

ECOLES EUROPEENNES

Ref.: 96-D-164

Orig: EN

PROGRAMME DE PHYSIQUE

4ème et 5ème années

**Approuvé par le Conseil supérieur
les 23 et 24 avril 1996 à Londres**

I. INTRODUCTION

Le cours de physique des classes 4 et 5 constitue:

Le développement de certains thèmes abordés dans les cours de sciences intégrées des trois premières classes.

Le dernier programme de physique que suivront de nombreux élèves.

Un programme intermédiaire pour les élèves qui suivront les cours de physique pour le Baccalauréat en classes 6 et 7.

Par conséquent, la structure des programmes de physique des Ecoles européennes est spirale. En effet, de nombreux thèmes sont abordés pour la première fois dans les cours de sciences intégrées, pour ensuite être placés dans un contexte physique général au sein du présent programme, avant d'être étudiés de façon approfondie au cours des deux dernières années. L'ordre de présentation de la matière au programme n'est donné qu'à titre indicatif; en effet, les possibilités étant multiples, l'enseignant est libre de choisir l'ordre dans lequel la matière est vue en classe.

II. OBJECTIFS

A. Généraux

- a. Eveiller la curiosité des phénomènes physiques et encourager les élèves à avoir confiance dans les méthodes expérimentales d'investigation de ceux-ci.
- b. Sensibiliser les citoyens de la prochaine génération aux nombreux aspects économiques de la vie contemporaine que le raisonnement physique permet d'évaluer objectivement et en connaissance de cause; faire développer la capacité de juger en connaissance de cause les "données scientifiques" présentées à l'appui de la publicité, par exemple.
- c. Contribuer à faire prendre aux élèves l'habitude de formuler des questions sensées qui distinguent les éléments essentiels des éléments insignifiants lorsqu'il s'agit de considérer les observations et les procédés dans le domaine des sciences physiques.
- d. Sensibiliser les élèves aux points communs entre toutes les sciences, sur le plan tant de la méthodologie que de la matière (par exemple, l'énergie).
- e. Si le temps disponible le permet, attirer l'attention des élèves sur l'évolution historique de la Physique.
- f. Préparer les élèves aux études scientifiques ultérieures, dont notamment l'étude de la physique.

- g. Elargir le vocabulaire actif et passif des élèves et faire développer leur compétence linguistique dans le domaine de la discipline.
- h. Contribuer à mettre à la portée des élèves les satisfactions intellectuelles apportées par la prise de conscience de l'élégance, de la puissance et de la beauté de la conception scientifique de l'univers.

B. Spécifiques

B.1 Méthodologiques

- a. Faire prendre aux élèves l'habitude de l'esprit d'observation, tant dans des situations bien structurées (expériences) que dans les circonstances informelles. La mise sur pied d'expériences est souvent motivée par une observation en dehors du laboratoire, laquelle sert de stimulant à une étude circonscrite d'un phénomène donné.
- b. Initier les élèves aux techniques de la mise sur pied des expériences, tant sur le plan général (connaissance des appareils disponibles à cette fin et de leurs possibilités), que sur le plan des principes (énumération des variables pertinentes, variation d'une seule quantité à la fois, etc.)
- c. Encourager les élèves à enregistrer clairement toutes les données essentielles issues d'une expérience.
- d. Rechercher des constantes au sein des résultats en procédant à un examen analytique de ceux-ci et notamment par l'application de techniques mathématiques à la recherche de déductions de portée générale. A cet égard, il convient de prêter une attention particulière à l'emploi des tableaux et des graphiques pour la présentation des résultats, ainsi qu'à l'interprétation des graphiques linéaires.
- e. Inculquer aux élèves l'habitude de communiquer de façon précise et concise, les résultats de l'expérimentation et les observations générales.
- f. Faire prendre aux élèves l'habitude de rechercher l'enchaînement éventuel des causes et des effets à l'origine des phénomènes observés et de soutenir des thèses défendables en guise de l'explication de ceux-ci; émettre et examiner des hypothèses. La capacité d'apprécier les constantes des données est tributaire de la disponibilité d'un cadre théorique sur lequel peut s'appuyer l'interprétation des données, ce qui ne peut donc se faire sans formation scientifique préalable.
- g. Faire développer chez les élèves la persévérance et la concentration et favoriser la prise de conscience du savoir considérable susceptibles de se découler des anomalies que semble comporter en apparence un système général.

B.2 Techniques

- a. Faire développer chez les élèves des méthodes de travail sûres et bien organisées au laboratoire.
- b. Approfondir le savoir et le savoir-faire, la dextérité des élèves en matière d'emploi des appareils chimiques.
- c. Apprendre aux élèves de monter les appareils sur base d'une description ou d'une illustration.
- d. Faire prendre aux élèves l'habitude d'enregistrer rapidement et correctement les résultats obtenus, et cela de façon structurée, ainsi que de refaire des observations qui semblent douteuses.
- e. Apprendre aux élèves d'appliquer des principes qui s'appuient sur l'expérimentation afin d'analyser et de résoudre des problèmes théoriques ou pratiques, ou de comprendre le comportement de choses ou de situations qui n'ont pas fait l'objet d'études expérimentales.
- f. Sensibiliser les élèves à la notion de modèles physiques et favoriser la prise de conscience des avantages et des limites de ceux-ci.

B.3 Savoir et savoir-faire

- a. Faire développer chez les élèves la connaissance des quantités physiques et la corrélation entre ceux-ci, dans les domaines suivants:
 - i) La force, la pression, le travail, l'énergie, le pouvoir et l'hydrostatique
 - ii) Le temps, la distance, la vitesse et l'accélération
 - iii) La charge, le courant, le voltage et la résistance
 - iv) L'action électrique, magnétique et gravitationnelle à distance
 - v) La chaleur, la température et les propriétés connexes de la matière
 - vi) Les phénomènes périodiques et la notion d'onde
 - vii) La physique nucléaire et la radioactivité

- b) Prendre note en particulier et prendre conscience de l'importance des quantités conservées (charge, énergie) en rapprochant ces phénomènes en apparence disparates.
- c) Faire comprendre aux élèves les unités de mesure des quantités, ainsi que la corrélation entre celles-ci, en mettant l'accent en particulier sur les unités officielles du Système international et leurs symboles; et leur permettre de se faire une idée réaliste des ordres de grandeur susceptibles d'exister dans des conditions normales.

III. EVALUATION

Le temps consacré à l'évaluation doit être adapté au temps global disponible pour le cours (2 périodes hebdomadaires).

L'évaluation consistera en

- a) L'observation des élèves lors de l'expérimentation et une évaluation de la qualité de celle-ci.
- b) La correction des rapports d'expérimentation et des problèmes faits en classe et dehors.
- c) Le contrôle de la qualité de la participation orale des élèves lors des discussions en classe.
- d) Là où l'organisation des différentes Ecoles le permet, des examens écrits, dont la durée sera éventuellement de deux périodes de cours, au moment opportun.
- e) En outre, en classe 5, un examen organisé conformément au Règlement général des Ecoles européennes, ainsi qu'aux décisions pertinentes du Conseil supérieur. Cet examen sera harmonisé à travers toutes les sections linguistiques concernées, les questions étant choisies et approuvées par tous les enseignants qui donnent cours aux élèves de la classe concernée.

Les examens écrits doivent permettre de contrôler la compréhension des quantités et rapports fondamentaux dont font preuve les élèves, ainsi que la capacité de ceux-ci à appliquer leur savoir à une situation qui leur est peut-être inconnue. A noter qu'il convient de mettre l'accent sur l'application de principes, plutôt que sur la reproduction de processus appris.

Le choix des questions et l'élaboration de barèmes doivent s'effectuer de façon telle que l'élève moyen en physique qui a bien étudié la matière puisse obtenir une note satisfaisante. Lors de l'élaboration du barèmes, il faut éviter d'accorder trop de points aux questions portant sur les connaissances mémorisées.

Cependant, lors du choix des questions, il faudra tenir compte du fait qu'en classe 4 et 5, tous les élèves sont obligés de suivre ce cours. Par conséquent, les examens doivent correspondre au caractère général de cette population et les questions devront être conçues de façon telle que l'essentiel de l'examen soit assez élémentaire.

Cela ne signifie nullement que le cours doit éviter de traiter et de discuter de matière plus intéressante; il s'agira tout simplement de veiller à ce que l'examen ne comporte pas trop de questions ou de sous-questions faisant appel à des applications plus poussées ou plus sophistiquées.

Une proposition détaillée de classement et d'analyse de questions et de sous-questions figure en annexe

Lignes directrices pour l'élaboration des questions d'examens.

1. Les questions doivent être bien équilibrées, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas comporter trop d'éléments qui ne font appel qu'à la simple mémoire (*cheap recall*), ni trop d'éléments qui exigent une pensée très originale. Elles doivent porter *essentiellement sur la compréhension générale des principes physiques*, et non pas sur la mémoire ou sur la capacité de substitution en formules.
2. L'équilibre décrit ci-avant doit être tel que l'élève moyen en physique qui a bien étudié la matière puisse obtenir la note de 6 sans problème, voire 7 ou même 7,5 s'il s'applique.
3. Malgré les considérations exposées ci-avant, il faut essayer de prévoir au sein de chaque section de la matière à la portée des élèves plus faibles (*cheap recall* de niveau moyen), mais celle-ci ne doit pas représenter plus de 20% des points globaux. De même, de la matière plus difficile doit être prévue pour les élèves plus forts, afin de leur permettre de démontrer ce dont ils sont capables.
4. Les questions ne doivent pas être trop longues, afin d'éviter d'intimider les élèves par la tâche de lecture minutieuse et de compréhension de la matière.

Éléments identifiables que doivent comporter les questions d'examen.

Les principes exposés ci-après, ainsi que les exemples choisis sont adaptés aux problèmes particuliers liés au contrôle des connaissances en physique, même si l'application de ces principes ne se limite pas à la physique. En effet, bon nombre de ces idées ont une portée plus générale. Ce texte s'inspire des travaux originaux d'Eric Rogers.

1. *Cheap recall* (mémoire bon marché)

Il s'agit de citer un fait ou une formule appris, ou d'appliquer directement un tel fait ou une telle formule.

Exemple: Donnez la formule de la somme de deux résistances en parallèles. Trouvez la résistance de la combinaison en parallèle d'une résistance de 8-ohm et d'une résistance de 12-ohm.

2. *Simple recall* (mémoire simple)

Il s'agit d'appliquer un élément appris, mais dans une situation que les élèves n'ont pas forcément connue en classe.

Exemple: Que peut-on affirmer au sujet de la résistance conjuguée de deux résistances en série? En partant de l'hypothèse que l'une des résistances est de 5 ohm, alors que l'autre est variable, trouvez la valeur de cette dernière si le courant de la batterie doit être de 0,33A, étant donné qu'il s'agit d'une batterie de 12v.

3. *Experimental recall* (mémoire d'expérimentation)

Il s'agit pour les candidats de démontrer qu'ils se rappellent d'une expérience à laquelle ils ont procédé eux-mêmes ou qu'ils ont vue se faire.

Exemple: Décrivez la méthode que vous emploieriez pour mesurer la chaleur spécifique d'un liquide au moyen d'un élément chauffant électrique. Donnez le schéma de l'appareil, ainsi qu'une description sommaire de la procédure suivie. Quelles précautions pourriez-vous prendre afin de minimiser les erreurs éventuelles?

4. *Explication*

Il s'agit pour les candidats d'expliquer une situation à leur façon.

Exemple: Une résistance de 10 ohm est reliée à une batterie et puis, sans débrancher celle-ci, on ajoute une résistance de 5 ohm en parallèle avec la première résistance. Expliquez sans formules mathématiques, si la combinaison des deux aura une résistance soit de moins de 5 ohm, soit entre 5 et 10 ohm, soit encore de plus de 10 ohm, en justifiant clairement votre réponse.

Remarque: des questions de ce genre peuvent parfois admettre toute une série de "bonnes" réponses, ce qui signifie qu'elles doivent faire l'objet d'une correction minutieuse afin de distinguer les réponses bonnes, satisfaisante et médiocres en fonction du niveau visé par l'examen. En particulier, il conviendra parfois d'accorder le maximum de points à une bonne réponse, même si celle-ci ne traite pas exhaustivement le sujet.

5. *Expensive recall* (mémoire chère) - pensée créatrice

Il s'agit pour les candidats de se rappeler de différentes choses qu'ils ont apprises, issues éventuellement de différents domaines de la discipline, et de les rassembler, pour en tirer des conclusions qui dépassent les limites de la matière vue en classe.

Exemple: Deux ingénieurs débattent la question de savoir s'il vaudrait mieux que des lignes à hautes tension aériennes soient en Aluminium ou en Cuivre. Quels sont les éléments susceptibles d'influencer la décision prise en la matière?

<p>PROGRAMME CHAPITRE</p>	<p>MATERIEL ET IDEES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i></p> <p>1ère partie: PROGRAMME DE LA CLASSE DE 4ème</p>	<p>MOYENS D'APPROCHE</p>
<p>Section M. Mécanique M1 Notion de force. 1.1 Notions élémentaires.</p>	<p>Une force est définie par ses effets: elle peut modifier l'état de mouvement d'un corps ou modifier sa forme. Une force peut être mesurée par l'intermédiaire de l'allongement qu'elle provoque sur un ressort.</p> <p>Les élèves doivent être capables de reconnaître les forces courantes suivantes ainsi que de connaître leurs propriétés:</p> <p>Force de gravitation: la Terre attire tous les objets vers elle avec une force d'approximativement 10 newtons par kilogramme de masse. Elle varie suivant l'endroit où l'on se trouve.</p> <p>Force de contact: elle agit par répulsion entre deux corps ayant au moins un point de contact et elle est perpendiculaire à la surface de contact.</p> <p>Force de frottement: elle agit parallèlement à la surface de contact entre deux corps et à pour effet de s'opposer à tout mouvement ou toute mise en mouvement. Etude qualitative.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">FORCE</p> <p>Symbole: F Unité: Newton N Force de gravitation: $F_g = m \cdot g$ A la surface de la terre: $g \approx 10 \text{ N/kg}$</p> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Temps: 6 périodes (MII)</p>	<p>Autres forces à mentionner: forces musculaires, forces magnétiques.</p> <p>On peut se servir de représentations graphiques et utiliser la notion de pente. A de bons élèves, on peut parler de coefficient de frottement, de même que de forces non-parallèles.</p>

PROGRAMME HARMONISE DE PHYSIQUE, 4ème et 5ème années

PROGRAMME CHAPITRE	MATERIEL ET IDEES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
M2. Travail et puissance d'une force. Notion d'énergie. 2.1 Terminologie. 2.2 Travail d'une force. 2.3 Notion d'énergie.	Il faut bien mettre en évidence la différence entre la signification journalière de ces notions et leur signification en physique. Une force effectue un travail si elle provoque un déplacement de son point d'application. (Les exemples devraient se limiter aux forces parallèles au déplacement et devraient mentionner le travail de levage et de frottement). Une force perpendiculaire à un déplacement ne produit aucun travail. <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">Travail.</p> <p>Symbole: W Unité: Joule $J=N.m$</p> <p>Définition: $W = F.Ax$ pour $F \parallel Ax$</p> <p>Note: $W = 0$ pour $F \perp Ax$</p> </div>	On peut faire des expériences de levage à l'aide de poulies et/ou de leviers; on peut parler de même du plan incliné, y compris (suivant le niveau de la classe) la notion de composition de forces.
2.4 Relation entre travail et énergie.	Un corps possède de l'énergie s'il est capable de fournir un travail. Remarque générale: L'étude de la notion d'énergie devrait s'étendre à tout l'enseignement des années 4 et 5. Les professeurs peuvent parler des différentes formes d'énergie en différents endroits du programme et plusieurs d'entre elles seront traitées éventuellement en plus d'un point. En conséquence ce programme ne fixe pas d'ordre strict pour les différentes formes d'énergie, pourvu que, à la fin de la classe de 5e, toutes les formes d'énergie mentionnées aient été traitées.	Dans une bonne classe, on peut envisager également l'énergie potentielle élastique d'un ressort ou d'une corde élastiques, tout en se servant d'une représentation graphique et en mentionnant la notion de force variable linéairement.

HARMONIZED PROGRAMME FOR PHYSICS, years 4 and 5

PROGRAMME CHAPITRE	MATERIEL ET IDEES A INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
<p>2.5 Puissance.</p>	<p>Si un travail est effectué, une quantité d'énergie équivalente est convertie d'une forme en une autre. Voilà pourquoi cette énergie est mesurée également en joules. Formes possibles de l'énergie: cinétique, potentielle de pesanteur, etc. Une perte d'énergie d'une forme est accompagnée d'un gain d'énergie d'une autre forme: c'est le principe de la conservation d'énergie</p> <div data-bbox="778 757 1046 1514" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Energie Symbole: E Unité: Joule J Unité pratique: Kilowatt.heure kWh (non-S.I.) $W = \Delta E$ Note: Energie potentielle gravitationnelle $E_p = m.g.h$</p> </div> <p>La puissance correspond à l'énergie transformée par unité de temps. Cette notion conduit à parler d'une unité pratique d'énergie: le kWh.</p> <div data-bbox="341 734 564 1509" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Puissance Symbole: P Unité: Watt W=J/s. Définition: $P = \Delta E/\Delta t = W/\Delta t$</p> </div>	<p>Des exemples: monter un escalier; ergomètre pour sportifs,...</p> <p>Applications en sport: (saut en hauteur, lancement du marteau,...); puissance mise en jeu lors d'une ascension d'un avion, par une horloge fonctionnant à l'aide de masses soulevées.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
<p>2.6 Notion de rendement.</p> <p>M3 Pression. 3.1 Notions élémentaires. 3.2 Pression hydrostatique</p>	<p>Lors d'une conversion d'énergie s'effectuant sans perte, la quantité d'énergie utile apparue est égale à la quantité d'énergie consommée. En pratique, lors d'une conversion, une partie de l'énergie consommée n'est pas utilisable. On appelle rendement le rapport de l'énergie utile à l'énergie consommée.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Rendement</p> <p>Symbole: η Définition: $\Delta E_{\text{produit utilement}} = \eta \cdot \Delta E_{\text{fournie}} \quad (\eta \leq 1)$</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Temps: 8 périodes (M2)</p> </div> <p>Une force F qui se répartit perpendiculairement et uniformément sur une surface S définit une pression: $p = F/S$ L'unité de pression est le pascal: 1Pa=1N/m².</p> <p>Les liquides et les gaz, du fait de leur poids, créent une pression qui ne dépend que de la hauteur d'immersion et de leur masse volumique. Cette pression agit identiquement dans tous les sens. La différence de pression entre la surface inférieure et la surface supérieure d'un corps immergé est la cause d'une poussée ascendante.</p>	<p>On peut parler de l'efficacité (de l'ordre de 25%) des muscles humains</p> <p>Presse hydraulique,...</p> <p>Freins hydrauliques. Poussée d'Archimède et flottaison. Pression atmosphérique; l'atmosphère, un océan d'air.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
<p>Partie K: Etude du mouvement.</p> <p>K1. Mouvement uniforme.</p> <p>K2. Mouvement non-uniformes.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>Pression</p> <p>Symbole: P Unité: Pascal Pa</p> <p>Définition: $P=F/A$</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Temps: 6 périodes (M3)</p> </div> <p>Si le mouvement d'un corps se fait à vitesse constante, alors le corps parcourt des distances rectilignes égales en des intervalles de temps égaux. La vitesse est la distance parcourue par unité de temps (c-à-d par seconde). La représentation graphique de la distance parcourue en fonction du temps est une droite.</p> <p>L'étude de mouvements non-uniformes conduit à la notion de vitesse moyenne. La vitesse moyenne est le rapport de la distance totale parcourue au temps total nécessaire à la parcourir; alors que la vitesse instantanée peut-être définie, à ce niveau, comme la vitesse moyenne constante sur un intervalle de temps très court.</p>	<p>Expériences sur table et rail à coussin d'air; ticker-timer.</p> <p>Exemples concrets, p.ex. voyage en différentes étapes</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
K3. Mouvement accéléré.	<div data-bbox="1043 689 1267 1323" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Vitesse Symbole: v Unité: m/s Définition: $v = \Delta x / \Delta t$</p> </div> <p>Si la vitesse varie uniformément au cours du temps, alors on dit que l'accélération est constante ou uniforme. L'accélération est la variation de vitesse par unité de temps. Dans ce cas, la vitesse moyenne est donnée par la moyenne arithmétique des vitesses initiales et finales. La représentation graphique de la vitesse en fonction du temps est une droite. Sur Terre l'accélération de la chute libre vaut approximativement $10 m/s^2$.</p> <div data-bbox="225 640 735 1485" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Accélération Symbole: a Unité: m/s^2 Définition: $a = \Delta v / \Delta t$</p> <p>Vitesse moyenne Symbole: $\langle v \rangle$ Définition: $\langle v \rangle =$ Distance totale/temps total</p> <p>Pour les mouvements uniformément accélérés: $\langle v \rangle = \frac{1}{2}(v_{\text{initiale}} + v_{\text{finale}})$ $g \approx 10 m/s^2$ à la surface de la terre.</p> </div> <div data-bbox="156 786 204 1218" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> Temps: II périodes (K) </div>	<p>Mesure expérimentale de l'accélération de l'apesanteur pour des corps de masses différentes. Effet qualitatif de la résistance de l'air. Représentation graphique $v=f(t)$. Dans une bonne classe on peut étudier également la représentation graphique $x=f(t)$.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE définitions, unités, formules et savoir-faire	MOYENS D'APPROCHE
Partie E: Electricité. E1. Electrostatique. 1.1 Charge électrique.	Il existe deux types de charges électriques: les charges <i>positives</i> et les charges <i>négatives</i> . Deux corps chargés exercent des forces l'un sur l'autre: des charges de même signe se repoussent, des charges de signes contraires s'attirent.	Expériences d'apparition de charges électriques par frottement.
1.2 Modèle atomique	Un atome est formé de particules chargées, les unes positivement, les autres négativement. Il contient autant de charges positives que de charges négatives. Il est possible d'enlever à un atome une ou plusieurs particules chargées négativement (électrons); il en résulte que le corps à qui ces électrons ont été enlevés sera chargé positivement et que celui qui les aura reçu sera chargé négativement .	Décharge électrique au moment où on quitte une voiture automobile. La cage de Faraday. L'électroscope à feuilles d'or ou autre.
1.3 Mesure et conservation de charges électriques.	Chaque électron a une charge électrique très petite. On l'appelle charge élémentaire . Une charge négative quelconque peut être mesurée par le nombre d'électrons qu'un corps possède en excès, une charge positive par le nombre d'électrons qui lui manquent (défaut). L'unité de charge représente celle d'un très grand nombre bien défini d'électrons. Aucune charge électrique ne peut être ni détruite ni créée.	Charger un même objet en plastique par frottement avec différents matériaux (laine, nylon, papier,...)
1.4 Séparation de charges électriques.	A l'aide d'un corps chargé, on peut, par influence , produire une séparation de charges dans un corps initialement neutre.	Electroscope à feuilles d'or et le coulomb-mètre (amplificateur à courant continu).

Charge

Symbole: Q Unité: Coulomb C

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
E2. Electrotechnique 2.1 Courant électrique.	<p>Dans certains matériaux appelés conducteurs électriques, des électrons peuvent se déplacer. Les matériaux dans lesquels ils ne peuvent pas se déplacer sont appelés: isolants. Le déplacement d'ensemble dans une direction donnée des électrons constitue un courant électrique. Par définition, l'intensité d'un courant électrique correspond à la charge électrique traversant une section d'un conducteur en une seconde.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Intensité de courant</p> <p style="text-align: center;">Symbole: I Unité: Ampère A</p> </div> <p>Des charges électriques peuvent transporter et fournir de l'énergie.</p> <p>Par définition, une tension correspond à l'énergie fournie à un appareil (ampoule électrique, moteur,...) par unité de charge.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Tension</p> <p style="text-align: center;">Symbole: U Unité: Volt $V = J/C = W/A$</p> <p style="text-align: center;">Définition: $U = \Delta E / \Delta Q$</p> <p style="text-align: center;">Puissance électrique</p> <p style="text-align: center;">$P = U \cdot I$</p> </div>	
2.2 Tension électrique.		

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formulaires et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
2.3 Circuits électriques	<p>Suite à la conservation des charges, l'intensité d'un courant électrique dans un circuit-série est la même en tous points du circuit, alors que dans un circuit comportant des dérivations, l'intensité totale du courant est égale à la somme des intensités dans les différentes dérivations.</p> <p>Une intensité de courant se mesure à l'aide d'un ampère-mètre branché en série dans le circuit.</p> <p>Dans un circuit-série, la tension totale aux bornes est égale à la somme des tensions aux bornes des différents appareils branchés en série, alors que la tension est la même aux bornes de tous les appareils branchés en parallèle dans un circuit.</p> <p>Une tension entre deux points est mesurée à l'aide d'un voltmètre branché en parallèle aux bornes des deux points en question.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Circuit série: $I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$</p> <p>Circuit parallèle: $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ $U_1 = U_2 = U_3 = \dots$</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; width: fit-content; margin-left: auto;"> <p>Temps: 10 périodes (E)</p> </div>	<p>Modèles mécaniques. Etude expérimentale complète, à l'aide de modèles appropriés, mettant en évidence les effets de la tension et du courant électriques dans des circuits.</p> <p>Relation avec puissance et énergie mécaniques.</p> <p>Puissance des tubes incandescents et fluorescents.</p> <p>Débit du trafic ou d'une rivière.</p> <p>Travaux pratiques avec des circuits simples.</p> <p>Analogie avec une conduite d'eau.</p> <p>Déplacement d'ions lors d'une électrolyse.</p> <p>Thermoplongeur; moteur électrique soulevant des charges. (Relation avec la notion de rendement (M2.5) et avec la force de gravitation).</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
Section N: Physique nucléaire. N1. Origine de la radioactivité. N2. Notions de base.	Le noyau d'un atome est formé d'un ensemble compact de protons et de neutrons . Les noyaux de certains atomes modifient spontanément leur constitution: on dit qu'ils émettent des rayonnements radioactifs ou qu'ils sont radioactifs . Il existe trois types de rayonnements radioactifs appelés rayonnements α , β et γ . Ils ont des pouvoirs pénétrant croissant dans cet ordre. Les rayonnements radioactifs peuvent détruire ou modifier des cellules vivantes et causer ainsi des maladies.	Démonstrations à l'aide du tube Geiger-Müller. Rayons cosmiques: bruit de fond. Expérience mettant en évidence le pouvoir pénétrant des rayonnements. Chambre d'ionisation. Activité au cours du temps: $A f(t)$.
N3. Activité; demi-vie	On dit qu'un atome dont le noyau change sa constitution subit une désintégration radioactive. L' activité d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par unité de temps. Le temps au bout duquel la moitié des atomes initialement présents dans un échantillon (peu importe ce nombre initial) ont subi la désintégration est appelé: demi-vie . La demi-vie est une constante caractéristique pour chaque élément radioactif.	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>Activité</p> <p>Symbole: A Unité: Becquerel $Bq = s^{-1}$</p> </div>	

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
<p>N4. Radioactivité artificielle.</p> <p>N5. Réactions en chaîne.</p>	<p>Sur certains atomes, naturellement non-radioactifs, on peut faire apparaître des réactions nucléaires provoquées, encore appelées transmutations. Un moyen en est le bombardement par des neutrons.</p> <p>De tels bombardement peuvent provoquer des fissions nucléaires accompagnées d'émission de neutrons. Cette émission de neutrons peut faire démarrer une réaction en chaîne au cours de laquelle une énergie énorme sera libérée.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Temps: 5 périodes (N)</p> </div> <p>Le nombre de leçons à consacrer à chaque chapitre part d'un nombre total de leçons en 4^{ème} année estimé à 46 périodes. (6+8+6+11+10+5).</p>	<p>Aperçu sur les bien-faits, les conséquences et les risques des différentes formes de production d'énergie.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
Section M. Mécanique. M4. Dynamique. 4.1 Equilibres. 4.2 Mouvement d'un corps en équilibre	<p><u>2ème partie: PROGRAMME DE LA CLASSE DE 5ème.</u></p> <p>En l'absence de forces, un corps est en équilibre. Deux forces égales et opposées annulent mutuellement leurs effets; voilà pourquoi un corps est soumis à deux forces pareilles est également en équilibre.</p> <p>Un corps en équilibre est en mouvement rectiligne et uniforme. (vitesse constante).</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> $\Sigma F = 0 \iff v \text{ constante}$ $\Sigma F = m.a$ <p><i>Relation entre les unités: $N = kg.m/s^2$</i></p> </div>	
4.3 Mouvement d'un corps sous l'effet d'une force constante	<p>Si un corps est soumis à un ensemble de forces admettant une résultante constante, alors son mouvement a une accélération constante. Cette accélération est directement proportionnelle à l'intensité de la résultante des forces, le facteur de proportionnalité étant la masse du corps. Cette relation entre force et accélération sert à définir l'unité de force: le Newton.</p> <p>Bien distinguer: masse et poids: la première représente la propriété d'un corps à s'opposer à toute variation de son état de repos ou de mouvement (inertie),</p>	<p>Mesures à l'aide du banc à coussin d'air et du rail.</p> <p>Ceinture de sécurité et zones déformables des voitures; effet d'un casque intégral.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
4.4 La chute libre.	<p>la deuxième est une force variable, normalement identifiée à l'attraction gravitationnelle.</p> <p>L'attraction gravitationnelle sur Terre vaut approximativement 10 m.s^{-2}. Mettre en relation avec M 1.1.</p>	<p>Travail expérimental: p.ex. chronophotographie, enregistrement vidéo, enregistrement électronique,...</p>
4.5 Nature réciproque des forces.	<p>Aucune force n'existe seule; les forces entre deux corps apparaissent toujours par paires. Si le corps A exerce une force sur le corps B, alors B exerce nécessairement sur A une force égale et opposée.</p>	
4.6 Energie cinétique.	<p>En absence de frottements, le travail fourni à un corps par une force accélératrice est converti en énergie cinétique du corps.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Energie Cinétique</p> $E_k = \frac{1}{2} m.v^2$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Temps: 12 périodes (M4)</p> </div>	
<p>Section E. Electricité E3. Résistance 3.1 Notions de base</p>	<p>Différent matériaux opposent des résistances différentes au passage d'un courant électrique. Une résistance élevée a pour effet de réduire l'intensité du courant, ou bien de nécessiter une augmentation de la dépense d'énergie nécessaire au passage des charges électriques (augmentation de la tension électrique).</p>	<p>Expériences avec des fils de longueurs, de diamètres et de natures différents.</p>

<p>PROGRAMME <i>CHAPITRE</i></p>	<p>MATERIEL ET IDEES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i></p>	<p>MOYENS D'APPROCHE</p>
<p>3.2 Conducteurs ohmiques</p>	<p>A température constante, la résistance d'un conducteur est constante.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Résistance Symbole: R Unité: Ohm Ω Définition: $R = U/I$</p> </div>	<p>A incandescence, une tige en verre conduit le courant électrique. Relation avec la théorie cinétique.</p>
<p>3.3 Branchement de résistors.</p>	<p>La résistance équivalente à un ensemble de résistors branchés en série est égale à la somme de leurs résistances. Lorsqu'on branche des résistors en parallèle, au fur et à mesure que le nombre de résistors augmente, la résistance équivalente diminue.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Circuit Série: $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$</p> <p>Circuit Parallèle: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$</p> </div>	<p>Installations domestiques; mise à la masse, sûreté, surchauffe des câbles. Transmission de l'énergie électrique et rôle du transformateur pour améliorer le rendement.</p>

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
3.4 Résistance d'un fil.	<p>La résistance d'un conducteur dépend de sa longueur, de sa section et de la nature du matériau dont il est fait (résistivité)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Résistivité Symbole: ρ Unité: $\Omega \cdot m$, $\Omega \cdot mm^2/m$ Définition: $R = \rho \cdot l/A$</p> </div>	Mastique résistant.
3.5 Conducteurs non-ohmiques	<p>Certains composants électriques (p.ex. LDR, diode, thermistance,...) ont des résistances qui ne sont pas constantes, même si leurs dimensions physiques le sont. Leurs résistances dépendent d'autres facteurs physiques (comme p.ex. de l'intensité lumineuse, de l'intensité du courant, de la température). On en fait seulement une étude qualitative.</p>	On peut parler du transistor, des circuits logiques, de l'amplificateur opérationnel comme commutateur, du redresseur de courant.
3.6 Applications de conducteurs non-ohmiques	<p>Les composants vus en haut peuvent être utilisés pour redresser un courant, pour produire une tension variable suivant les conditions physiques. On mentionne quelques applications pratiques comme p.ex. l'allumage automatique des lampes, etc...</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Temps: 12 périodes (E3)</p> </div>	

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
E4. Magnétisme et électromagnétisme.		
4.1 Aimants permanents.	<p>Un aimant est un objet capable d'attirer certains matériaux placés dans leur voisinage (p.ex. du fer, du cobalt, du nickel,...). La région de l'espace où cette attraction se fait sentir est appelée champ magnétique. Les parties d'un aimant pour lesquelles cette attraction est la plus forte sont appelées pôles magnétiques; le nombre de pôles magnétiques est toujours pair et l'expérience montre qu'il existe deux types de pôles. Deux pôles de même nom se repoussent, deux pôles de noms contraires s'attirent. Ainsi un aimant suspendu dans le champ magnétique d'un autre aimant, va prendre une orientation privilégiée. On peut observer ce comportement dans le cas d'une aiguille aimantée suspendue librement au voisinage de la Terre; voilà pourquoi on dit que la Terre est entourée d'un champ magnétique: une extrémité de l'aiguille aimantée (pointe Nord) indique grossièrement le nord, et on peut l'utiliser comme boussole.</p>	<p>Révision de ce qui a été fait en Sciences Intégrées. Reconnaissance de matériaux ferromagnétiques. Aimants brisés. Désaimantation par chauffage. Visualisation de l'aimantation à l'aide d'un tube à essai rempli de limaille de fer.</p>
4.2 Champ magnétique produit par un courant électrique.	<p>Un fil conducteur rectiligne et une bobine parcourus par un courant électrique produisent autour d'eux un champ magnétique. On apprend aux élèves une règle pratique concernant la relation entre le sens du courant et le sens du champ magnétique. L'intensité du champ magnétique d'une bobine est fortement augmentée si on introduit dans cette bobine un noyau de fer doux.</p>	<p>Expérience d'Oersted. Déviation d'un faisceau de particules chargées. Balance de Cotton.</p>
4.3 Force électromagnétique.	<p>Un conducteur parcouru par un courant électrique et placé dans un autre champ magnétique est soumis à une force. Cette propriété peut être utilisée pour construire des moteurs électriques.</p>	
4.4 Induction électromagnétique.	<p>Aux bornes d'un conducteur en mouvement dans un champ magnétique apparaît une tension électrique. Cette propriété peut être utilisée pour construire des générateurs (dynamo p.ex.).</p>	

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
<p>Résumé de la notion d'énergie.</p>	<p>Les élèves devraient avoir vu à présent les formes suivantes d'énergie: énergie potentielle de gravitation*, énergie potentielle chimique, énergie calorifique*, énergie cinétique*, énergie électrique* et énergie nucléaire.</p> <p>Ils devraient être capables de comprendre les conversions d'énergie y relatifs. Les formes d'énergie marquées d'un astérisque devraient pouvoir donner lieu à des exercices quantitatifs.</p> <p>On devrait traiter différents exemples de conversion d'énergie.</p>	<p>Rythme cardiaque, périodicité des mouvements diurnes et annuels de la Terre et d'autres corps célestes, mouvements des cordes sur les instruments de musique, tourne-disques.</p>
<p>Section V. Vibrations et ondes. V1. Notions de base.</p>	<p>Dans la nature on peut observer souvent des mouvements ayant un caractère périodique. De tels mouvements sont appelés: oscillations ou vibrations. On appelle période le temps pour faire une oscillation complète, la fréquence est le nombre d'oscillations ou vibrations par seconde; on appelle amplitude l'écartement maximal de la position d'équilibre.</p>	<p>Pousser un enfant sur une balançoire, pendules couplés, etc.</p>
<p>V2. Résonance.</p>	<p>On observe souvent qu'un oscillateur, couplé d'une manière ou d'une autre à un deuxième oscillateur, provoque la mise en mouvement de ce second oscillateur-là. Les oscillations de ce deuxième oscillateur peuvent prendre des amplitudes très importantes si les fréquences propres des deux oscillateurs sont les mêmes: on parle de résonance. Exemples: balançoire d'enfant, vibrations des vitres d'un autobus,... On ne fera aucune étude quantitative.</p>	

PROGRAMME CHAPITRE	MATÉRIEL ET IDÉES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formules et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
V3. Ondes. 3.1 Notions de base.	<p>Une perturbation périodique peut se propager dans un milieu élastique, donnant lieu à une onde dont la forme se reproduit identiquement à elle-même à des intervalles de temps réguliers et en des endroits équidistants. On appelle longueur d'onde la distance entre deux points du milieu élastique qui, à un instant donné, effectuent exactement le même mouvement. La célérité est la distance parcourue par la perturbation en une seconde. Exemple: vitesse du son dans l'air, voisine de 340m/s.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Fréquence</p> <p>Symbole: f Unité: Hertz Hz = s^{-1} Définition: $f = 1/T$ pour $T = \text{période}$</p> <p>Longueur d'onde</p> <p>Symbole: λ Unité: m</p> <p>Célérité</p> <p>Symbole: v, c Unité: m/s $v = f \cdot \lambda$</p> </div>	<p>"Echelle de Petrouquet", cuve à ondes. Mesure de la vitesse du son dans l'air. Expériences à l'aide de la cuve à ondes et des micro-ondes.</p>
3.2 Diffraction.	<p>Des ondes peuvent contourner des obstacles ou bien se disperser en passant à travers des ouvertures: on parle de diffraction. Son importance dépend de la longueur d'onde et des dimensions de l'obstacle ou des ouvertures. Ce phénomène a des conséquences pratiques, p.ex. pour la réception radio.</p>	

PROGRAMME CHAPITRE	MATERIEL ET IDEES À INTRODUIRE <i>définitions, unités, formulaires et savoir-faire</i>	MOYENS D'APPROCHE
	<p style="text-align: center;">Temps: 9 périodes (V)</p> <p>Le nombre de leçons à consacrer à chaque chapitre part d'un nombre total de leçon en 5e année estimé à 47 périodes (12+12+6+8+9).</p>	