <p>7- Formule l'explication relative à chaque phénomène.</p> <p>Durée : 3 h</p> <p>Matériel : Modèles moléculaires et documents de Sciences physiques</p> <p>Stratégies d'enseignement/ apprentissage : Travail individuel ($t_i = 40\text{min}$) Travail en groupe ($t_g = 50\text{ min}$) Travail collectif ($t_c = 90\text{ min}$)</p> <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - écrit les formules chimiques de chacune des molécules et équations équilibrées des réactions chimiques. - construit et représenté chacune des molécules. <div style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <h2 style="margin: 0;">Retour et projection</h2> </div> <p>Activité N °5 : Objective tes savoirs construits et les démarches utilisées.</p> <p>Consigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fais le point des savoirs construits - Dis les démarches suivies pour construire ces savoirs - Identifie les réussites obtenues et les difficultés rencontrées - Dégage des possibilités d'une meilleure acquisition des savoirs <p>Durée : 30 min</p> <p>Matériel : Savoirs construits.</p> <p>Stratégies d'enseignement / apprentissage : Travail individuel ($t_i = 10\text{min}$) Travail en groupe ($t_g = 10\text{ min}$)</p>	<p>remarquer que les liaisons s'établissent grâce aux électrons de la couche externe des atomes.</p> <p>L'enseignant informera les élèves sur les autres propriétés physiques de ces hydrocarbures.</p> <p>L'enseignant insistera sur le modèle moléculaire éclaté. C'est ce type de modèle moléculaire qui permet de mettre en évidence les angles entre les différentes liaisons et les différents types de liaisons covalentes.</p> <p>L'enseignant(e) amènera les élèves à définir une réaction chimique.</p> <p>L'enseignant, au niveau de l'objectivation, interrogera surtout les apprenants qui, pendant l'introduction, avaient des perceptions trop écartées de la réalité scientifique.</p>
--	--

<p>Travail collectif ($t_c = 10$ min)</p> <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont récapitulé les savoirs construits et retracé les démarches de l'apprentissage.</i></p> <p>Activité N°6 :</p> <p>Réinvestis tes acquis dans d'autres situations de vie courante.</p>	<p>Il est possible que les propositions des élèves soient plus pertinentes. Dans ce cas, il est préférable que le professeur les retienne préférentiellement.</p>
--	---

Voici un exemple de situation de réinvestissement

Contexte

Après la SA4 de PCT, un élève de la classe de quatrième se fixe le défi d'expliquer l'extrait suivant, tiré d'un article de chimie : «le soufre et le carbone réagissent tous deux avec le dioxygène, mais les résultats sont bien différents.»

Support :

Voici le matériel disponible : bec bunsen, fusain, soufre, bocal en verre, verre à pied, solution de permanganate de potassium, eau de chaux, eau.

Tâche : Elabore une explication à l'extrait en respectant une démarche expérimentale.

Consigne :

- 1- Formule une question scientifique sur cet extrait.
- 2- Emets une hypothèse à éprouver.
- 3- Propose les protocoles expérimentaux à mettre en œuvre et les résultats à obtenir.
- 4- Ecris :
 - a. les équations des réactions en jeu ;
 - b. les noms des produits et les dessins de leur modèle moléculaire

Durée : 2 h

LES ANNEXES DE LA SA 4

C. Les molécules

1. Généralités

- Les **molécules** sont des assemblages d'atomes électriquement neutres dans lesquels les atomes sont liés par des liaisons dénommées **liaisons de covalence**.

- Une molécule est représentée par une **formule**; la formule indique la nature et le nombre des atomes présents dans la molécule. Par exemple, la formule de l'ammoniac est NH_3 : sa molécule contient 1 atome d'azote et 3 atomes d'hydrogène.

- Si tous les atomes constituant la molécule sont identiques, elle correspond à un **corps simple**. Le dihydrogène, de formule H_2 , est un corps simple.

- Si la molécule est formée d'atomes différents, on a un **corps composé**. L'eau, de formule H_2O , est un corps composé.

- On représente les molécules en utilisant des **modèles moléculaires** qui permettent de se rendre compte de la forme et du volume relatif des molécules.

Dans ce système de représentation, les atomes sont figurés par des boules ou par des portions de boules dont la couleur dépend de leur nature : blanc pour l'hydrogène, rouge pour l'oxygène, bleu pour l'azote, noir pour le carbone...

Dans les **modèles éclatés**, les boules sont petites et représentent le centre de l'atome considéré; on les réunit par des bâtonnets qui figurent les liaisons. Cela fait apparaître le squelette de la molécule (avec les longueurs des liaisons et les angles qu'elles forment) et non pas sa forme véritable.

Avec les **modèles compacts** utilisant des portions de boules qui s'interpénètrent, on obtient une bonne représentation de la forme de la molécule.

Remarque : la formule d'une molécule permet de lui attribuer un nom, et inversement.

Le trioxygène a pour formule O_3 ; P₄ s'appelle le tétraphosphore et S₈ l'octosoufre; le monoxyde de carbone a pour formule CO et le dioxyde de carbone CO_2 ; V_2O_5 se nomme pentoxyde de divanadium...

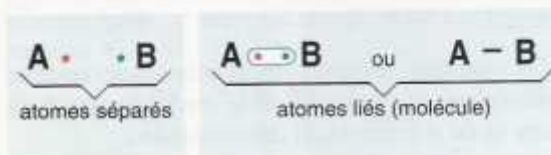
2. La liaison de covalence

a. Constitution d'une liaison de covalence

- Pour qu'une liaison de covalence puisse se constituer entre 2 atomes, il faut que chacun d'eux comporte 1 **électron célibataire sur sa couche externe**. Ces électrons célibataires apparaissent dans la représentation de Lewis de l'atome, et vous comprenez maintenant l'importance de cette figure.

- L'électron célibataire du premier atome est **mis en commun** avec l'électron célibataire du deuxième atome; l'**ensemble de ces 2 électrons** constitue alors 1 **doublet** (doublet de liaison) et c'est lui qui assure la liaison entre les atomes.

Illustrons ce processus dans le cas des atomes A et B ayant chacun 1 seul électron célibataire sur leur couche périphérique :



On représente la mise en commun des 2 électrons par un trait courbe entourant les 2 électrons ou bien par un tiret allant de A vers B. Ce tiret symbolise le **doublet de liaison** ou, ce qui est équivalent, la **liaison de covalence** entre les atomes A et B dans la molécule AB formée.

Deux atomes forment entre eux une liaison de covalence en mettant en commun un doublet d'électrons.

La représentation d'une molécule avec les atomes et les doublets de liaison porte le nom de **représentation de Lewis** de la molécule.

b. La valence d'un atome

- Ce sont les **électrons célibataires** de la couche externe qui permettent de constituer les liaisons de covalence. En conséquence, si un atome comporte plusieurs électrons célibataires sur sa couche périphérique, il peut former plusieurs liaisons de covalence.

La valence d'un atome est le nombre de liaisons de covalence qu'il peut former.

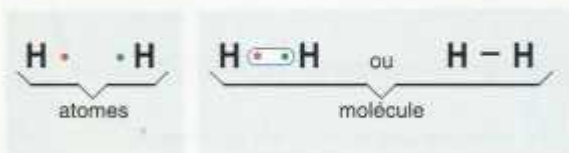
D. Exemples de molécules

Nous allons présenter les molécules du programme en indiquant leur mode de formation à partir des atomes, leur géométrie et leur représentation par des modèles.

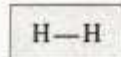
1. Molécules diatomiques à simple liaison

a. La molécule de dihydrogène H_2

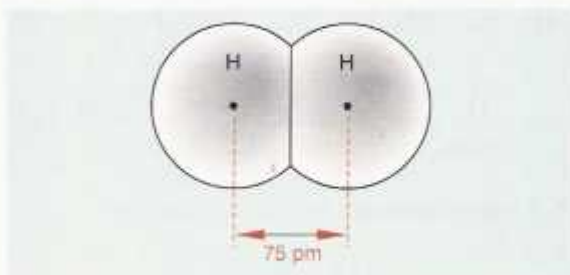
- La molécule de dihydrogène est formée de 2 atomes d'hydrogène H; sa formule est H_2 .
- Elle résulte de la formation d'une liaison de covalence entre les 2 atomes H :



- Représentation de Lewis de la molécule :



- Modèle compact de la molécule :



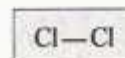
La distance séparant les centres des 2 atomes liés porte le nom de **longueur de liaison**. La longueur de la liaison H—H est 75 pm.

b. La molécule de dichlore Cl_2

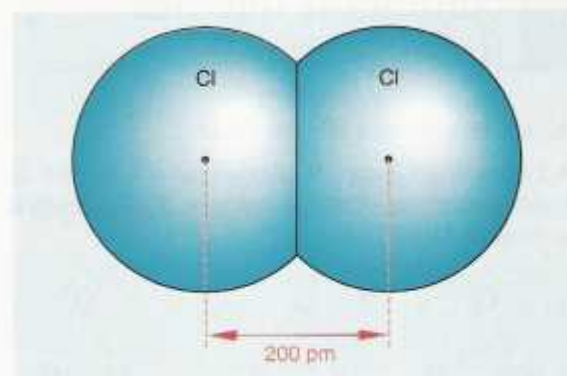
- La molécule de dichlore est constituée à partir de 2 atomes de chlore Cl; sa formule s'écrit : Cl_2 .
- Il s'établit une liaison de covalence entre les 2 atomes Cl :



- Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :

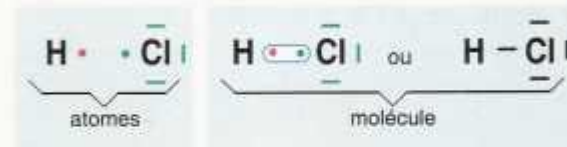


- Modèle compact de la molécule :

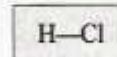


c. La molécule de chlorure d'hydrogène HCl

- La molécule de chlorure d'hydrogène résulte d'une liaison entre 1 atome d'hydrogène et 1 atome de chlore, sa formule est HCl :

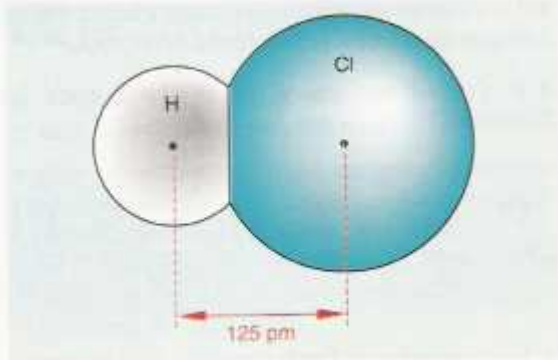


- Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



- Vérifiez que l'atome H, dans la molécule, est entouré de 1 doublet d'électrons et l'atome Cl par 1 octet; la règle de l'octet est bien satisfaite.

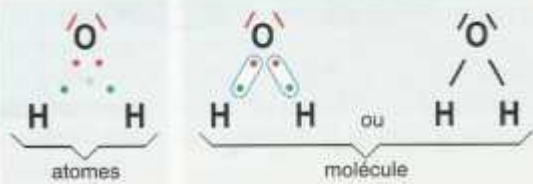
- Modèle compact de la molécule :



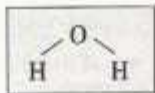
2. Molécules polyatomiques ne contenant que des liaisons simples

a. La molécule d'eau H_2O

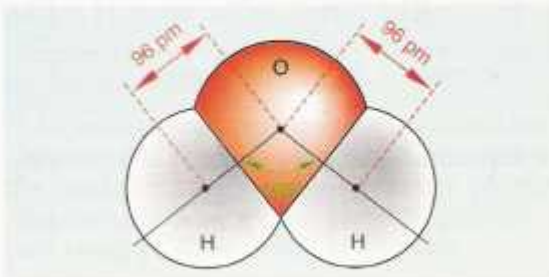
- La molécule d'eau est triatomique. Constituée de 1 atome d'oxygène O et de 2 atomes d'hydrogène H; sa formule s'écrit H_2O :



- Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



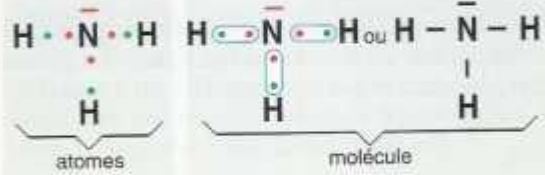
- Modèle compact de la molécule :



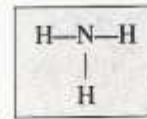
La molécule d'eau est triangulaire.

b. La molécule d'ammoniac NH_3

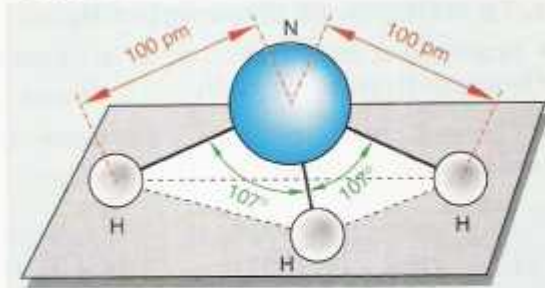
- La molécule d'ammoniac est constituée de 1 atome d'azote N et de 3 atomes d'hydrogène H; sa formule est NH_3 :



- Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



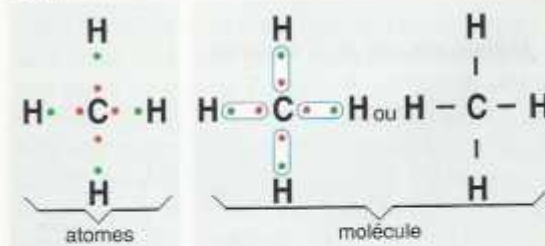
- Modèle éclaté de la molécule :



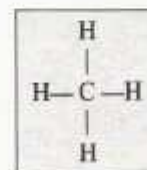
La molécule d'ammoniac est pyramidale.

c. La molécule de méthane CH_4

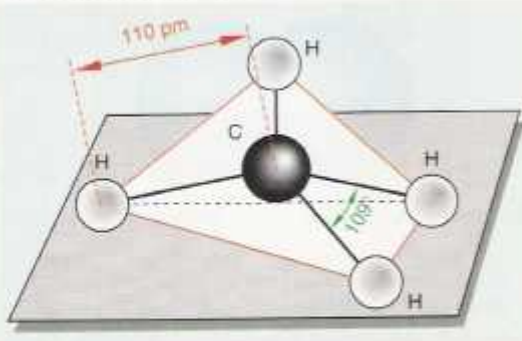
- La molécule de méthane contient 1 atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène. Sa formule s'écrit CH_4 :



- Représentation de Lewis de la molécule :



- Modèle éclaté de la molécule :



La molécule de méthane est tétraédrique.

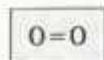
3. Molécules contenant des liaisons multiples

a. La molécule de dioxygène O_2

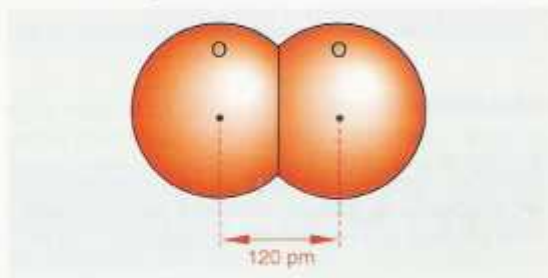
- La molécule de dioxygène est formée de 2 atomes d'oxygène ; sa formule est O_2 :



- Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



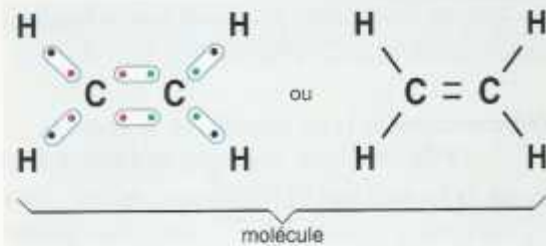
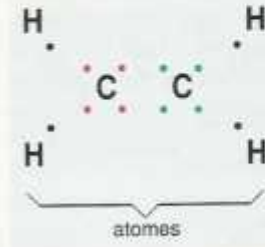
- Modèle compact de la molécule :



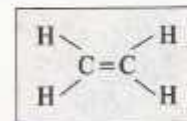
Dans une molécule de dioxygène, les 2 atomes d'oxygène sont liés par 1 liaison double.

b. La molécule d'éthylène C_2H_4

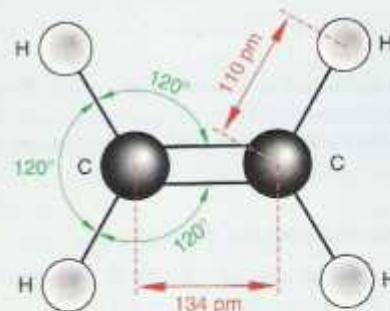
- Il faut former des liaisons entre 2 atomes de carbone tétravalents et 4 atomes H monovalents de manière à satisfaire la règle de l'octet :



- Représentation de Lewis de la molécule d'éthylène :



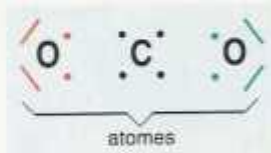
- Modèle éclaté de la molécule :



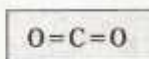
Dans la molécule d'éthylène, les 2 atomes de carbone sont doublement liés.

c. La molécule de dioxyde de carbone CO₂

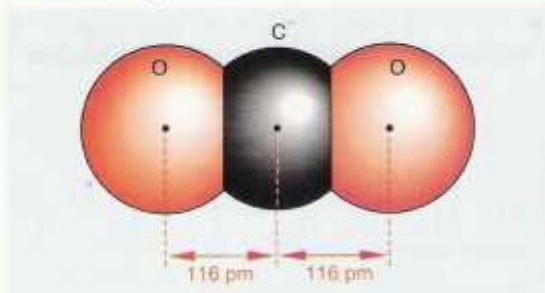
• La molécule de dioxyde de carbone est constituée de 1 atome de carbone et de 2 atomes d'oxygène. Sa formule s'écrit CO₂ :



• Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



• Modèle compact de la molécule :



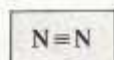
Dans une molécule de dioxyde de carbone, il existe 2 liaisons doubles C=O.
La molécule de dioxyde de carbone est linéaire.

d. La molécule de diazote N₂

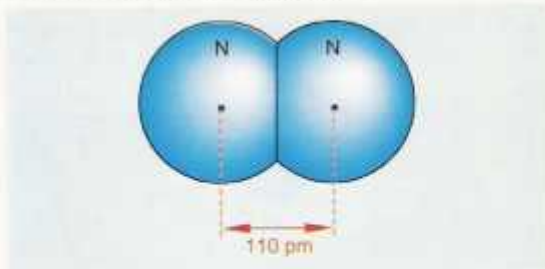
• La molécule de diazote résulte de l'association de 2 atomes d'azote ; sa formule est N₂ :



• Représentation de Lewis simplifiée de la molécule :



• Modèle compact de la molécule :



Dans la molécule de diazote, les 2 atomes sont triplement liés.

E. La mole

1. Définition de la mole

a. Rappel : la mole d'atomes

Nous avons vu au chapitre 5 qu'il n'est pas possible d'opérer, en Chimie, avec 1, 2... ou un nombre limité d'atomes. En effet, leur masse est trop petite pour que l'on puisse effectuer des pesées.

En conséquence, le chimiste considère toujours un grand nombre d'atomes, mais toujours le même nombre d'atomes. En regroupant N atomes (N étant le nombre d'Avogadro), il constitue une mole d'atomes. Et cette quantité de matière a une masse suffisante pour que l'on puisse la peser.

Les molécules (ou les ions) sont également des espèces chimiques de très faible masse et le chimiste utilise le même procédé : il considère globalement un très grand nombre de molécules (ou d'ions).

b. La mole d'ions

DÉFINITION : une mole d'ions d'une espèce déterminée est la quantité de matière constituée par un nombre N de ces ions (N : nombre d'Avogadro).

Vous pouvez utiliser l'abréviation mol de la mole.

• La valeur du nombre d'Avogadro est :

$$N \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

1. COMBUSTION DU CARBONE DANS LE DIOXYGÈNE

■ Expérience.

Un morceau de fusain est porté à incandescence dans l'air (figure 1). Retiré de la flamme, il s'éteint rapidement. Introduit dans un flacon de dioxygène contenant un peu d'eau, il continue de brûler, mais avec une **incandescence** beaucoup plus vive et avec projection d'étincelles.

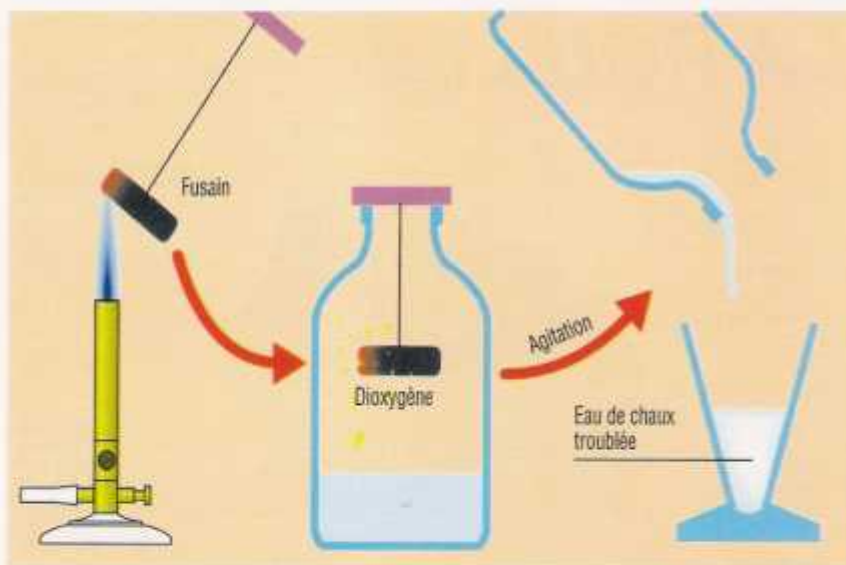


FIGURE 1 Combustion du carbone dans le dioxygène.

Une fois la combustion terminée, agitions pour dissoudre le gaz formé. L'effet de ventouse ressenti est dû à la contraction du gaz contenu dans le flacon lors du refroidissement et à sa solubilité dans l'eau. La solution obtenue trouble l'eau de chaux, ce qui permet de conclure à la formation de **dioxyde de carbone**.

■ Bilan.

Le fusain peut être considéré comme carbone pratiquement pur. Il est constitué d'atomes de carbone régulièrement empilés et formant un pavage d'hexagones réguliers (figure 2).

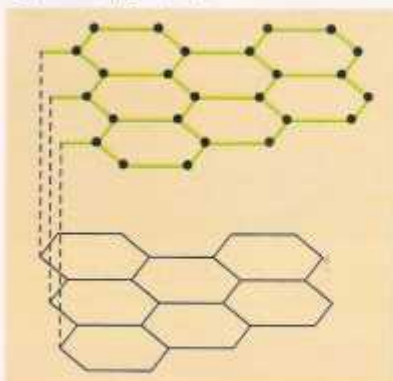


FIGURE 2 Arrangement des atomes de carbone.

Corps simple à l'état solide, il n'est constitué que d'une seule sorte d'atomes et est représenté par le symbole des atomes qui le constituent, soit C. Nous écrivons le bilan de la combustion :



Tout se passe comme si un atome de carbone se combinait à une molécule de dioxygène pour former une molécule de dioxyde de carbone.

Le carbone s'est oxydé. La combustion du carbone dans le dioxygène est une **oxydation** du carbone.

Dans l'air, l'énergie dégagée par la combustion du fusain n'est pas suffisante pour entretenir la réaction.

La réaction est exothermique. La chaleur dégagée permet de vaporiser un peu de l'eau contenue dans le flacon et explique la présence de buée sur les parois du flacon.



PHOTO 3 Combustion du carbone dans un flacon de dioxygène.



PHOTO 4 Trouble de l'eau de chaux.

Remarque : Si on observe une petite flamme au cours de la combustion, c'est qu'il s'est formé du monoxyde de carbone gazeux qui brûle lui aussi en donnant du dioxyde de carbone selon : $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

2. COMBUSTION DU SOUFRE DANS LE DIOXYGÈNE

■ Le soufre.

Corps solide jaune, le soufre se présente sous forme de bâton, appelé *canon de soufre*, ou pulvérisé, c'est alors du *soufre en fleur*.

C'est un **corps simple** à l'état solide ; nous le représenterons donc par le symbole des atomes qui le constituent, soit S.



PHOTO 5 Soufre en fleur.



PHOTO 6 Soufre en canon.

■ La combustion.

Amorçons la réaction dans l'air. Le soufre fond, prend une couleur caramel puis brûle avec une petite flamme bleue.

Dans le dioxygène pur, la combustion est beaucoup plus vive. On observe une belle **flamme bleue** et d'abondantes **fumées blanches**. Il se forme aussi un **gaz incolore d'odeur suffocante**.

Agitons de façon à dissoudre le maximum des produits formés. On ressent un fort effet de ventouse et la solution obtenue décolore la solution de permanganate de potassium.

Évitez de respirer les produits formés, ils sont *toxiques*. Le dioxyde de soufre SO_2 provoque la toux et irrite les yeux.

Seuil de toxicité 0,003 mg/l. Mortel en 5 à 10 min pour 9 mg/l.



PHOTO 7 Combustion du soufre.

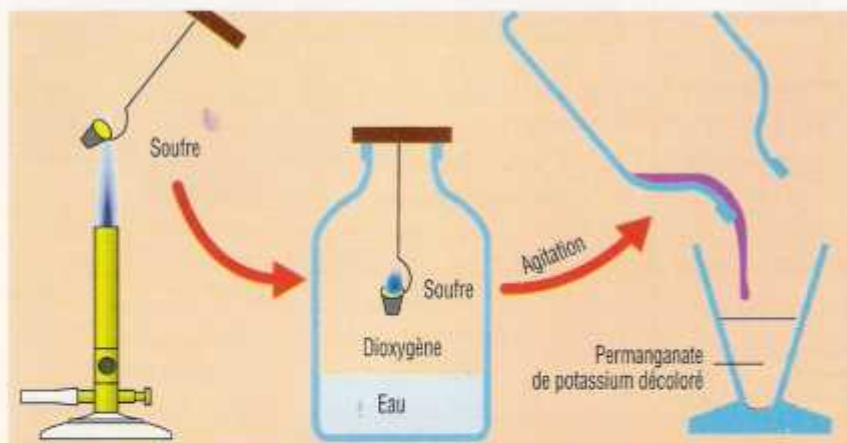


FIGURE 3 Combustion du soufre dans le dioxygène.

■ **Bilan** : Il s'est formé deux corps nouveaux :

– le gaz irritant est le **dioxyde de soufre** :



– les fumées blanches sont du **trioxyde de soufre** :



PHOTO 8 Décoloration du permanganate de potassium

3. RÉACTION AVEC LE FER

■ Combustion vive.

Attachons un tampon de paille de fer au bout d'un tortillon de fil de fer et chauffons jusqu'à incandescence.



PHOTO 9 Combustion du fer.



FIGURE 4 Combustion du fer.

Le fer introduit dans un flacon de dioxygène contenant un peu d'eau, **brûle sans flamme avec projection d'étincelles**. Des globules d'oxyde magnétique Fe_3O_4 tombent au fond du flacon. Le fer s'est combiné avec le dioxygène pour former l'oxyde magnétique suivant :



■ Oxydation lente.

Plaçons un tampon de paille de fer décapé et lavé dans un ballon de dioxygène, retournons le ballon et plongeons l'extrémité du tube dans un liquide coloré.

L'action du dioxygène humide noircit puis brunit la paille de fer. Il se forme de la **rouille** dont le constituant essentiel est l'oxyde de fer Fe_2O_3 . Le liquide monte dans le tube. En une demi-heure, l'ascension est déjà appréciable.

Cette oxydation qui se fait à température ambiante est appelée **oxydation lente**, par opposition à la combustion vive.

La nature de l'oxyde formé dépend des conditions de sa formation.



PHOTO 10 Oxydation lente du fer.

Les **corps simples** à l'état solide sont représentés par le symbole des atomes qui les constituent.

L'**oxydation** d'un corps simple donne un **oxyde** de ce corps simple.

Corps simple + dioxygène → oxyde du corps simple.

Le **trouble de l'eau de chaux** permet de reconnaître le **dioxyde de carbone** CO_2 .

La **décoloration d'une solution de permanganate de potassium** permet de reconnaître le **dioxyde de soufre** SO_2 .

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 5

Titre : La propagation de la lumière dans l'environnement de l'homme

1- Eléments de planification

- 1.1. Durée : 2 h x 6 = 12 h
- 1.2. Contenus de formation
 - 1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 1	Capacités	Habilités
<i>Elaborer une explication d'un fait ou d'un phénomène de son environnement naturel ou construit en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres à la physique, à la chimie et à la technologie</i>	<p>1.1. Exprimer sa perception d'une situation-problème relative à un phénomène, à un fait ou à un objet de l'environnement naturel ou construit</p> <p>1.2. Circonscrire la situation-problème.</p> <p>1.3. Enoncer une proposition d'explication à la situation- problème</p>	<p>1.1.1. Exprimer sa perception initiale de la situation-problème</p> <p>1.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades</p> <p>1.1.3. Etablir des liens entre la situation-problème et d'autres situations-problèmes auxquelles on a été confronté</p> <p>1.2.1 Relever les données de la situation-problème</p> <p>1.2.2. Associer entre elles les données de la situation-problème et sa perception.</p> <p>1.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié le problème circonscrit</p> <p>1.3.1. Collecter des données par observation, interview, enquête ou expérimentation.</p> <p>1.3.2. Enoncer des interrogations par rapport à ces données</p> <p>1.3.3. Formuler des explications provisoires</p> <p>1.3.4. Choisir l'explication la plus plausible</p>

	<p>1.4. Mettre à l'épreuve la proposition de l'explication choisie</p> <p>1.5. Objectiver les résultats obtenus et la démarche suivie</p> <p>1.6. Améliorer au besoin sa production</p> <p>1.7. Réinvestir les acquis dans une situation de vie courante</p>	<p>1.4.1. Déceler des façons de faire au regard de l'explication.</p> <p>1.4.2. Choisir la façon de faire appropriée.</p> <p>1.4.3. Etablir une stratégie de mise en œuvre de l'explication.</p> <p>1.4.4. Exécuter les tâches relatives à l'explication.</p> <p>1.4.5. Recueillir les résultats.</p> <p>1.4.6. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée.</p> <p>1.5.1. Confronter les résultats recueillis à l'explication provisoire formulée</p> <p>1.5.1. Faire le point des savoirs construits.</p> <p>1.5.2. Dire comment les savoirs ont été construits.</p> <p>1.5.3. Dégager des réussites et des difficultés rencontrées.</p> <p>1.5.4. Dégager des possibilités d'amélioration.</p> <p>1.6.1. Choisir une ou des améliorations possibles à appliquer en tenant compte des ressources et du temps disponibles.</p> <p>1.6.2. Appliquer l'(les) amélioration(s) retenue(s).</p> <p>1.7.1. Enoncer les savoirs construits.</p> <p>1.7.2. Identifier des situations de vie courante par rapport auxquelles les</p>
--	--	--

		savoirs construits et les démarches utilisées sont pertinents. 1.7.3. Choisir une situation de vie courante. 1.7.4. Appliquer les acquis à la situation choisie.
--	--	--

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	1.1. Rechercher l'information disponible au regard d'un besoin à satisfaire ou d'une tâche à réaliser.	1.1.1. Se référer à des sources variées d'informations 1.1.2. Sélectionner l'information pertinente à la satisfaction du besoin ou à la réalisation de la tâche 1.1.3. Valider l'information recueillie
2- Résoudre une situation-problème	2.1. Analyser la situation-problème	2.1. 4. Se faire une représentation de la situation-problème
8- Communiquer de façon précise et appropriée	8.2. Planifier la situation de communication 8.3. Réaliser la situation de communication	8.2.1. Adopter une attitude favorable à la communication 8.25. Organiser les idées, les moyens et les ressources 8.3.3. Utiliser le vocabulaire approprié

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
2- Agir individuellement et collectivement dans le respect mutuel et l'ouverture d'esprit	2.3. Explorer des points de vue relatifs à la situation-problème	2.3.1. contribuer à l'instauration d'un climat favorable à l'expression d'idées d'opinions d'émotions... 2.3.3. Explorer les idées des autres

	2.4. Prendre position	2.4.5. Faire preuve de sens critique
--	-----------------------	--------------------------------------

1.2.2. Connaissances et techniques :

- Ombre et pénombre : éclipse, différentes phases de la lune
- Cône d'ombre
- Eclipses du soleil et de la lune
- Réfraction de la lumière
- Réalisation d'ombre, de pénombre, de cône d'ombre avec une source lumineuse ponctuelle ou étendue
 - Schéma des positions relatives de soleil, terre et lune mettant en évidence les principales phases lunaires
 - Schéma des positions relatives de soleil, terre et lune mettant en évidence les éclipses de la lune et du soleil
 - Schémas mettant en évidence le phénomène de la réfraction dans l'eau

1.2.3. Stratégie objet d'apprentissage : laissée au choix de l'enseignant.

1.3. Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, résolution de problème et enquête.

1.4. Matériel :

Lampe de poche, lampe à pétrole, flamme de bougie, écran, ballon, règle, compas, rapporteur, eau, projecteur de lumière, demi-cylindre en verre ou plexiglas, cuve.

1.5. Evaluation : En fonction du contexte et des différentes étapes de la SA, l'enseignant choisira et confectionnera les outils adaptés à l'évaluation des apprentissages.

1.6. Documents de référence suggérés

Programme de PCT de la classe de Quatrième ; guide du programme de PCT de la classe de Quatrième ; tous autres documents de sciences physiques traitant du thème.

2. Informations et commentaires

L'éclipse est la disparition temporelle complète (éclipse totale) ou partielle (éclipse partielle) d'un astre due à son passage dans l'ombre ou la pénombre d'un autre.

L'éclipse de lune est son passage dans l'ombre de la terre.

L'éclipse du soleil est son occultation par la lune.

On parle de l'éclipse annulaire du soleil lorsque le diamètre apparent du soleil est supérieur à celui de la lune.

3. Préparation :

Elle revient à l'enseignant qui doit :

- faire l'enquête de terrain,
- s'investir dans la recherche documentaire,
- rassembler les objets ou matériel d'observation et d'expérience, et ceci, en quantité suffisante,
- apprêter sa fiche pédagogique et les fiches activités d'élèves photocopiées,
- prendre des dispositions de sécurité,
- choisir d'avance les stratégies objets d'apprentissage et d'enseignement / apprentissage,
- organiser sa classe en un nombre raisonnable de groupes d'élèves,
- rédiger des outils d'évaluation...

4. Déroulement :

Situation de départ :

Codjo, Cossi et Assiba, trois élèves en classe de quatrième, mènent la discussion suivante pendant les congés de Pâques :

Codjo introduit le débat en disant : « il y a une observation qui m'étonne ; par période dans le même mois, la lune prend différentes formes.

Cossi ajoute : « mon papa m'a dit que la lumière que nous recevons de la lune provient du soleil. »

Assiba intervient et rapporte : « le 29 mars 2006 à Abomey, il s'est produit un événement insolite. Pendant environ trois minutes "la lune a attrapé le soleil", et en plein jour, il a fait nuit ».

Codjo s'exclame : « oui, ce jour-là j'étais à Cotonou et le même phénomène s'était produit. Je m'étais cru au crépuscule. Je me souviens encore de mes lunettes d'observation ».

Tâche :

Elabore une explication de chacune des manifestations de la lumière évoquées.

Indications pédagogiques	Recommandations
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Introduction</div> <p>Activité N°1 : Exprime ta perception initiale relative à la situation de départ.</p>	<p>- Les élèves expriment leurs</p>

Consigne :

- 1- Donne ta propre perception des faits décrits dans la situation de départ.
- 2- Discute de ta perception avec tes camarades.
- 3- Etablis les liens entre les faits décrits et d'autres faits vécus relatifs à la lumière.
- 4- Retiens avec ton groupe la démarche et les activités à mener pour expliquer scientifiquement ces manifestations de la lumière.

Durée : 1 h**Matériel :** Texte de la situation de départ**Stratégies d'enseignement / apprentissage :**Travail individuel ($t_i = 15$ min)Travail en groupe ($t_g = 15$ min)Travail collectif ($t_c = 30$ min)**Descriptif des résultats attendus**

Les apprenants ont exprimé leurs représentations initiales sur les faits décrits dans la situation de départ.

Réalisation

Activité N°2 :

Circonscriis les manifestations de la lumière évoquées dans la situation de départ.

Consigne :

- 1- relève les données de chaque fait évoqué.
- 2- associe entre elles les données relevées et tes perceptions
- 3- traduit, sous forme opérationnelle et dans un langage approprié, chaque fait.

Durée : 1 h**Matériel :**

Le texte de la situation de départ

représentations initiales par rapport à la situation de départ.

- L'enseignant évitera d'apprécier les productions des apprenants. Il aura cependant à identifier celles qui sont justes ou erronées pour des activités adéquates à mener au cours de l'étape de retour et projection.

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel (ti = 15 min)

Travail en groupe (tg = 15 min)

Travail collectif (tc = 30 min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont circonscrit chaque fait évoqué

Activité N°3 :

Énonce une proposition d'explication de chacune des manifestations de la lumière

Consigne :

- 1- Fais le point de tes observations sur les différents faits évoqués dans la situation de départ.
- 2- Énonce des interrogations par rapport aux faits évoqués en tenant compte de tes observations.
- 3- Propose une explication à chacun des faits étudiés.

Durée : 2 h

Matériel : texte de la situation de départ ; documents guide et programme de la classe de 4^e.

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel (ti = 20 min)

Travail en groupe (tg = 30 min)

Travail collectif (tc = 1 h)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont formulé des propositions d'explication sur :

- l'ombre propre ;
- les différentes phases de la lune ;
- la formation des éclipses ;
- la réfraction.

Activité N°4 :

Mets à l'épreuve les propositions d'explications retenues

Consigne

- 1- Choisis la façon de faire appropriée.

L'enseignant réalisera l'obscurité dans la salle de classe au cours des expériences afin que les résultats attendus soient bien

- 2- Etablis une stratégie de mise en œuvre de l'explication.
- 3- Recueille les résultats.
- 4- Exécute les tâches relatives aux diverses procédures arrêtées.
- 5- Confronte les résultats obtenus à l'explication provisoire formulée.
- 6- Formule l'explication relative à chaque phénomène.

Durée : 5 h 30 min

Matériel : source de lumière, écran, deux balles de diamètres différents, demi-cylindre de plexiglas ou autre.

Stratégies d'enseignement / apprentissage :

Travail individuel (ti = 1 h 30 min)

Travail en groupe (tg = 1 h 30 min)

Travail collectif (tc = 2 h 30 min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- choisi la façon de faire appropriée ;
- établi une stratégie de mise en œuvre de l'explication ;
- recueilli les résultats ;
- exécuté les tâches relatives aux diverses procédures arrêtées ;
- confronté les résultats obtenus à l'explication provisoire formulée ;
- formulé l'explication relative à chaque phénomène.

Retour et projection

Activité N°5 :

Objectiver tes savoirs construits et les démarches utilisées

Consigne :

- 1- Fais le point des savoirs construits
- 2- Dis les démarches suivies pour construire ces

observables.

Il donnera le nom des ombres.

Au cours de cette activité, l'enseignant veillera à ce que les règles de la construction géométrique en optique soient rigoureusement respectées. C'est l'occasion pour l'enseignant de montrer à l'apprenant que des dimensions pourront être déduites de cette construction géométrique d'où la nécessité d'y mettre le plus grand soin.

<p>savoirs</p> <p>3- Identifie les réussites obtenues et les difficultés rencontrées</p> <p>4- Dégage des possibilités d'une meilleure acquisition des savoirs</p> <p>Durée : 30 min</p> <p>Matériel : Savoirs construits</p> <p>Stratégies d'enseignement / apprentissage :</p> <p>Travail individuel (ti = 10 min)</p> <p>Travail en groupe (tg = 10 min)</p> <p>Travail collectif (tc = 10 min)</p> <p>Descriptif des résultats attendus</p> <p><i>Les apprenants ont récapitulé les savoirs construits, et rappelé la démarche utilisée pour y parvenir.</i></p> <p>Activité N°6 :</p> <p>Réinvestis tes acquis dans d'autres situations de vie courante.</p>	<p>L'enseignant(e), au niveau de l'objectivation, interrogera surtout les apprenants qui, pendant l'introduction, avaient des perceptions trop écartées de la réalité scientifique. Il profitera, au besoin, de cette phase pour proposer éventuellement des activités de remédiation ou de consolidation</p> <p>Il est possible que les propositions des élèves soient plus pertinentes. Dans ce cas, il est préférable que le professeur les retienne.</p>
--	--

Voici un exemple de situation de réinvestissement

Contexte

D'après les observations quotidiennes, les jours et les nuits se succèdent régulièrement à intervalles de temps plus ou moins constants et cela depuis la création du monde. Ce fait naturel devenu presque banal s'explique scientifiquement.

Tâche : élabore une explication du phénomène de la succession du jour et de la nuit.

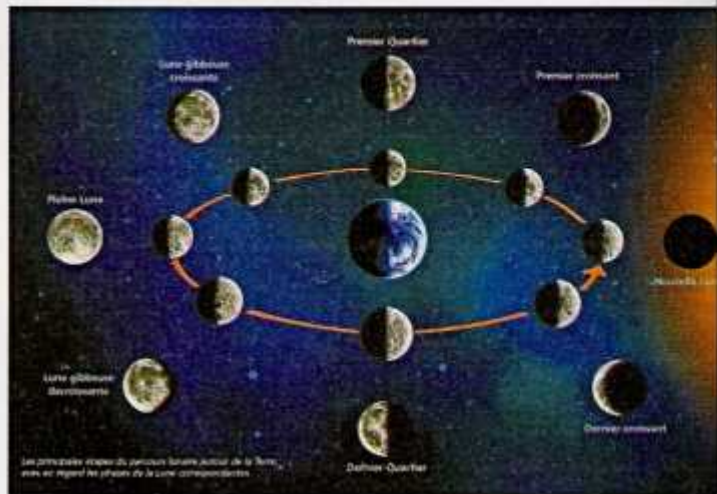
Consigne : A partir des recherches documentaires ou par expérimentation, organise- toi pour expliquer le phénomène de la succession des jours et des nuits.

Durée : 2 h

1. Le système Terre-Lune

Fig. 1. Le système Terre-Lune.

La Lune est un astre dont le diamètre est 3,7 fois plus petit que celui de la Terre. Elle gravite autour de notre planète en 29,5 jours (une lunaison), sur une orbite dont le rayon moyen est de 384 000 km. Les positions relatives du Soleil, de la Terre et de la Lune expliquent les différentes phases lunaires au cours de la lunaison.



La Lune est un satellite naturel en orbite autour de la Terre.

2. Les phases de la Lune

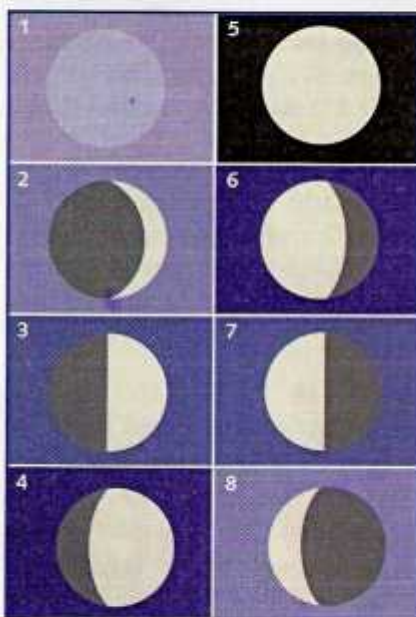


Fig. 2. Un cycle lunaire.

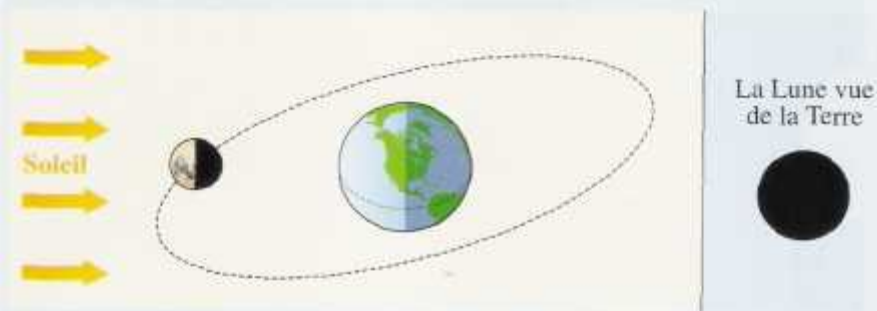
1. Lorsque la Lune s'intercale entre le Soleil et la Terre, nous présente sa face obscure : c'est la **nouvelle Lune**.
2. Quelques jours plus tard, un fin croissant apparaît le soir, après le coucher du Soleil, vers l'ouest : le **premier croissant**.
3. Une semaine après la nouvelle Lune, la moitié du disque lunaire est éclairée : c'est le **premier quartier**, observable pendant la première moitié de la nuit.
4. La partie éclairée devient plus grande de jour en jour : c'est la **Lune gibbeuse croissante**.
5. Deux semaines après la nouvelle Lune, le disque lunaire est complètement éclairé : c'est la **pleine Lune**, observable toute la nuit.
6. À partir de ce jour, la Lune commence à décroître pour passer par la phase **gibbeuse décroissante**.
7. Une semaine après la pleine Lune, on observe le **dernier quartier** visible en fin de nuit.
8. Encore quelques jours et c'est le **dernier croissant** observable au jour levant. Puis le cycle des phases recommence.

La succession des différents aspects que présente notre satellite constitue les phases de la Lune.

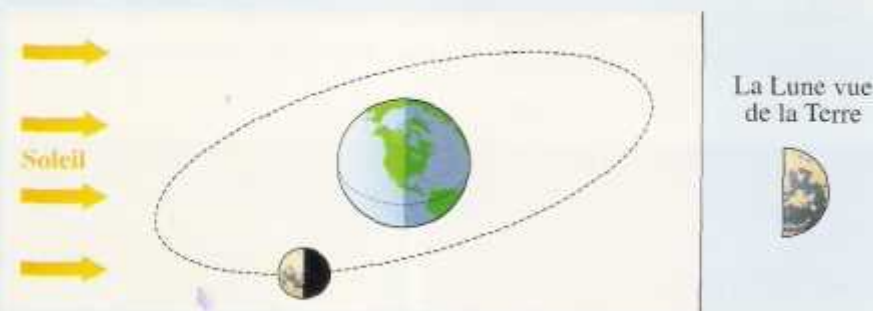
I Les phases de la Lune (activité 1)

La Lune tourne autour de la Terre à une distance moyenne de 384 000 km. Elle effectue un tour en 27,3 jours. Son orbite est un peu inclinée par rapport à celle de la Terre.

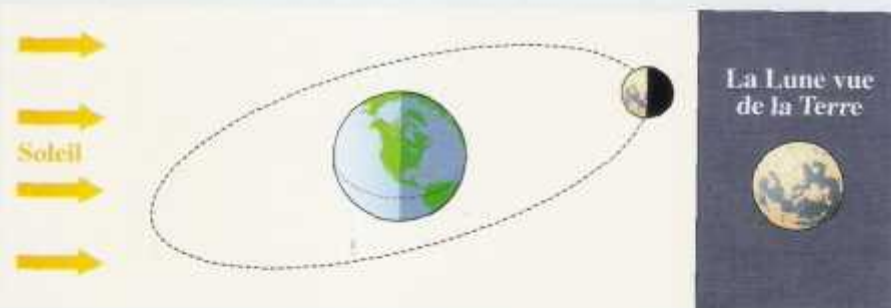
La partie de la Lune éclairée par le Soleil nous apparaît sous différents aspects : **nouvelle lune**, **premier quartier**, **pleine lune** et **dernier quartier** : ce sont les **phases de la Lune** (doc. 5, 6, 7 et 8). Ce cycle, appelé lunaison, dure 29,5 jours.



Doc. 5. La **nouvelle lune** au moment où la partie Lune se trouve face au Soleil est alors pratiquement invisible à un observateur terrestre.



Doc. 6. Au cours de la lunaison, suit la nouvelle lune, la Lune sous forme d'un croissant en plus gros, visible le soir. C'est le **premier quartier**, la moitié droite de la Lune est visible.



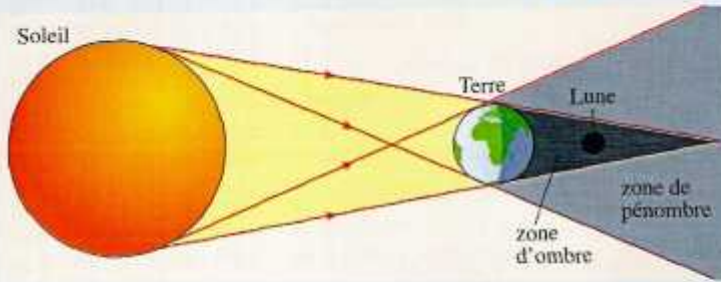
Doc. 7. Deux semaines après la nouvelle lune, on atteint la **pleine lune** : l'observateur terrestre voit, durant toute la nuit, un disque lunaire en totalité.



Doc. 8. Ensuite, la taille éclairée décroît. Lors du **dernier quartier**, la moitié gauche de la Lune est visible le matin.

2 L'éclipse de Lune (activité 2)

Parfois, la Lune entre dans la zone d'ombre de la Terre ; elle n'est donc plus visible : il s'agit d'une **éclipse de Lune**. Ce phénomène se produit lors d'une phase de pleine lune. Le Soleil, la Terre et la Lune sont alors alignés dans cet ordre (doc. 9).



Doc. 9. Positions du Soleil, de la Terre et de la Lune lors d'une éclipse de Lune.

Si la Lune n'entre pas entièrement dans la zone d'ombre de la Terre, il y a **éclipse partielle de Lune**.

Les éclipses de Lune sont assez fréquentes : il s'en produit une tous les six mois environ.

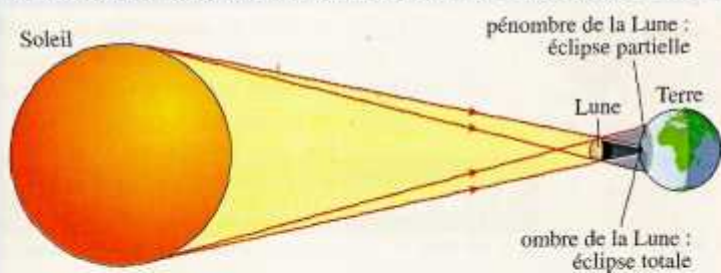
Pour s'entraîner : Ex. 9 et 10

3 L'éclipse de Soleil (activité 3)

Parfois, la Lune passe entre le Soleil et la Terre. Une partie de la surface terrestre se trouve alors dans l'ombre de la Lune ; un observateur se trouvant dans cette zone ne voit donc plus le Soleil, caché par la Lune. Il s'agit d'une **éclipse totale de Soleil**. Ce phénomène se produit lors d'une phase de nouvelle lune.

Le Soleil, la Lune et la Terre sont alors alignés dans cet ordre (doc. 10).

Pour un observateur placé dans la pénombre de la Lune, il y a **éclipse partielle de Soleil**.



Doc. 10. Positions du Soleil, de la Lune et de la Terre lors d'une éclipse de Soleil.

Comme une éclipse de Soleil n'est visible que sur une petite zone de la Terre seulement, les éclipses de Soleil, en un lieu donné, sont rares. En France, une éclipse totale de Soleil a eu lieu en 1999 ; la prochaine aura lieu en 2081 !

JE RETIENS

- La Lune est éclairée par le Soleil. Vue de la Terre, la partie éclairée de la Lune change chaque jour d'aspect : ce sont les phases de la Lune.
- Lors d'une éclipse de Lune, la Lune pénètre dans la zone d'ombre de la Terre.
- Lors d'une éclipse de Soleil, une partie de la surface terrestre se trouve dans l'ombre de la Lune.



Éclipse
Phase de la Lune

3. Les éclipses de Lune

a. Les circonstances

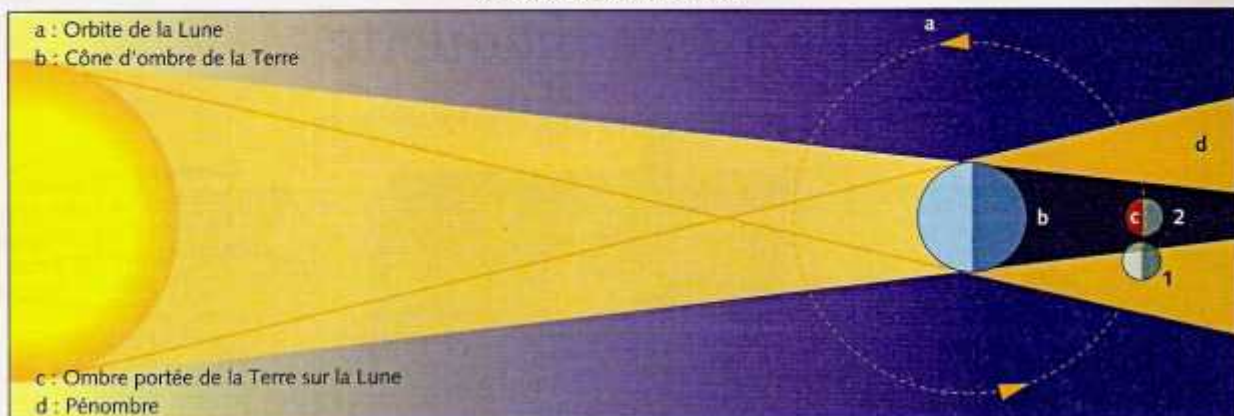


Fig. 3. Une éclipse de Lune est observable par tous les habitants de l'hémisphère terrestre plongé dans la nuit.



Fig. 4. La Lune pénètre dans le cône d'ombre de la Terre (à gauche). Quelques instants plus tard (à droite).

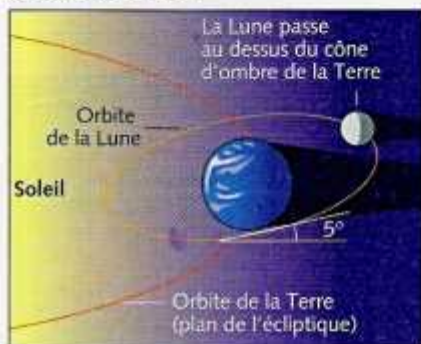


Fig. 5. Inclinaison de l'orbite de la Lune sur l'écliptique.

Au cours de sa révolution autour de notre planète, la Lune traverse parfois le cône d'ombre de la Terre (fig. 3) ; progressivement, elle est occultée (fig. 4) : il y a **éclipse de Lune**. Ce phénomène ne peut se produire que lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés, au moment de la **pleine Lune**.

b. Pourquoi n'y a-t-il pas éclipse de Lune à chaque pleine Lune ?

L'**écliptique** est le plan contenant l'orbite de la Terre autour du Soleil. L'orbite de la Lune est inclinée sur l'écliptique d'un angle de 5° .

Si, à la pleine Lune, notre satellite passe au-dessus ou en dessous du cône d'ombre de la Terre, il n'y a pas d'éclipse.

Chaque année, il ne se produit en moyenne que deux éclipses de Lune.

Une éclipse de Lune se produit lorsque la Lune traverse le cône d'ombre de la Terre.

L'essentiel

- La Lune est le satellite naturel de la Terre.
- Le mouvement orbital de la Lune autour de la Terre est à l'origine des phases de la Lune.
- Une éclipse de Lune se produit lorsque celle-ci pénètre dans le cône d'ombre de la Terre.

Mots-clés

- Phases, lunaison
- Cône d'ombre
- Éclipse, écliptique

SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 6

**Titre : Fabrication d'objets techniques selon la démarche technologique :
le dynamomètre et la chambre noire**

1- Eléments de planification

1.1. Durée : 10 h

1.2. Contenus de formation

1.2.1. Compétences

Compétence disciplinaire N° 2	Capacités	Habilités
<i>Exploiter la physique, la chimie et la démarche technologique dans la fabrication, l'utilisation et la réparation d'objets techniques</i>	<p>2.1. Exprimer sa perception de la situation–problème</p> <p>2.2. Circonscrire la situation-problème.</p> <p>2.3. Explorer les différentes possibilités de fabrication du dynamomètre/de la chambre noire</p> <p>2.4. Choisir la possibilité de fabrication la plus appropriée</p>	<p>2.1.1. Exprimer sa perception initiale des objets à fabriquer.</p> <p>2.1.2. Discuter de sa perception avec ses camarades.</p> <p>2.1.3. Etablir des liens entre la fabrication du dynamomètre/de la chambre noire et celle d'autres objets techniques réalisés antérieurement.</p> <p>2.2.1. Relever les données caractéristiques du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.2.2. Associer entre elles ces données.</p> <p>2.2.3. Traduire sous forme opératoire et dans un langage approprié la situation-problème.</p> <p>2.3.2. S'informer sur les possibilités de fabrication du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.3.3. Proposer différentes possibilités de fabrication du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.4.1. Emettre des idées de mise en œuvre des possibilités</p>

	<p>2.5. Mettre en œuvre la possibilité de fabrication choisie</p> <p>2.6. Objectiver la démarche suivie et les résultats obtenus</p> <p>2.7. Améliorer au besoin sa production</p>	<p>de fabrication du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.4.2. Apprécier les idées de mise en œuvre des différentes possibilités de fabrication du dynamomètre/de la chambre noire au regard des résultats attendus.</p> <p>2.4.3. Choisir la possibilité de fabrication la plus appropriée du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.5.2. Énoncer une façon probable de fabriquer le dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.5.3. Élaborer une stratégie appropriée à la mise en œuvre de fabrication choisie.</p> <p>2.5.4. Planifier les différentes activités.</p> <p>2.5.5. S'engager dans la fabrication du dynamomètre/de la chambre noire.</p> <p>2.6.1. Objectiver les savoirs construits et les démarches utilisées</p> <p>2.6.2. Identifier les réussites et les difficultés rencontrées</p> <p>2.6.3. Dégager les possibilités d'amélioration.</p> <p>2.7.1. Choisir une des améliorations possibles à appliquer en tenant compte des ressources et du temps disponibles</p> <p>2.7.2. Appliquer la ou les amélioration(s) retenue(s).</p>
--	--	--

Compétences transversales	Capacités	Habilités
1- Exploiter l'information disponible	<p>1.1. Rechercher l'information disponible au regard de la fabrication du dynamomètre /de la chambre noire</p> <p>1.2. Organiser l'information</p> <p>1.3. Utiliser l'information</p>	<p>1.1.2. Sélectionner l'information pertinente relative à la fabrication du dynamomètre/de la chambre noire</p> <p>1.2.1. Classer les données recueillies</p> <p>1.2.3. Etablir des liens entre ces données</p> <p>1.2.4. Faire une synthèse de l'information</p> <p>1.3.2. Exploiter l'information pertinente à la fabrication du dynamomètre/de la chambre noire</p>
2- Résoudre une situation-problème	<p>2.2. Formuler des idées de solutions</p> <p>2.3. Choisir une solution</p> <p>2.4. mettre en œuvre la solution</p>	<p>2.2.1. Inventorier des idées de solutions possibles</p> <p>2.3.1. Tenir compte des exigences de chacune des solutions et des ressources disponibles</p> <p>2.3.3. Rechercher la solution appropriée</p> <p>2.4.1. Déterminer les étapes de mise en œuvre de la solution</p> <p>2.4.2. Exécuter les tâches relatives à chaque étape.</p>

Compétences transdisciplinaires	Capacités	Habilités
5- Agir en harmonie avec l'environnement dans une perspective de développement durable	5.1. Exprimer, selon les modes appropriés sa perception d'une situation-problème relative à la protection ou à la sauvegarde de	5.1.1. Exprimer sa perception initiale de la situation-problème proposée

	l'environnement ou à l'amélioration de sa qualité	
	5.2. Analyser la situation-problème	5.2.3. Dégager des influences de l'environnement sur l'activité humaine 5.2.4. Dégager l'impact d'actions humaines sur l'environnement.

1.2.2. Connaissances et techniques :

Ñ **Le dynamomètre :**

- Ressort hélicoïdal élastique et en acier à spires non jointives muni de graduations.
- Unité de mesure : le newton.
- Mesure de l'intensité d'une force par simple lecture sur une graduation.
- Réalisation des graduations
- Enroulement d'un fil d'acier en spirale.
- Réalisation de l'anneau et du crochet.

Ñ **La chambre noire :**

- Dispositif optique comprenant une boîte dont une face est percée d'un trou et la face opposée est un écran translucide.
- Conditions d'obtention de l'image d'un objet.
- Technique d'obtention et de fixation de l'écran.
- Technique de confection du cache, de son enroulement et de sa fixation autour de la boîte pour améliorer la netteté de l'image (Voir documents en annexe).

1.2.3. Stratégie objet d'apprentissage : *Démarche technologique*

Le professeur s'efforcera ici de faire de la démarche technologique un réel objet d'apprentissage. A cet effet, il insistera sur les conditions d'une pratique effective de la démarche technologique. C'est une occasion privilégiée pour les apprenants de mettre en œuvre cette stratégie en respectant dans l'ordre les différentes étapes à travers les capacités et habiletés associées à toute fabrication d'un objet technique.

1.3. Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Il s'agit des stratégies utilisées habituellement au cours de l'enseignement/apprentissage qu'il faut développer progressivement chez les apprenants afin qu'ils puissent les mobiliser effectivement après un certain nombre de situations d'apprentissage vécues. On peut citer :

- travail individuel, travail en groupe, travail collectif ;
- recherche documentaire ;
- résolution de problème ;
- démarche technologique ;

- démarche scientifique ;
- enquête.

1.4. Matériel :

Il s'agit du matériel pour la fabrication de l'objet technique choisi.

• Pour le dynamomètre :

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| - ressort hélicoïdal souple | - boîte de carton cylindrique |
| - tige cylindrique | - crayon |
| - règle graduée | - papier |
| | - stylo à bille |
| - masses marquées | - colle |
| - pince à becs ronds | - gomme |
| - fil en nylon | |

• Pour la chambre noire :

- | | |
|---|--------------------|
| - boîte en carton avec couvercle | - papier noir |
| - aiguille ou clou pour percer un trou de diamètre 2 mm environ | - marteau |
| - papier calque | - paire de ciseaux |
| | - colle |

2- Informations et commentaires

Des trois dimensions privilégiées de la technologie que sont la fabrication, l'utilisation et la réparation, il n'est pris en compte dans la présente situation d'apprentissage que le volet fabrication de deux objets techniques : le dynamomètre et la chambre noire.

Signalons qu'aucun type donné de dynamomètre/chambre noire n'est imposé. Chaque groupe d'apprenants choisira de fabriquer son type de dynamomètre et son type de chambre noire, l'essentiel est que ces deux objets techniques fabriqués fonctionnent avec une satisfaction relative. L'enseignant(e) veillera à ce que l'accent soit souvent mis sur le recours au matériel local prioritairement, en vue de réduire le coût de ces productions.

Pour l'essentiel, on retiendra que la fabrication d'un objet technologique exige de l'apprenant le respect des étapes suivantes :

- s'informer sur la manière d'agir pour fabriquer les objets techniques : dynamomètre et chambre noire ;
- fabriquer ou observer un prototype de chacun des objets à fabriquer ;
- réaliser les dessins d'un dynamomètre et d'une chambre noire ;
- donner ses impressions sur le prototype réalisé ou observé ;
- s'engager dans l'action et améliorer au besoin l'objet fabriqué ;

Il est rappelé ici aux professeurs, la nécessité de profiter des documents mis en annexe et de les exploiter à bon escient au cours du déroulement de l'apprentissage.

3. Préparation

✓ La mise en œuvre de la présente situation d'apprentissage exige de **l'enseignant** une préparation préalable pouvant prendre en compte les points suivants :

- mettre le texte de la situation de départ à la disposition des élèves (soit en le recopiant au tableau, soit en le photocopiant) ;
- prévoir les matériaux nécessaires et les outils appropriés ;
- prévoir des mesures de sécurité des personnes et des biens ;
- fabriquer chaque objet technologique pour déceler certaines difficultés liées à cette activité ;
- prévoir une ou deux situation(s) de réinvestissement ;

✓ Pour **l'élève**, la préparation se résume :

- à l'identification et à la collecte du matériel local ou de récupération ;
- aux informations sur les objets technologiques ciblés avant tout engagement sur leur fabrication réelle.

4. Déroulement

Situation de départ

C'est presque la fin de l'année scolaire et les journées culturelles sont déjà programmées. Chaque classe doit participer à l'exposition d'objets techniques réalisés par ses soins. En accord avec le professeur de PCT de ta classe, vous avez identifié et retenu de fabriquer deux objets techniques très simples, à partir de matériaux de récupération: le dynamomètre et la chambre noire.

Tâche :

Organise-toi pour fabriquer chacun des deux objets techniques pour alimenter le stand de la classe de 4^{ème} pendant les journées culturelles.

Indications pédagogiques	Recommandations
<div data-bbox="392 286 831 371" style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: fit-content;"> <p>Introduction</p> </div> <p>Activité 1 : Exprime ta perception sur les faits évoqués dans la situation de départ.</p> <p>Consigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dégage le(s) problème(s) posé(s) dans la situation de départ. - Exprime ton point de vue sur le ou les problème(s) identifié(s) et discute avec tes camarades. - Etablis des liens entre la fabrication d'un dynamomètre/de la chambre noire et celle d'objets réalisés antérieurement. <p>Durée : 30 min</p> <p>Stratégies d'enseignement/apprentissage : Travail individuel ($t_i = 10$ min) Travail en groupe ($t_g = 10$ min) Travail collectif ($t_c = 10$ min)</p> <p>Matériel : texte de la situation de départ</p> <p>Descriptif des résultats attendus</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Les apprenants ont exprimé leurs points de vue sur les problèmes posés dans la situation de départ.</i> - <i>Divers liens ont été établis entre la présente fabrication de dynamomètre/chambre noire et celle d'autres objets techniques réalisés antérieurement.</i> <div data-bbox="322 1760 737 1868" style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Réalisation</p> </div> <p>Activité 2 : Circonscrie les objets techniques à fabriquer.</p>	<p>L'enseignant créera une atmosphère favorable à la libre expression et se gardera d'apprécier les représentations initiales des élèves sur l'objet technologique.</p>

Consigne

- Relève les différentes caractéristiques d'un dynamomètre et d'une chambre noire.
- Etablis, pour chacun de ces objets, les liens entre les différentes caractéristiques.
- Dessine le dynamomètre et la chambre noire que tu penses réaliser.

Matériel :

Texte de la situation de départ, dynamomètre, chambre noire, masses marquées, bougie allumée.

Durée : 20 min x 2

Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel (ti = 10 min)

Travail en groupe (tg = 10 min)

Travail collectif (tc = 20 min)

Descriptif des résultats attendus

Les apprenants ont :

- décrit un dynamomètre et une chambre noire,
- établi les liens entre les différentes caractéristiques de chacun de ces deux objets technologiques ;
- réalisé des dessins simples du dynamomètre et de la chambre noire.

Activité 3 :

Explore les différentes possibilités de fabrication du dynamomètre et de la chambre noire.

Consigne :

En comptant sur tes initiatives créatrices et en te basant sur les documents en annexe :

- recueille des informations sur les différentes possibilités de fabrication d'un dynamomètre et d'une chambre noire ;
- compare les différentes possibilités de fabrication.
- propose sur la base des résultats de ces

- L'enseignant pourra exploiter les documents en annexe.

- Il aidera les apprenants à découvrir le fonctionnement d'un dynamomètre/d'une chambre noire.

- Il fera remarquer que l'action d'une force fait allonger ou raccourcir le ressort du dynamomètre.

- Il fera remarquer aussi que l'image d'un objet sur l'écran d'une chambre noire est renversée.

- L'enseignant découvre, avec les apprenants, les différentes possibilités de fabrication de chaque objet technologique. Il

<p>Matériel : Schémas du dynamomètre et de la chambre noire et tous documents pouvant être exploités dans le cadre de leur fabrication.</p> <p>Stratégies d'enseignement/apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Travail individuel ($t_i = 15$ min) - Travail en groupe ($t_g = 20$ min) - Travail collectif ($t_c = 20$ min) <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - émis plusieurs idées de fabrication de chacun des deux objets techniques, dynamomètre et chambre noire ; - apprécié les différentes possibilités de fabrication de chacun de ces deux objets techniques ; - choisi la possibilité de fabrication la plus appropriée pour chacun de ces deux objets techniques en tenant compte du matériel existant dans le milieu. <p>Activité 5 : Fabrique le dynamomètre et la chambre noire.</p> <p>Consigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elabore une démarche appropriée à la fabrication du dynamomètre et de la chambre noire. - Planifie les différentes actions à mener pour fabriquer le dynamomètre et la chambre noire. - Exécute rigoureusement cette planification et obtient ton dynamomètre et ta chambre noire. - Utilise ce dynamomètre pour observer le changement d'allongement du ressort proportionnellement au poids des masses marquées. - Utilise cette chambre noire pour visualiser un objet lumineux de ton choix. 	<p>élève ou groupe d'élèves, l'enseignant(e) aidera à choisir librement le matériel adéquat à la réalisation du dynamomètre et de la chambre noire dessinés.</p> <p>- L'enseignant suivra l'exécution de la fabrication proprement dite du dynamomètre /de la chambre noire.</p> <p>- Des mesures de sécurité doivent être prises pour éviter les éventuels dégâts et blessures.</p> <p>- L'enseignant veillera à ce que chaque élève ou groupe d'élèves compte sur son génie créateur pour fabriquer un dynamomètre/une chambre noire simple et original(e) en utilisant surtout le matériel de son environnement.</p>
---	---

<p>Durée : 1 h x 2</p> <p>Matériel :</p> <p>Tout ce qui est prévu pour la fabrication des objets technologiques, dynamomètre et chambre noire.</p> <p>Stratégies d'enseignement/apprentissage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Démarche technologique, résolution de problème, travail individuel, travail en groupe, travail collectif. <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>élaboré une démarche appropriée à la fabrication du dynamomètre et de la chambre noire ;</i> - <i>planifié les différentes actions à mener pour la fabrication de chaque objet ;</i> - <i>exécuté rigoureusement cette planification.</i> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>Retour et projection</p> </div> <p>Activité 6 :</p> <p>Objectiver la démarche suivie et les résultats obtenus</p> <p>Consigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fais le point des savoirs construits. - Dis les démarches suivies lors de la fabrication du dynamomètre et de la chambre noire. - Fais part des réussites obtenues et des difficultés rencontrées au cours de cette fabrication. <p>Durée : 30 min x 2</p> <p>Stratégies d'enseignement/apprentissage :</p> <p>Travail en groupe (tg = 20 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant aidera les élèves à faire une bonne utilisation de chacun des deux objets techniques fabriqués. <p>La durée de chaque stratégie enseignement/apprentissage est laissée à l'appréciation de l'enseignant et des apprenants.</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant fera récapituler les savoirs construits et les démarches suivies par les élèves. - Il s'intéressera davantage à ceux qui ont connu une trop grande lenteur dans la réalisation ou dont les objets fabriqués ont encore besoin de beaucoup d'améliorations. - L'enseignant fera retenir les meilleures productions et les auteurs seront encouragés et félicités.
--	---

<p>Travail collectif (tc = 40 min)</p> <p>Descriptif des résultats attendus <i>Les apprenants ont :</i> - récapitulé ce qu'ils ont réalisé comme acquis et comment ils les ont construits ; - dégagé les possibilités d'amélioration de la réalisation.</p> <p>Activité 7 : <i>Réinvestis tes acquis dans d'autres situations de vie courante.</i></p> <p>Consigne : Choisis une situation de la vie courante à laquelle tu appliqueras tes acquis.</p>	<p>Il est possible que les propositions d'activités des élèves soient plus pertinentes. Dans ce cas il est préférable que le professeur s'en tienne à leurs propositions.</p>
---	---

Voici deux exemples de situation de réinvestissement

Situation 1

Contexte

Le dynamomètre fabriqué pendant la SA est un dynamomètre à ressort qui fonctionne par allongement. Disposant d'un autre type de matériel, et pour des raisons de longueur du ressort et du tube qui l'héberge, le professeur de PCT demande à ses apprenants de fabriquer maintenant un dynamomètre dont le ressort fonctionne par compression.

Tâche :

Organise-toi pour fabriquer le nouveau type de dynamomètre.

Consigne :

- 1- Relève les données caractéristiques de ce type de dynamomètre et dresse la liste des matériaux à mobiliser.
- 2- Etablis ton plan de fabrication en fonction des matériaux mobilisés.
- 3- Exécute ce plan pour fabriquer le dynamomètre.

Situation 2

Contexte

Simon a consulté sur internet le document : «Les débuts de l'histoire de la photo ». Il est surpris de constater que le fonctionnement des premiers appareils photographiques repose sur les chambres noires.

Tâche :

Décris le fonctionnement des premiers appareils photographiques.

Consigne :

Exploite les documents 1 et 6 des ANNEXES pour retracer en une page manuscrite, la description des premiers appareils photographiques, en mettant l'accent sur l'importance de la chambre noire dans ces appareils.

Durée : 2 h x 2

LES ANNEXES DE LA SA 6

DOCUMENT n° 1

Les débuts de l'histoire de la photo

IV ème siècle avant J.C

Aristote, le philosophe grec, découvre que la lumière entrant dans une pièce sombre par un petit trou projette sur le mur d'en face l'image inversée des objets placés devant l'orifice « la camera obscura »

Moyen Age

Des alchimistes constatent que les sels d'argent exposés à la lumière noircissent. Plus tard ces mêmes sels d'argent seront utilisés comme surface sensible dans la fabrication des films (ou pellicules photo)

1100

Le savant naturaliste Hassan ibn al Haitham (mathématicien arabe) décrit le principe de la chambre noire et précise que l'image sera d'autant plus nette que l'ouverture est petite.

1515

L'érudit Léonard de Vinci décrit la caméra obscura. C'est la transformation de la chambre d'aristote en un appareil portatif. C'est le début de l'appareil photo (sans pellicule) Il s'agit d'une boîte fermée appelée chambre noire. La lumière entre par un petit trou, le sténopé et les rayons lumineux dessinent sur un des côtés l'image inversée face au petit trou.

1540

Jérôme Cardan met une lentille à la place du trou et ajoute un miroir qui redresse l'image sur une plaque de verre. Ainsi on peut copier l'image sur un calque.

1553

Giovanni Battista della Porta décrit la "camera obscura" en détails : sa construction ainsi que les usages qu'on peut en faire.

1568

Daniel Barbaro ajoute un diaphragme à l'appareil.

1650

La chambre noire devient portable et compte des lentilles de différentes distances focales; à cette époque, elle servait principalement aux dessinateurs.

1727

Johann Heinrich Schulze découvre que la lumière noircit certains composés d'argent.

1839

Le problème de la camera obscura est toutefois que l'image peut être projetée sur un plan, mais n'est pas enregistrée de manière durable sur un support. C'est seulement depuis 1839 que l'enregistrement et la conservation d'images photographiques sont

possibles grâce aux inventions des frères Claude et Joseph Nicéphore Niepce, de Henry Fox Talbot et de Louis Jacques Mande Daguerre.

DOCUMENT n° 2

1 La propagation rectiligne

Un faisceau de lumière rendu visible dans l'air par la présence de brume, de fumée ou de poussière a toujours ses bords parfaitement rectilignes (fig. 1). Cette observation suggère que la lumière se propage en ligne droite dans l'air. Réalisons quelques expériences pour vérifier cette hypothèse.



Fig. 1. Faisceaux lumineux sur scène pendant un concert.

2 Expérience de la chambre noire

Une boîte dont une face est percée d'un petit trou constitue un **sténopé** ou **chambre noire**. Orientons le trou vers un objet lumineux, la fenêtre par exemple (fig. 2). Observons la face opposée, fermée par un écran translucide. Il se forme sur l'écran une **reproduction lumineuse** ou **représentation** de l'objet.

Celle-ci est :

- inversée, « haut et bas »,
- inversée, « droite et gauche »,
- plus grande si on rapproche la chambre de l'objet,
- plus grande si la chambre noire est plus profonde.

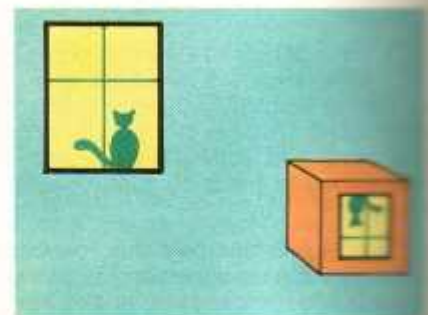


Fig. 2. Expérience du sténopé.

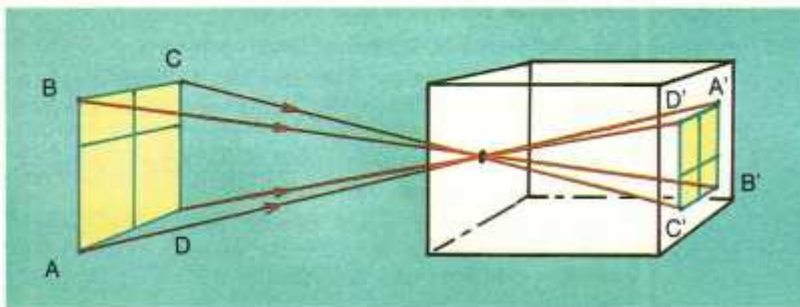


Fig. 3. Interprétation par l'utilisation de rayons lumineux.

3 Interprétation : les rayons lumineux

Traçons, pour la lumière, des trajets rectilignes, à partir de différents points de l'objet lumineux.

- La figure 3 montre l'inversion de l'image.
- La figure 4 montre l'influence de la distance à l'objet.

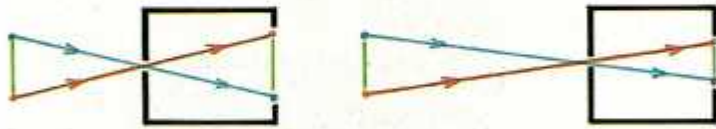


Fig. 4. La reproduction diminue avec la distance de l'objet à la chambre.

- La figure 5 montre l'influence de la longueur de la chambre.



Fig. 5. La reproduction grandit avec la profondeur de la chambre.

On appelle **rayons lumineux** les lignes droites que nous avons tracées pour représenter la marche de la lumière. Les flèches rappellent le sens de sa propagation.

4 La reproduction lumineuse

a) Chaque point de l'objet émet de la lumière dont l'ouverture de la chambre ne laisse pénétrer qu'un mince **faisceau** (fig. 6).

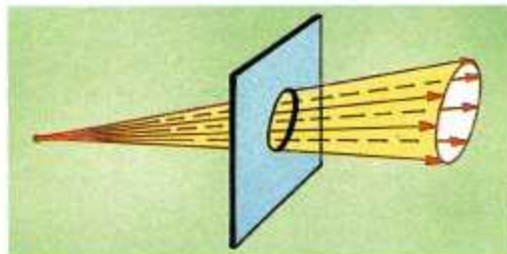


Fig. 6. Formation d'un faisceau.

b) Chaque faisceau forme sur l'écran une tache de lumière. L'ensemble des taches crée la reproduction observée (fig. 7-a).

c) Quand on augmente l'ouverture, les taches plus larges se chevauchent; la reproduction devient plus lumineuse mais perd en netteté (fig. 7-b).

Remarque. Si l'on diminue l'ouverture, l'image s'assombrit et devient de plus en plus difficile à observer.

Un rayon lumineux ne peut pas être isolé. Seuls sont observables des faisceaux lumineux, appelés, quand ils sont étroits, des pincesaux lumineux.

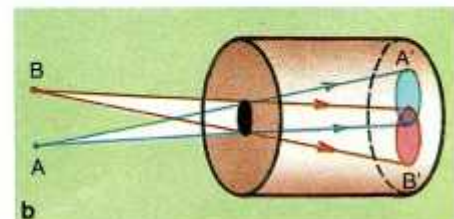
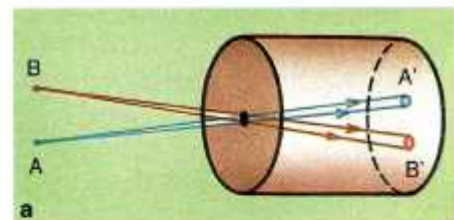
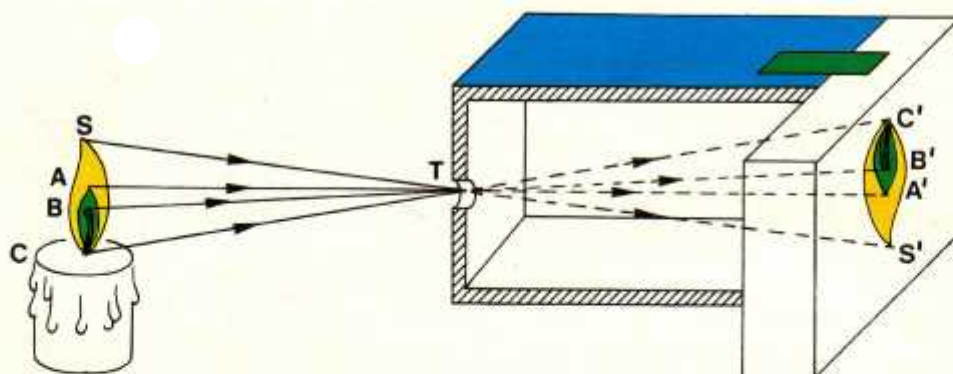


Fig. 7. Formation de la reproduction des points A et B.

DOCUMENT n° 3

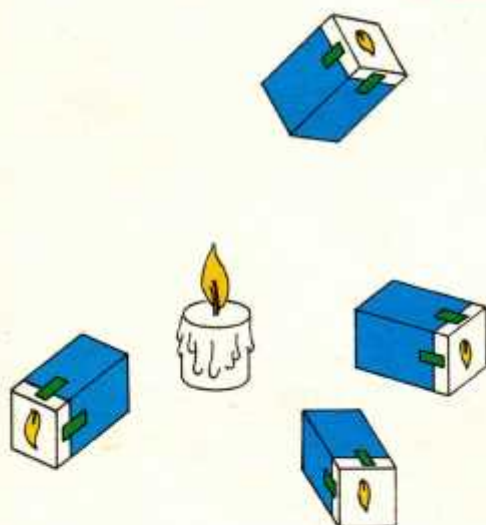
I. Interprétation de l'expérience



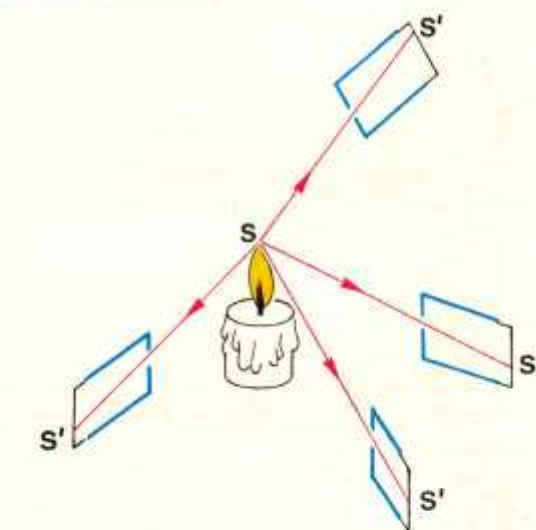
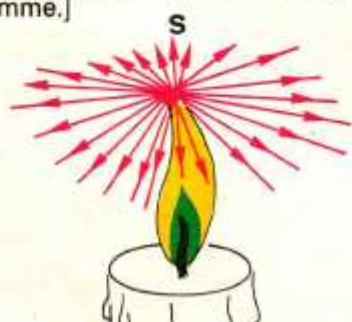
S'il était possible, à l'aide d'un fil fin, de joindre le sommet S de la flamme au trou T et de prolonger ST à l'intérieur de la boîte, nous constaterions que cette droite couperait le papier sulfurisé au point S', sommet de l'image de la flamme.

Il en serait de même pour d'autres points A, B, C, ... de la flamme, dont les images A', B', C' seraient alignées avec le trou T. Tout point de la flamme envoie de la lumière en direction du trou et forme une image sur le papier sulfurisé servant d'écran.

II. Les rayons lumineux



Disposons plusieurs chambres noires autour de la flamme. Nous constatons qu'il se forme autant d'images de la flamme qu'il y a de boîtes. [On peut réaliser l'expérience en déplaçant la même chambre noire tout autour de la flamme.]



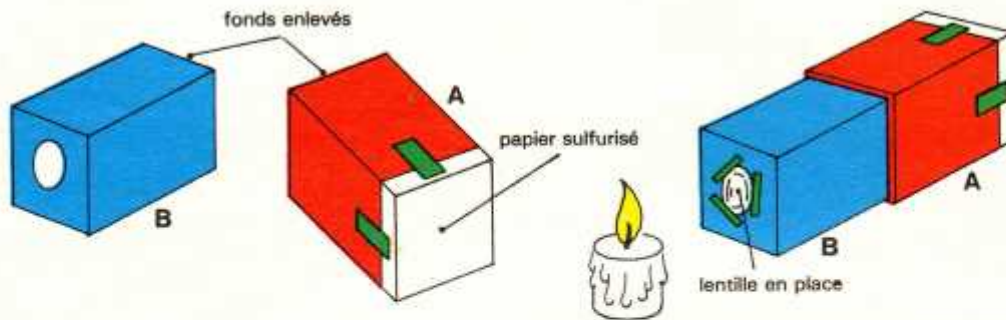
EXPLICATION

Le point S envoie de la lumière en direction de chacune des chambres noires en formant à chaque fois une image S'. Il en est de même pour tous les autres points de la flamme.

On peut imaginer de multiplier le nombre de chambres noires à l'infini. On obtiendrait alors une infinité d'images de la flamme. Un point lumineux envoie autour de lui de la lumière dans toutes les directions de l'espace. Chacune de ces directions est appelée **rayon lumineux**.

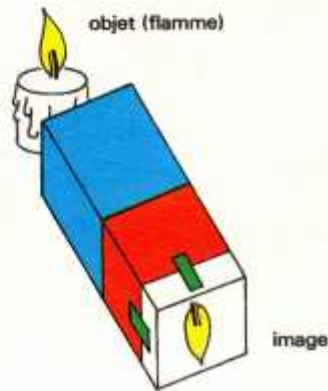
DOCUMENT n° 4

I - IMAGE OBTENUE DANS UNE CHAMBRE NOIRE MUNIE D'UNE LENTILLE CONVERGENTE



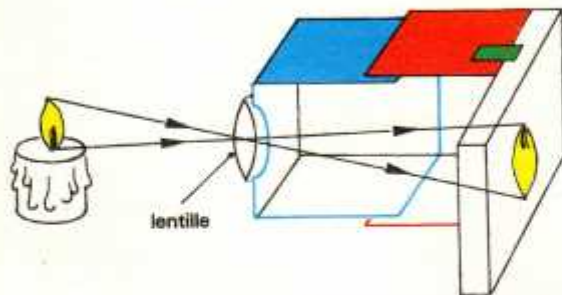
1. On dispose de deux boîtes longues A et B pouvant entrer l'une dans l'autre. On enlève les fonds de la boîte A et on remplace l'un d'entre eux par du papier sulfurisé.

2. On enlève l'un des fonds de la boîte B et on découpe sur l'autre fond un trou légèrement plus petit que la lentille. On fixe cette dernière sur le trou à l'aide de papier adhésif. On enfonce alors la boîte B dans la boîte A.



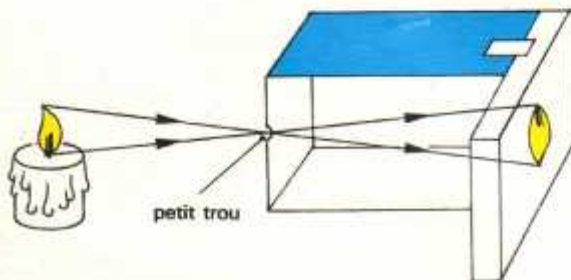
3. Plaçons la flamme d'une bougie à quelques centimètres devant la lentille. On voit une image renversée de la flamme se former sur le papier sulfurisé.

La netteté de l'image est obtenue en faisant coulisser la boîte A sur la boîte B vers l'avant ou vers l'arrière selon le cas. On dit que l'on procède à la mise au point.

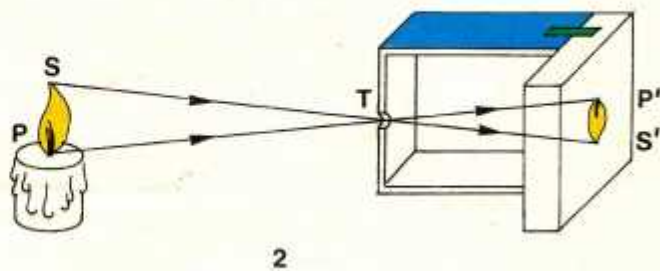
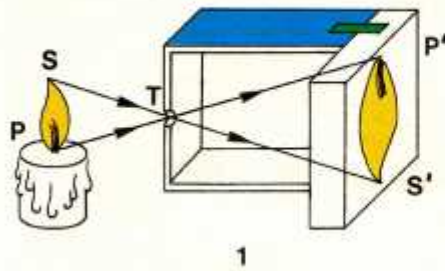


4. Si l'on pouvait joindre la base et le sommet de l'objet (la flamme) aux points conjugués (points correspondants) de l'image, on constaterait que ces lignes se croisent au centre de la lentille.

Le centre de la lentille peut donc être comparé au trou que nous avons fait dans le fond d'une chambre noire. Dans les deux cas nous obtenons une image renversée et en couleur de la flamme de la bougie.



IV - DIMENSIONS DES IMAGES



1. Considérons le rayon lumineux ST issu du sommet S de la flamme et le rayon PT issu du pied P.

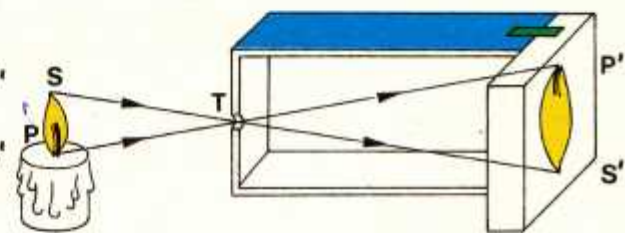
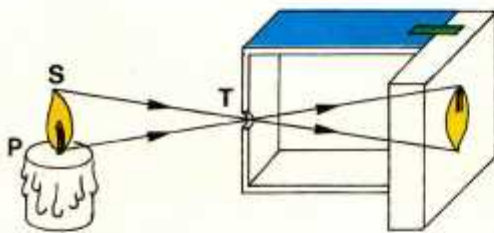
Ces rayons, qui suivent une ligne droite, pénètrent par le trou T de la chambre et forment les images S' et T' du sommet et du pied de la flamme.

A l'objet SP correspond donc son image S'P'.

2. Eloignons la chambre noire de la flamme. Les nouveaux rayons lumineux ST et PT entrent dans la chambre pour former une nouvelle image S'P'.

Nous observons que la grandeur de l'image dépend de la distance entre l'objet (la flamme) et le trou :

L'image formée est d'autant plus petite que l'objet est éloigné du trou T.

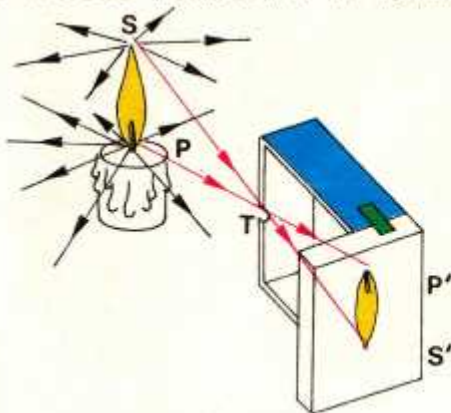


3. Utilisons deux chambres noires de longueurs différentes pour obtenir l'image d'une même flamme SP. Plaçons successivement ces deux chambres à une même distance de la flamme : les rayons lumineux ST et PT sont donc les mêmes dans les deux cas. Nous

observons que l'image obtenue à l'aide de la chambre la plus courte est plus petite que celle obtenue avec la chambre longue :

L'image d'un objet est d'autant plus grande que cette image est éloignée du trou T.

LES RAYONS « UTILES » A LA FORMATION DES IMAGES



Chaque point de la flamme émet une infinité de rayons lumineux. Parmi ces rayons, quels sont ceux qui participent à la formation de l'image ?

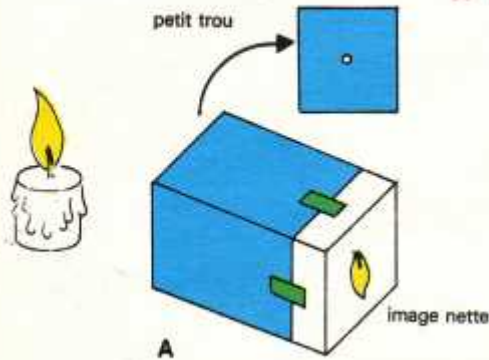
Le point image S' est obtenu à partir d'un seul rayon lumineux issu du point objet S et passant par T : le rayon « utile » à la formation de l'image S' est donc le rayon issu de S et passant par T.

Le même raisonnement pouvant s'appliquer aux autres points de la flamme :

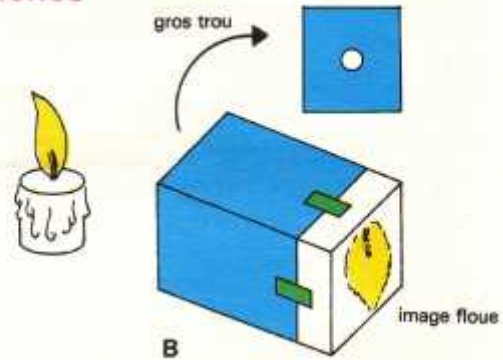
Seuls les rayons lumineux passant par T sont utiles à la formation de l'image.

III V - LA NETTETÉ DE L'IMAGE

1. Expérience

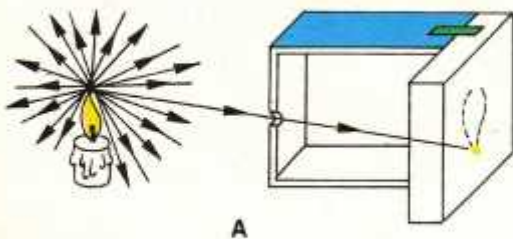


a. Le trou pratiqué dans la chambre noire est de faible diamètre (trou d'épingle) : l'image est nette.



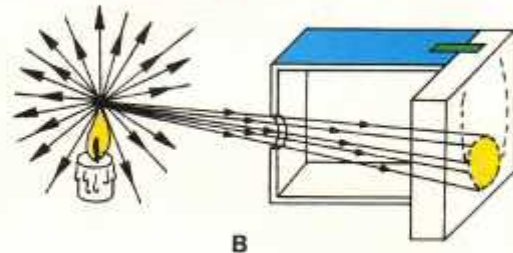
b. Le trou pratiqué dans la chambre noire est grand (diamètre d'un crayon : l'image est floue).

2. Interprétation de l'expérience



a. LE TROU EST PETIT

Le point objet S de la flamme émet tout autour de lui une infinité de rayons lumineux mais, le trou étant petit, un seul rayon passe par le trou T pour former le point image S'. Chaque point de l'objet donne ainsi naissance à un point image ne pouvant se confondre avec les points images voisins : l'image est nette. [En réalité, le trou T ne pouvant être ponctuel, il passe plusieurs rayons lumineux par ce trou.]



b. LE TROU EST GRAND

Plusieurs rayons lumineux issus du point S pénètrent dans la chambre pour former une tache image S'. L'ensemble de ces rayons lumineux issus d'un même point est appelé **pinceau ou faisceau lumineux**. Chaque point de l'objet donne ainsi naissance à une tache image qui se confond partiellement avec les taches images voisines : l'image est floue.

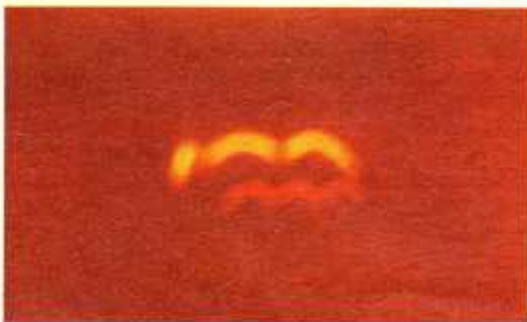


Image nette d'un filament de lampe

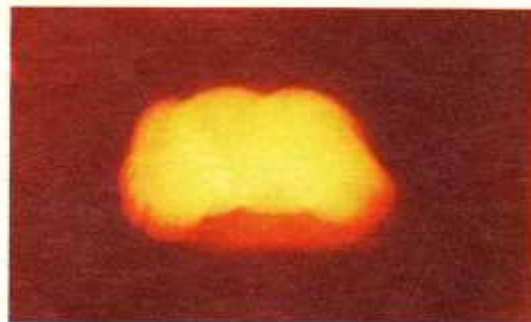


Image floue d'un filament de lampe

DOCUMENT n° 5



Le coin du petit physicien

18 Des épingles pour un trajet de rayon L.A.S.E.R.

Dans certains chantiers publics, on vérifie l'alignement de piquets au moyen d'un faisceau L.A.S.E.R., très lumineux et très fin. Pour mieux comprendre son intérêt, nous vous proposons de reproduire cette situation à votre échelle.

- Plantez dans un carton deux épingles à 10 cm l'une de l'autre; elles symboliseront les piquets.
- Par visée, plantez une troisième épingle de telle sorte que celle-ci cache les deux autres.
- Vérifiez que les trois épingles sont alignées.
- Justifiez cet alignement en utilisant les propriétés de la propagation de la lumière.



Les L.A.S.E.R. sont aussi utilisés pour des spectacles comme ceux de Jean-Michel Jarre. On peut voir des faisceaux lumineux (on dit des pinceaux lumineux) se déplacer dans le ciel.

DOCUMENT n° 6

« L'ANCETRE DE L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE »

Habilités ciblées par l'enseignant:

Régler et mettre en œuvre le dispositif expérimental
Extraire des informations (fait, document, site, observation....)
Utiliser, exploiter, appliquer une loi, une connaissance

La situation déclenchante:

La chambre noire apparaît déjà dans les écrits d'Aristote. Elle constituera une étape déterminante pour l'avancée des découvertes en photographie.

Elle fut d'abord utilisée en astronomie en vue d'observer les éclipses solaires. Au XVI^e siècle, on procédera à l'ajout d'une lentille afin d'obtenir une image de meilleure qualité.

Elle constituera une étape déterminante pour l'avancée des découvertes en photographie, notamment celles de Niepce et Daguerre au début du XIX^e siècle.

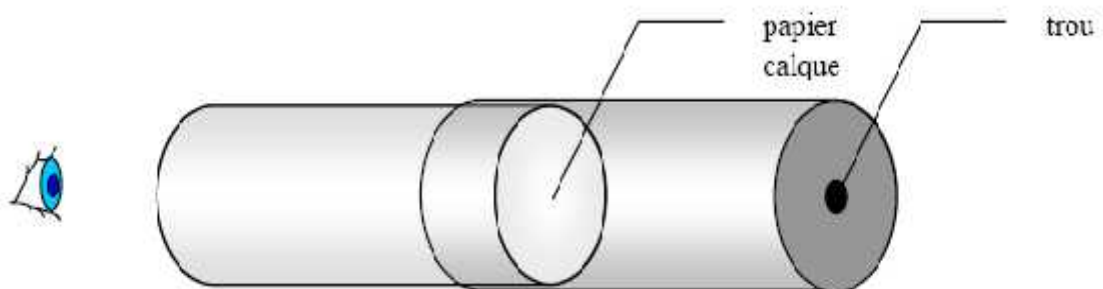


Principe de la chambre noire simplifiée

On peut fabriquer facilement une chambre noire à l'aide de deux cylindres opaques coulissant l'un dans l'autre.

Au fond du cylindre ayant le plus petit diamètre, on place une feuille de papier calque.

Le fond du cylindre ayant le plus grand diamètre est percé d'un petit trou en son centre.



Pouvez-vous nous aider à préciser le rôle de chacune des parties de ce système?

Travail à réaliser

L'observation

Observer la flamme d'une bougie à l'aide de la chambre noire.

Où se forme l'image de la flamme ? La décrire.

Observer les effets sur l'image de l'éloignement :

de la chambre noire sans tirage du cylindre

de la chambre noire en agissant sur le tirage du cylindre

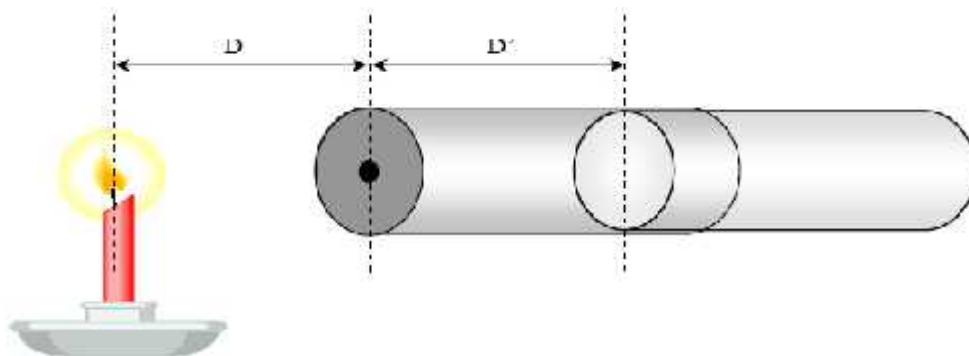


- **Interprétation**

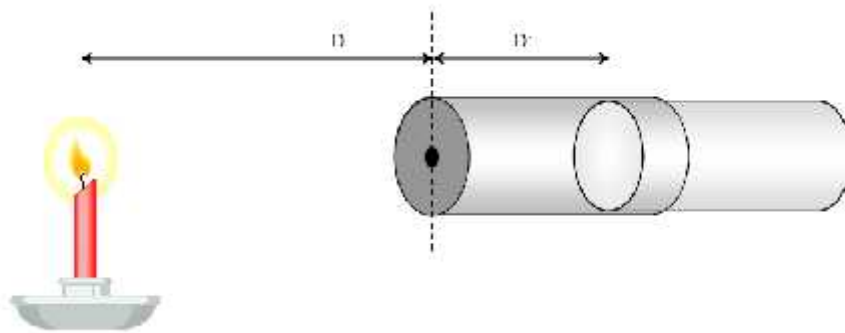
Construction de l'image :

Sur la figure suivante la construction des rayons lumineux issus de la flamme est réalisée par l'enseignant. (Notion d'objet et image et trajet d'un rayon lumineux)

$D = D'$



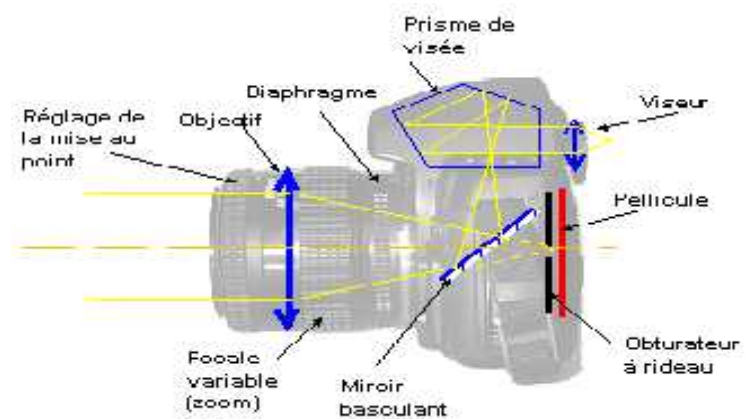
Sur la figure suivante la construction des rayons lumineux issus de la flamme est réalisée par l'élève.
 $D = 2D'$



Interprétation :

- Comparer observations et tracés
- Dédurre des tracés le rapport entre la taille h de la flamme et la taille h' de son image
- Proposer un nom pour le rapport $\frac{h'}{h}$ de la chambre noire à l'appareil photographique
- Maintenant que vous avez bien compris le fonctionnement de la chambre noire, savez-vous associer à chaque partie de ce système une partie de votre appareil photographique;

Image appareil photo



Chambre noire simplifiée	↔	Appareil photographique
Trou (sténopé)	↔	
Papier calque	↔	
Cylindre coulissant	↔	

DOCUMENT n° 7

TP : Etalonner un dynamomètre

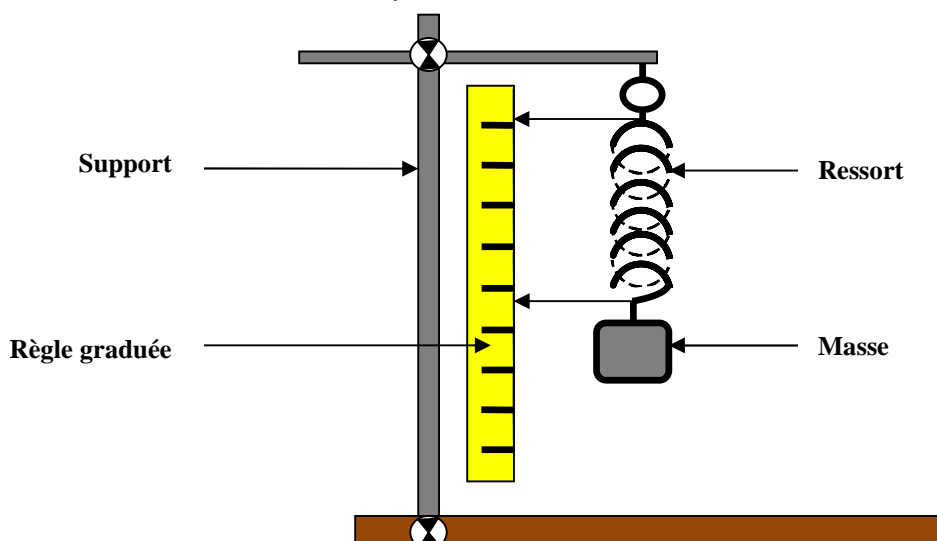
1. Montage expérimental.

Pour étalonner un ressort hélicoïdal à utiliser dans la fabrication d'un dynamomètre, on utilise le montage de la figure ci-dessous.

On suspend successivement au ressort une série de masses marquées.

Après chaque équilibre, on mesure la longueur du ressort.

Les résultats des mesures sont reportés dans un tableau.



2. Mesures.

Mesurer la longueur initiale l_0 du ressort ($m = 0$)

Compléter le tableau en calculant pour chaque masse utilisée le poids P en newton et l'allongement l du ressort. (On rappelle que l'allongement du ressort est la différence entre la longueur mesurée sa longueur initiale quand $m = 0$)

Rappel : intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N/kg}$

Masses m utilisées (g)	50	100	150	200	250	300
Longueur l du ressort (cm)						
Poids (N)						
Allongement l (cm)						

- Trace le graphe du poids P en fonction de l'allongement l sur papier millimétré en graduant les axes. (P en ordonnée et l en abscisse).
- Nomme la fonction mathématique correspondante de $P = f(l)$.
- Calcule le coefficient de raideur du ressort utilisé.
- Détermine graphiquement le poids d'un objet qui allongerait le ressort de 10 cm.
- Vérifie ton résultat par le calcul.

TABLE DES MATIERES

	Pages
SOMMAIRE.....	1
AVANT- PROPOS.....	2
INTRODUCTION.....	3
MODE D'EMPLOI.....	3
INFORMATIONS GENERALES.....	3
PRESENTATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE.....	11
THEMES ET CONTENUS DE FORMATION	12
PLANIFICATION GENERALE DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE EN CLASSE DE 4 ^{ème} DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE GENERAL.....	14
SA N°1 : UTILISATION DES APPAREILS DE MESURE DE QUELQUES GRANDEURS ELECTRIQUES - VERIFICATION DE LA LOI D'OHM	15
LES ANNEXES DE LA SA1.....	26
SA N°2 : STRUCTURE D'UN ATOME - QUELQUES PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES DE CERTAINS METAUX USUELS	33
LES ANNEXES DE LA SA 2.....	42
SA N°3 : INTERACTIONS MECANIQUES – FORCES – POULIES	48
LES ANNEXES DE LA SA3.....	59
SA N°4 : COMMENT LES ATOMES SONT-ILS LIES DANS LES MOLECULES ?.....	76
LES ANNEXES DE LA SA4.....	85
SA N°5 : LA PROPAGATION DE LA LUMIERE DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'HOMME.....	93
LES ANNEXES DE LA SA 5.....	102
SA N°6 : FABRICATION D'OBJETS TECHNIQUES SELON LA DEMARCHE TECHNOLOGIQUE : LE DYNAMOMETRE ET LA CHAMBRE NOIRE.....	106
LES ANNEXES DE LA SA 6.....	119
TABLE DES MATIERES.....	130