

MINISTÈRE DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES

ENSEIGNEMENT DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES

Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

Service général de l'Enseignement organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE

HUMANITÉS GÉNÉRALES ET TECHNOLOGIQUES

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE TRANSITION

Troisième degré

SECTEUR : Sciences appliquées

Option de base groupée : Sciences appliquées

PROGRAMME DES COURS DE :

*Physique appliquée et de Pratique de laboratoire : physique appliquée
inclus dans l'option de base groupée*

438/2012/248A

AVERTISSEMENT

Le programme 122-2/2001/240 était un programme utilisé par défaut en l'absence de programme spécifique à l'option de base groupée

A partir de l'année scolaire 2014-2015 pour la 5^e année et de 2015-2016 pour la 6^e année, le présent programme entre en d'application.

Ce programme figure sur le serveur <http://www.wallonie-bruxelles-enseignement.be>
Il peut être téléchargé et imprimé au format PDF.

TABLE DES MATIERES

1. Présentation générale du programme d'études	2
2. Introduction au programme de physique appliquée et laboratoire	4
3. Programme de 5 ^e année (Physique appliquée et laboratoire)	12
• Thème 1 : Mécanique	13
• Thème 2 : Electricité	16
4. Programme de 6 ^e année (Physique appliquée et laboratoire)	21
• Thème 3 : Courant alternatif	22
• Thème 4 : Dynamique des fluides	24
• Thème 5 : Oscillations et ondes	26
• Thème 6 : Physique nucléaire	30
5. Situations d'apprentissage	33
6. Bibliographie	38

PRESENTATION GÉNÉRALE DU PROGRAMME D'ÉTUDES DE L'O.B.G.

Le programme d'études de l'option de base groupée « Sciences appliquées » s'inscrit dans les orientations déterminées par le décret « Missions » du 24 juillet 1997 définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre.

Ce **programme d'études** est le référentiel de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques que notre pouvoir organisateur a défini afin d'atteindre les compétences fixées par le Gouvernement pour le degré (article 5, 8^o du décret du 24 juillet 1997).

Ce programme d'études est élaboré en termes de compétences que l'élève doit maîtriser au terme du degré.

Remarque importante

Selon le décret du 24 juillet 1997 (21557) – article 5, dans l'ensemble de la législation et de la réglementation relative aux niveaux d'enseignement visés au présent chapitre, est retenue la définition suivante de **compétence** :

« aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches ».

A partir de situations problèmes, la formation développera une démarche scientifique permettant de développer :

- la découverte et l'analyse de la réalité,
- la comparaison des faits observés,
- le questionnement et la formulation d'hypothèses,
- la vérification expérimentale,
- la validation des résultats,
- l'induction de lois,
- la construction de modèles.

Outre la formation scientifique de bon niveau, il importe aussi d'assurer la formation humaine et socio-culturelle des élèves afin de faciliter ultérieurement leur insertion harmonieuse dans la société.

La formation visera à créer et développer sans relâche l'esprit d'organisation, de rigueur, de communication, de travail en équipe, de conscience professionnelle et insistera en permanence sur la précision et la qualité du travail. Elle inculquera un esprit de respect des personnes, de l'environnement et du matériel utilisé.

L'enseignement des sciences dans l'option de base groupée « Sciences appliquées » se singularise par la part plus large faite aux aspects technologiques dans l'étude des phénomènes étudiés. Comme le mentionne le document de référence, les sciences et la technologie sont inséparables. Les compétences terminales de l'option « Sciences appliquées » intègrent des compétences

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

transversales et des compétences et savoirs disciplinaires. Dans cette perspective, la conception et la réalisation d'un projet technologique représentent des composantes essentielles de la formation.

On notera que le document de référence relatif aux compétences terminales en Sciences appliquées précise que **les compétences terminales et savoirs requis en technologie pour l'O.B.G. « Sciences appliquées » intègrent deux niveaux : le niveau sciences de base et les compétences terminales communes aux trois O.B.G. ainsi que les savoir-faire et savoirs associés spécifiques à chaque option.**

Cela signifie que les programmes intègrent à la fois les compétences liées aux sciences de base et les compétences technologiques énumérées pour chaque O.B.G.

INTRODUCTION AU PROGRAMME DE PHYSIQUE APPLIQUÉE ET LABORATOIRE

Le cours de physique appliquée et de laboratoire (de physique) doit être donné par le même professeur à raison de 4 périodes hebdomadaires. Pour que les travaux pratiques (laboratoires) puissent être réalisés dans des conditions optimales, deux des quatre périodes doivent être groupées dans l'horaire des élèves.

Le programme qui suit intègre le cours de physique appliquée et le laboratoire. Un nombre de périodes prévu pour le cours de physique appliquée est indiqué pour chaque module (mécanique, électricité,...). Le professeur doit généralement prévoir un nombre équivalent de périodes pour le laboratoire (quelques modules échappent à cette règle, comme par exemple, la dynamique des fluides). Ces nombres ne sont pas complètement rigides. Selon les besoins, le professeur peut légèrement les modifier par des glissements entre modules.

Des exemples de travaux pratiques sont proposés. Il ne s'agit donc pas d'obligations.

Par contre, les indications mentionnées dans les **orientations méthodologiques** doivent être suivies. Ainsi, quand il est indiqué qu'une partie déterminée des notions doit être vue au laboratoire, le professeur ne peut faire autrement, les notions devant être abordées par le biais d'expériences réalisées par les élèves (c'est par exemple le cas des frottements entre solides). Rien n'empêche par contre le professeur de réaliser par la suite une synthèse des travaux pratiques (comme cela peut toujours être le cas après un laboratoire).

1. Les compétences

Les compétences à maîtriser par l'élève à l'issue du degré sont reprises dans deux référentiels différents.

Les compétences liées à la technologie sont d'une part énoncées dans le référentiel « *compétences terminales et savoirs requis en technologie à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques* ». Elles reprennent des *compétences liées à l'option groupée* et des *compétences transversales liées à la technologie*.

Ce ne sont pas les seules compétences à maîtriser à l'issue des études en *sciences appliquées*. L'élève doit également maîtriser les compétences énoncées pour le cours de sciences de base dans le référentiel des « *compétences terminales et savoirs requis en sciences des humanités générales et technologiques* ». Ce document contient, pour ce niveau, des compétences scientifiques et des compétences spécifiques.

L'ensemble de ces compétences est repris ci-dessous.

1.1 Compétences terminales¹ liées à l'option groupée

1. Rechercher, traiter et relater l'information de manière critique :

¹ La majorité des compétences terminales répertoriées ici présentent un caractère transversal.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

- rechercher les sources d'information, les sélectionner en fonction de critères définis (fiabilité, date de parution...) ;
 - rassembler de la documentation sur un problème, la structurer et en faire la synthèse critique ;
 - lire, interpréter et communiquer des données sous forme de schémas, graphiques, tableaux, formulations mathématiques en faisant appel, si nécessaire, à l'outil informatique ;
 - rédiger, en utilisant le langage scientifique adéquat.
2. Pratiquer des démarches scientifiques, utiliser des modèles, construire un raisonnement logique :
- identifier un problème ;
 - formuler des questions, émettre des hypothèses et les confronter à des théories ou à l'expérimentation ;
 - argumenter et défendre un point de vue de manière logique et structurée ;
 - démêler une situation problème ;
 - rendre compte (en utilisant les langages standardisés propres à la biologie, à la chimie et à la physique) des phénomènes observés ;
 - utiliser des modèles, les comprendre et en apprécier la limite de validité ;
 - réaliser un calcul aux dimensions ;
 - résoudre des applications numériques, exprimer le résultat avec le nombre approprié de chiffres significatifs ;
 - estimer l'incertitude sur un résultat calculé à partir de mesures.
3. Synthétiser, organiser, dépasser la fragmentation des savoirs :
- synthétiser, organiser des données expérimentales ou des notions théoriques en vue de les exploiter de manière intégrée ;
 - transférer et adapter un modèle dans un contexte nouveau ;
 - extrapoler en appréciant les risques de la généralisation.
4. Expérimenter :
- concevoir une expérience simple, choisir le matériel et les techniques appropriées ;
 - réaliser un projet qui répond à un cahier des charges ;
 - lire et appliquer un mode opératoire, une notice en français ou en anglais ;
 - décrire les procédures suivies sans omettre d'étapes pour que d'autres puissent refaire l'expérience ;
 - utiliser les appareils courants ;
 - manipuler les produits en respectant les consignes de sécurité ;
 - expérimenter seul ou au sein d'une équipe en respectant les procédures ;
 - effectuer des mesures en tenant compte des incertitudes et des conventions du Système International ;
 - gérer son temps de travail de manière efficace ;
 - interpréter les résultats et en vérifier la pertinence ;
 - identifier un dysfonctionnement ;
 - faire une analyse critique de la procédure et proposer une amélioration ;
 - rédiger un rapport.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

5. Travailler en équipe :

- s'intégrer dans un travail de groupe ;
- prendre conscience de la part que chacun apporte dans la réalisation du travail ;
- écouter l'autre et être prêt à envisager d'autres idées que les siennes.

6. Intégrer les sciences dans la vie quotidienne :

- évaluer l'impact des découvertes des sciences et des innovations technologiques sur l'environnement et le mode de vie ;
- percevoir l'enjeu des grands débats sur les questions posées à la société : énergie, radioactivité, environnement, santé...

7. Concevoir et réaliser un projet technologique :

- mettre au point un procédé qui va permettre d'obtenir un résultat attendu ;
- concevoir un objet technique qui va répondre à un cahier des charges ;
- mettre en évidence l'intégration de la technologie dans la culture de notre société en prenant en compte des aspects économiques, sociaux, culturels...

1.2 Compétences transversales liées à la technologie

1. Définir et formuler une difficulté technique à résoudre, pour la rendre compréhensible à soi-même et aux autres, afin d'y apporter une solution :

- Utiliser, de façon adéquate, les termes et les concepts dans une reformulation de la situation - problème à résoudre ;
- Schématiser les données, les relations, les inconnues.

2. Recueillir et traiter les informations en fonction du problème à résoudre :

- Trouver les informations dans différentes sources courantes ;
- Noter les informations utiles sous une forme utilisable dans le traitement des données ;
- Extraire des données d'un texte, d'un schéma, d'un graphique, d'un tableau, d'un document ;
- Retrouver des mécanismes, des lois, des relations, dans un texte, un schéma, un graphique, un tableau, un document ;
- Repérer les notions plus complexes ou inconnues (termes techniques, principes théoriques, ...) et décider de rechercher une explication ;

3. Analyser des informations :

- Identifier les éléments de base d'un raisonnement ;
- Structurer et dégager des liens entre ces éléments ;
- Distinguer entre ce qui est hypothétique et ce qui est démontré ;
- Identifier une structure, un principe d'organisation.

4. Synthétiser des informations :

- Dégager les informations clés communes à plusieurs sources ;
- Organiser et présenter les relations entre ces informations clés sous forme de texte, de plan, de schéma, de graphique, de tableau.

5. Utiliser les concepts, les modèles, les procédures et les instruments qui s'imposent pour une tâche technique donnée en les maîtrisant, en comprenant leur emploi, en étant conscient de leurs possibilités et de leurs limitations ainsi que des consignes de sécurité :
 - Choisir la méthodologie la plus adéquate pour résoudre l'application ;
 - Choisir et utiliser l'outil adéquat dans le respect des normes de sécurité ;
 - Savoir gérer le temps : respecter un plan de travail imposé ou auto imposé et savoir gérer le temps des autres par des consignes claires et précises ;
 - Traiter les données avec le concept, le modèle, la procédure qui ont été choisis avec ordre et méthode ;
 - Évaluer le résultat en fonction de critères.
6. Choisir parmi des concepts, des modèles, des procédures et des instruments, le plus adéquat pour une tâche technique à effectuer et pouvoir justifier ce choix :
 - Poser le problème et déterminer le résultat attendu ;
 - Déterminer les démarches nécessaires à la résolution du problème ;
 - Choisir et utiliser l'outil adéquat dans le respect des normes de sécurité ;
 - Mobiliser des savoirs existants, éventuellement par tâtonnement ;
 - Établir un timing et le respecter ;
 - Traiter des données avec le concept, le modèle, la procédure qui ont été choisis, avec ordre et méthode ;
 - Produire une présentation claire de la procédure de solution ;
 - Déterminer les limites de la pertinence de la solution et ses implications sur les plans économique, social, culturel, éthique et environnemental.
7. Élaborer les concepts, les modèles, les procédures et les instruments pour une tâche technique à effectuer :
 - Poser le problème et déterminer le résultat attendu ;
 - Déterminer les démarches nécessaires à la résolution du problème ;
 - Construire des concepts, des schémas explicatifs, des modèles :
 - produire des hypothèses ;
 - tester la pertinence de ces hypothèses ;
 - améliorer la production par ajustement.
 - Élaborer des procédures, un plan d'action :
 - produire des hypothèses ;
 - tester la pertinence de ces hypothèses ;
 - améliorer la production par ajustement.
 - Choisir un degré de précision, de rigueur en fonction du contexte ;
 - Produire une présentation claire de la procédure de solution ;
 - Déterminer les limites de la pertinence de la solution et ses implications sur les plans économique, social, culturel, éthique et environnemental.

1.3 Compétence relationnelle

- S'intégrer dans une équipe en vue de réaliser un objectif commun, en collaborant, organisant, négociant, structurant, planifiant, déléguant, partageant le travail et prenant ses responsabilités.

1.4 Compétences de communication

1. Construire un message cohérent et rigoureux :

- Pouvoir donner, si nécessaire, une définition des termes techniques utilisés ;
- Utiliser correctement les unités, les symboles graphiques et littéraux en relation avec le champ technologique abordé ;
- Maîtriser le vocabulaire spécifique au champ technologique abordé ;
- Construire une représentation d'une situation en fonction du contexte et des destinataires ;
- Négocier un degré de précision, de rigueur ou de détail en fonction du besoin ;
- Utiliser un ordinateur pour communiquer : production de documents, analyses graphiques, production de tableaux ... ;
- Rédiger un texte personnel sur un sujet technologique ;
- Présenter un problème sous forme graphique (dessin technique, croquis) et pouvoir utiliser les outils informatiques adaptés ;
- Représenter un ensemble technologique sous la forme d'un schéma fonctionnel ;
- Représenter un ensemble technologique sous la forme d'un croquis de structure ;
- Présenter un problème ou des résultats sous forme tabulaire ou graphique.

Exploiter et s'approprier un message :

- Produire un rapport technique relatif à un exposé entendu, à une expérimentation menée, à une analyse faite ;
- Présenter une synthèse orale structurée ;
- Lire un dessin dans ses dimensions structurelle et fonctionnelle ;
- Lire et interpréter des graphiques, des tableaux, des courbes, des diagrammes, des abaques ...

1.5 Compétences scientifiques liées aux sciences de base

1. Confronter ses représentations avec les théories établies ;
2. Modéliser : construire un modèle qui rend compte de manière satisfaisante des faits observés ;
3. Maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technoscientifique ;
4. Bâtir un raisonnement logique ;
5. Communiquer.

1.6 Compétences spécifiques liées aux sciences de base

1. Décrire la structure, le fonctionnement, l'origine et l'évolution de l'univers à l'aide de modèles :
 - Modéliser diverses formes de la matière constitutive du vivant et du non vivant ;
 - Expliquer comment les interactions entre particules ont permis, au fil du temps, la structuration de la matière ;

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

2. Utiliser une démarche scientifique pour appréhender des phénomènes naturels, des processus technologiques ;
3. Utiliser une argumentation rationnelle dans des débats de société sur des sujets tels que l'énergie, la radioactivité, les déchets, la santé, l'environnement, le clonage... ;
4. Évaluer l'impact de découvertes scientifiques et d'innovations technologiques sur notre mode de vie :
 - Évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement ;
 - Expliquer l'impact écologique de la consommation ;
5. Expliquer pourquoi et comment intégrer des règles de sécurité et/ou d'hygiène dans des comportements quotidiens :
 - Expliquer les notions de base concernant l'utilisation, la maintenance et les règles de sécurité de quelques appareils domestiques.
6. Expliquer pourquoi et comment économiser l'énergie ;
7. Modéliser un objet technique domestique ;
8. Expliquer comment une technologie domestique revêt des dimensions techniques et socioculturelles ;
9. Modéliser simplement l'une ou l'autre technologie médicale.

2. Les savoir-faire

Le référentiel « *compétences terminales et savoirs requis en technologie à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques* » énonce également des savoir-faire et savoirs associés pour l'O.B.G. *Sciences appliquées*.

Les **savoirs** correspondent ici aux **contenus notionnels** développés plus loin dans le programme.

Les **savoir-faire** sont répartis en sept grandes catégories :

1. Mesurer ou déterminer des grandeurs ;
2. Utiliser, mettre en œuvre des instruments de mesure et/ou de contrôle ;
3. Calculer, évaluer, résoudre des problèmes ;
4. Lire et interpréter ;
5. Représenter, synthétiser, organiser les savoirs, dans une perspective technologique ;
6. Modéliser, analyser, interpréter les limites du modèle et son champ d'application ;
7. Expérimenter.

Ces savoir-faire sont mis en œuvre dans l'ensemble des chapitres du programme, que ce soit plus spécifiquement lors des travaux pratiques (1, 2, 7), lors de la résolution de problèmes (3) ou bien que cela puisse intervenir dans l'une ou l'autre des activités du cours (4, 5, 6).

3. Concevoir et réaliser un projet technologique

Le référentiel « compétences terminales et savoirs requis en technologie à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques » définit également ce qu'est un projet technologique. Le texte qui suit reprend in extenso le chapitre qui y est consacré. Des projets technologiques peuvent être développés dans le cadre de chaque chapitre du cours.

Les trois fonctions et les quatre étapes essentielles de l'élaboration d'un projet technique, leurs articulations, leurs mises en relation avec les réalités industrielles et commerciales, l'exploitation des nouvelles technologies de l'information ... permettent :

- de construire une structure cohérente selon un ordre logique ;
- d'organiser des activités de résolution de problèmes technologiques à travers des questions liées à la conception, la fabrication, la mise en œuvre, l'utilisation, la réparation ou la transformation d'un système technique.

Des réalisations assistées par ordinateur élargissent et diversifient la pratique de l'outil informatique pour concevoir, produire et échanger des informations. Au cours de ces réalisations, l'élève est conduit à identifier et à caractériser les différents éléments d'une configuration informatique et à repérer leurs relations et les contraintes qui y sont associées. Elles permettent d'aborder les principes du traitement de l'information, de son stockage, de sa transformation et de sa transmission.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

FONCTIONS	ÉTAPES	ACTIVITÉS ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
CONCEVOIR	1. Analyse et interprétation des besoins.	<ol style="list-style-type: none"> Analyse des besoins : interpréter les besoins. Analyser des réponses actuelles au besoin : à partir d'un dossier ressource comportant des informations commerciales, techniques sur les produits existants : <ul style="list-style-type: none"> formuler et présenter une synthèse de l'étude, modéliser une démarche, simuler une solution possible. Synthèse : formuler et présenter une synthèse de l'étude qui justifie les modifications et les adaptations au produit. Étude fonctionnelle : élaboration d'un cahier des charges fonctionnel. <p>Établir une corrélation entre la synthèse de l'étude du besoin et l'élaboration du cahier des charges fonctionnel, justifier son contenu.</p>
	2. Recherche et détermination de solutions	<p>Choix de solutions</p> <ul style="list-style-type: none"> étudier des solutions techniques pertinentes en tenant compte des diverses contraintes, notamment des normes de qualité, expérimenter, interpréter, un ou plusieurs éléments de solution, mesurer, contrôler, simuler, choisir une ou plusieurs solutions. <p>Validation de solutions</p> <ul style="list-style-type: none"> procéder à l'analyse de la valeur, justifier le choix.
PRODUIRE	3. Organisation de la production	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer les étapes nécessaires à la production. Établir un plan de production, un projet : dossier de fabrication, contrôles et mesures, critères de qualité... Expérimenter, réaliser, mesurer, contrôler certains éléments de la solution mise en œuvre. Représenter les résultats de l'expérience, de la solution retenue, interpréter les résultats, les communiquer.
DIFFUSER	4. Organisation de la distribution	<ol style="list-style-type: none"> Exploiter la solution en relation avec les critères de qualité définis <ul style="list-style-type: none"> généraliser le produit en fonction des critères et des normes, modéliser les réseaux de mise à disposition de la production. Préparation de la communication « produit » <ul style="list-style-type: none"> interpréter le mode d'emploi, la procédure, élaborer un dossier technique, rédiger un rapport et le présenter.

PROGRAMME DE 5^e ANNEE

PHYSIQUE APPLIQUEE ET LABORATOIRE

4 périodes/semaine

Thème1 : Mécanique

Prérequis

- Cinématique à une dimension (étudiée en 4^e année) ;
- Lecture de graphiques $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$;
- Tracé de graphique $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$;
- Dynamique étudiée en 4^e année : approche qualitative des lois de Newton ;
- Résultante de forces ;
- Décomposition de forces.

Exemples de questionnement

- Pourquoi un parachutiste semble-t-il remonter quand il ouvre son parachute ?
- Pourquoi des objets de poids différents tombent-ils avec la même accélération dans le vide ?
- Pourquoi est-il plus facile de desserrer un écrou avec une clé munie d'un long manche ?
- Suivant quelle inclinaison faut-il lancer un projectile pour qu'il aille le plus loin possible ?
- Pourquoi faut-il ralentir avant d'aborder un virage ?
- Pourquoi les virages des pistes de bobsleigh sont-ils relevés ?
- Pourquoi reste-t-on collé au siège d'une montagne russe de type navette la tête en bas quand on se trouve au sommet de la courbe ?

<i>Compétences spécifiques</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Associer l'analyse d'un mouvement au choix d'un système de référence ; • Utiliser les vecteurs pour représenter déplacement, vitesse et accélération ; • Expliquer que la vitesse peut varier en valeur et/ou en direction ; • Analyser un processus de freinage ; • Vérifier si les conditions d'équilibre statique d'un corps sont remplies ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Rappels : MRU, MRUV ; • Mouvement à deux dimensions ; • Grandeurs vectorielles : vitesse et accélération ; • MCU ; • Les frottements entre solides ; • Les 3 lois de Newton ; • Système solaire, lois de Kepler ; • Gravitation universelle.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

<ul style="list-style-type: none">• Justifier la trajectoire des satellites ;• Illustrer chacune des lois de Newton par des exemples de la vie quotidienne ;• Tracer et interpréter des graphiques, donner la signification de la pente et de l'aire sous la courbe.	<u>Statique</u> <ul style="list-style-type: none">• Forces ;• Moment d'une force ;• Equilibres (de translation et de rotation).
--	--

Orientations méthodologiques

La partie *physique appliquée* de ce chapitre compte environ 20 leçons. La statique et l'étude des frottements entre solides doivent être vues au laboratoire. Cette partie du cours s'appuie sur l'étude de la mécanique faite en 4^e. La vitesse et l'accélération ont été définies dans le cas des mouvements rectilignes sans utilisation des vecteurs. En 5^e, on précise ces définitions, d'une part en les étendant à deux (et trois) dimensions, donc d'un point de vue vectoriel et, d'autre part, en parlant de limite, ce qui amène la notion de dérivée (le programme de mathématique fait référence à la vitesse comme exemple de dérivée). Ceci ne veut pas dire que le cours de physique appliquée utilise le calcul des dérivées en mécanique, au contraire, puisqu'il n'est pas encore étudié au cours de mathématique à ce stade de l'année.

Représenter les vecteurs position, vitesse et accélération en divers points de la trajectoire.

Dans un mouvement plan, décomposer l'accélération suivant les directions normale et tangentielle à la trajectoire.

L'étude du MCU peut se faire sans l'utilisation du calcul des dérivées, l'accélération peut être alors introduite par l'hodographe.

Énoncer, démontrer et appliquer, dans des situations concrètes, les relations entre vitesse linéaire, vitesse angulaire, fréquence, période et accélération linéaire du MCU.

Si le tir horizontal n'a pas été étudié au laboratoire l'année passée, il le sera cette année.

L'étude du tir oblique peut être réalisée à l'aide d'un revolver jouet projetant des fléchettes (par exemple). Le professeur peut alors présenter l'étude de sa portée comme un défi. De quoi dépend-elle ? Que faut-il mesurer ? Comment le faire ? Les élèves devront, par exemple, décider de fixer le point de départ à la même hauteur que le point d'arrivée. L'étude mathématique exhaustive peut de

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

toute façon être passée sous silence (en fonction du niveau de la classe) : les résultats peuvent être donnés sans démonstration. Ils permettent de vérifier la concordance de l'étude expérimentale et de la théorie (c'est un point important : montrer aux élèves comment « lire » les formules).

Forces et équilibre : après avoir étudié expérimentalement l'équilibre et trouvé les conditions d'équilibre statique (il faut se limiter à des forces appliquées dans un même plan), on peut envisager des questions théoriques d'équilibre statique.

Travaux pratiques proposés :

- Chariot tracté sur un plan horizontal ;
- Machine d'Atwood ($F=ma$) ;
- Tir horizontal : portée en fonction de la vitesse et de la hauteur initiales ;
- Etude du tir oblique : étude expérimentale de la portée en fonction de l'angle de tir (jet d'eau, revolver à ressort) ;
- Mesure de la force centripète dans un MCU (en fonction de la masse de l'objet, de la vitesse angulaire et du rayon) ;
- Frottements entre solides (statique et cinétique) ;
- Equilibre d'une barre pouvant tourner autour d'un axe fixe ;
- Equilibre d'une barre modélisant un bras humain.

Thème 2 : Electricité

Prérequis

- Électrisation par frottement (cours de 3^e année) ;
- Existence de deux types de charges (cours de 3^e année) ;
- Conducteurs et isolants (cours de 3^e année) ;
- Notion de courant électrique, notion de circuit (cours de 3^e année) ;
- Loi de la gravitation universelle (loi en $1/r^2$) ;
- Utilisation de la calculatrice (écriture scientifique) ;
- Puissances de 10 ;
- Résultante de forces ;
- Travail d'une force (cas d'une force constante et d'un mouvement rectiligne).

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce que la foudre ? Le tonnerre ?
- Quelle est l'origine du champ magnétique d'un aimant ?
- Quelle est l'origine du champ magnétique terrestre ?
- Quelle est la fonction d'un compteur électrique
- Comment expliquer la déviation de l'aiguille d'un multimètre ?
- Pourquoi une cuisinière à induction nécessite-t-elle des récipients métalliques ?
- Qu'est-ce qu'un transistor ?
- Comment transforme-t-on un courant alternatif en un courant continu ?

<i>Compétences spécifiques</i>	<i>Savoirs</i>
<p><u>Électrostatique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Associer une loi à une situation concrète ; • Interpréter les phénomènes électrostatiques par les transferts d'électrons ; • Identifier les dangers de l'électricité statique dans des situations quotidiennes ; • Représenter la force électrique s'exerçant sur une charge placée en un point où le champ électrique est connu ; • Prévoir le mouvement d'une charge électrique dans un champ électrique. <p><u>Électrocinétique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Associer une loi à une situation concrète ; 	<p><u>Électrostatique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappels : électrisation par influence et par frottement, conducteurs et isolants ; • Principe de conservation de la charge électrique ; • Loi de Coulomb ; • Champ électrique, approche qualitative, lignes de champ, spectres, (analogie avec la pesanteur) ; • Différence de potentiel électrique. <p><u>Électrocinétique</u> (courant continu)</p>

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

- Réaliser un montage correspondant à un schéma électrique simple et inversement ;
- Utiliser un multimètre ;
- Distinguer les branchements en série des branchements en parallèle ;
- Lire et expliquer les caractéristiques d'un appareil électrique ;
- Estimer notre consommation d'énergie électrique.

Électromagnétisme

- Associer une loi à une situation concrète ;
- Prévoir le mouvement d'une charge électrique dans un champ magnétique ;
- Expliquer quelques utilisations des électroaimants ;
- Critiquer un exemple de schéma électrique domestique.

Electronique

- Associer une loi à une situation concrète ;
- Faire apparaître la différence entre une diode de redressement et une LED ;
- Déterminer l'utilisation adaptée des diodes et des condensateurs dans les alimentations électriques (chargeurs, etc...) ;
- Découvrir l'utilisation des transistors en tant qu'amplificateurs de courant, de détecteurs de lumière...

- Intensité du courant ;
- Loi de Joule ;
- Associations de résistors en parallèle et en série ;
- Générateur : tension électromotrice et résistance interne ;
- Moteur : tension contre-électromotrice et résistance interne ;
- Loi d'Ohm généralisée ;
- Énergie et puissance électrique ;
- L'électricité dans la vie quotidienne.

Électromagnétisme

- Aimants et pôles ;
- Champ magnétique des aimants et des courants ;
- Champ magnétique terrestre ;
- Interprétation microscopique du magnétisme des aimants ;
- Forces électromagnétiques ;
- Tension induite, loi de Lenz ;
- Courant alternatif, production d'une tension alternative ;
- Applications (courants de Foucault).

Électronique

- Diode ;
- Condensateurs ;
- Redressement et filtrage du courant alternatif ;
- Transistor.

Orientations méthodologiques

La partie *physique appliquée* de ce chapitre compte environ 30 leçons. La partie consacrée à l'électronique doit être vue au laboratoire.

- **Électrostatique**

Rappeler les notions vues au 1er degré et en 3e année : forces électrostatiques, électrisation par frottement, conducteur et isolant.

L'électrostatique est volontairement limitée à une étude expérimentale et à l'interprétation de quelques phénomènes.

La loi de Coulomb ne peut s'accompagner de longs calculs de résultantes de forces électriques (pas plus de 3 charges). Appliquer le principe des actions réciproques aux interactions entre charges.

La notion de champ électrique est abordée qualitativement, notamment dans le but de comprendre la déviation du faisceau électronique dans l'oscilloscope et d'introduire la différence de potentiel.

La notion de différence de potentiel peut être présentée à l'aide du travail de la force électrique dans le champ uniforme produit par un condensateur plan. On peut aussi s'appuyer sur les analogies avec le champ gravifique et avec l'hydraulique. Une dernière approche introduit la différence de potentiel en électrocinétique.

L'ordinateur peut aider à tracer des lignes de champ électrique et des surfaces équipotentiellles.

Comparer les interactions électriques et gravifiques dans le cas du système électron proton.

Montrer que deux interactions sont obligatoirement à l'œuvre dans le noyau : la répulsion coulombienne entre protons doit être compensée par une attraction intense mais de courte portée.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

- **Électrocinétique**

Utiliser les notions d'énergie et de puissance pour estimer les consommations et les coûts de l'énergie électrique, pour le choix des fusibles...

Faire le lien entre le coulomb et l'ampère-heure (et le mAh).

Présenter la loi de Joule comme une conséquence du principe de la conservation de l'énergie.

Ne pas abuser d'exercices consacrés aux lois de Kirchhoff et aux associations de résistors.

L'électrolyse, les piles et les accumulateurs sont étudiés au cours de chimie.

- **Électromagnétisme**

De manière générale, cette partie du cours se prête particulièrement bien aux illustrations expérimentales. On pensera aux diverses applications de l'induction de courant (par exemple certains microphones).

Il est utile et intéressant de parler des applications pratiques des électroaimants (sonnette, relais, disjoncteur...) et des courants de Foucault (freinage magnétique, plaques de cuisson, suspension magnétique, amortissement du mouvement d'oscillation des balances, tachymètre des voitures, compteur d'énergie électrique...). La forme différentielle de la loi de la tension induite peut être introduite et utilisée dans le cas de la rotation d'une bobine dans un champ magnétique constant (génératrice de tension alternative), établissant un lien avec le cours de mathématique.

- **Electronique**

Cette partie du cours se prête également particulièrement bien aux illustrations expérimentales.

Pour l'étude des diodes, se référer à l'outil d'évaluation présent sur le site « enseignement.be »

Montrer qu'un courant peut circuler dans un circuit formé d'un condensateur et d'une lampe quand l'alimentation est alternative, alors qu'il n'y a pas de courant si la tension d'alimentation est continue.

On peut aborder l'étude du condensateur en en construisant un à l'aide d'une feuille de papier et de deux feuilles d'aluminium. Ce condensateur est connecté en série avec deux leds (branchées en parallèles inverses). Le courant ne pourra circuler dans ce circuit que si la fréquence d'alimentation est assez élevée. Ce montage permet de mettre en évidence certains facteurs influençant sa capacité (S, d). L'ensemble est détaillé dans le *document de travail* intitulé

« Électromagnétisme dans les nouveaux programmes de 5^e année » publié par le CAF en mars 2003.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

L'étude expérimentale des associations de condensateurs peut se faire en utilisant un multimètre possédant la fonction capacimètre. On trouve facilement de cette manière les lois d'association en parallèle, en série et mixtes (par exemple deux condensateurs en parallèle associés en série avec un troisième condensateur).

Travaux pratiques proposés :

- Vérifier la loi d'Ohm généralisée ;
- Associer des résistances ;
- Illustrer la Loi de Joule ;
- Mesurer de la résistance interne d'une pile ;
- Déterminer de la valeur du champ magnétique terrestre ;
- Mesurer des forces de répulsion entre deux aimants en fonction de la distance qui les sépare ;
- Mesurer la valeur du champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde en fonction de l'intensité de courant, du nombre de spires et de sa longueur ;
- Mesurer la valeur du champ magnétique d'un aimant cylindrique le long de l'axe joignant les pôles en fonction de la distance au pôle ;
- Mesurer la valeur du champ magnétique au centre d'une bobine plate ;
- Caractériser une diode ;
- Mesurer le gain en courant d'un transistor ;
- Mettre en évidence le redressement et le filtrage du courant alternatif ;
- Etudier le condensateur et l'association de condensateurs ;
- Condensateurs :
 - Mettre en évidence la proportionnalité entre q et V (en travaillant à courant constant, on peut déterminer la charge par la formule $q=I \cdot t$)
 - Mettre en évidence la décharge exponentielle.

PROGRAMME DE 6^e ANNEE

PHYSIQUE APPLIQUEE ET LABORATOIRE

4 périodes/semaine

Thème 3 : Courant alternatif

Pré requis

- Étude du courant continu (intensité, tension, résistance, lois du courant continu...) ;
- Tension induite, loi de Lenz ;
- Notion de courant alternatif ;
- Électronique : redressement et filtrage du courant alternatif.

Exemples de questionnement

- Pourquoi utilise-t-on du courant alternatif plutôt que du courant continu dans les maisons ?
- Pourquoi certains consommateurs ont-ils besoin du triphasé ?
- Pourquoi utilise-t-on des lignes à haute tension ?
- À quoi un transformateur sert-il ? Comment fonctionne-il ? De quoi est-il formé ?
- Comment un filtre passe-haut (passe-bas) fonctionne-t-il ?
- Pourquoi l'échelle d'un ampèremètre (ou d'un voltmètre) analogique n'est-elle pas linéaire en alternatif alors qu'elle l'est en continu ?
- Comment un microphone à électret fonctionne-t-il ?
- Comment un tournevis testeur fonctionne-t-il ?
- Comment parvient-on à sélectionner une seule fréquence dans une radio ?

<i>Compétences spécifiques</i>	<i>Savoirs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer le comportement d'un condensateur et d'une bobine soumis à une tension alternative ; • Reconnaître, à partir d'un graphique, un déphasage, une concordance et une opposition de phase ; • Expliquer le fonctionnement d'un transformateur ; • Utiliser le phénomène de résonance pour la réalisation d'un 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une tension alternative ; • Caractéristiques ; • Impédance d'un condensateur et d'une bobine ; • Déphasage, vecteurs tournants (Fresnel) ;

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

<p>filtre ou d'une radio « poste à galène » ;</p> <ul style="list-style-type: none">• Justifier l'utilisation du triphasé en industrie.	<ul style="list-style-type: none">• Phénomène de résonance dans les circuits en série et en parallèle ;• Utilité du triphasé.
---	--

Orientations méthodologiques

La partie *physique appliquée* de ce chapitre compte environ 10 leçons.

Ce chapitre sera en grande partie étudié par le biais d'expériences et de travaux pratiques.

Rappeler l'induction de tension (la production de la tension alternative a déjà été abordée en 5^e année).

L'intérêt des lignes à haute tension peut être illustré par un modèle expérimental avec petits transformateurs, fils résistants et ampoules basse tension (pour des raisons de sécurité, il faut rester dans des tensions assez basses).

Pour l'étude du transformateur au labo, se référer à l'outil d'évaluation 5^{ème} sciences générales sur le site :

« <http://www.enseignement.be> »

L'étude du courant alternatif se fera en limitant l'aspect mathématique, en particulier pour les notions de grandeurs efficaces et d'impédance. L'accent sera mis sur l'approche expérimentale.

Mettre également en évidence expérimentalement les facteurs influençant l'impédance et le déphasage dans les circuits RC et RL ainsi que l'effet de filtrage.

Travaux pratiques proposés

- Étude du transformateur (loi des tensions et mesure du rendement) ;
- Circuit RC ;
- Circuit RL ;
- Circuit RLC.

Thème 4 : Dynamique des fluides

Pré requis

- Statique des fluides.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce qui permet aux avions de voler ?
- Pourquoi les ailes d'avion ont-elles un profil particulier ?
- Quelle est l'influence de la résistance de l'air sur le mouvement des objets.
- Qu'est-ce que la viscosité d'une huile ? De quoi dépend-elle ?
- Pourquoi donne-t-on une forme spéciale au tablier de certains ponts ?
- Comment fait-on pour connaître la forme que doit avoir une voiture ?
- Pourquoi la surface des balles de golf présente-t-elle des cavités ?

Compétences spécifiques	Savoirs
<ul style="list-style-type: none">• Interpréter différentes expériences en utilisant l'équation de Bernoulli ;• Calculer la viscosité d'un fluide ;• Vérifier l'influence de la température sur la viscosité ;• Déterminer la relation entre la résistance de l'air et la vitesse limite de chute (v ou v^2).	<ul style="list-style-type: none">• Débit ;• Equation de Bernoulli ;• Equation de continuité ;• Portance ;• Viscosité ;• Résistance de l'air.

Orientations méthodologiques

L'ensemble de cette partie du cours doit être vue au laboratoire.

Introduire l'équation de continuité par l'expérience.

Introduire l'équation de Bernoulli à l'aide d'expériences qualitatives simples.

Expliquer la portance à partir de Bernoulli.

Un tube de Venturi est disponible au centre technique pour illustrations.

Travaux pratiques proposés

- Rapprochement de deux objets ;
- Utilisation d'un entonnoir ;
- Simulation de l'utilisation d'un sèche-cheveux ;
- Réalisation d'un modèle d'aile d'avion ;
- Chute de billes dans des liquides de viscosités différentes ;
- Effet de la température sur la viscosité ;
- Mesures des vitesses limites de chute des cônes en papier.

Thème 5 : Oscillations et ondes

Pré requis

- Cinématique : position, vitesse, accélération ;
- Le mouvement circulaire uniforme ;
- Calcul de dérivées ;
- Énergie (cours de 4^e) ;
- Optique géométrique : réflexion, réfraction ;
- Courant alternatif : circuits RC, RL.

Exemples de questionnement

- Pourquoi le son d'une ambulance devient-il plus grave quand elle passe devant nous ?
- Qu'est-ce qu'un examen doppler ?
- Qu'est-ce que le décibel ?
- Comment un laser fonctionne-t-il ?
- Quelle est la différence entre un CD et un DVD ?
- Comment peut-on mesurer la vitesse de la lumière ?
- À quoi la couleur de la lumière est-elle due ?
- Quelle est la raison de l'apparition de couleurs sur les flaques d'eau après la pluie ?
- Pourquoi les bulles de savon sont-elles colorées ?
- Pourquoi ne peut-on pas mettre de récipient métallique dans un four à micro-ondes ?
- Comment se fait-il qu'on puisse stériliser à froid ?
- Quelles sont les applications médicales des rayons X ?

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

Compétences spécifiques	Savoirs
<p>Oscillations harmoniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans le cas d'une oscillation harmonique, montrer que l'énergie mécanique se conserve ; • Etablir les relations qui permettent de calculer les périodes d'oscillation de l'oscillateur harmonique. <p>Ondes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décrire et interpréter les expériences réalisées pour mettre en évidence les propriétés des ondes. <p>Son</p> <ul style="list-style-type: none"> • En se basant sur les observations faites à l'oscilloscope, lier les caractéristiques d'un son aux propriétés des vibrations. <p>Lumière</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trouver, en se basant sur une expérience de diffraction, la longueur d'onde d'une source monochromatique ; • Comparer les différentes sources de lumière (incandescence, ampoules économiques, tubes fluorescents...) ; 	<p>Oscillations harmoniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fréquence, période, amplitude. <p>Ondes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation d'une onde, onde progressive, vitesse de propagation ; • Longueur d'ondes ; • Ondes transversales et longitudinales ; • Principe de Huygens ; • Réflexion, réfraction, diffraction, interférences • Battements ; • Régime stationnaire, résonance. <p>Son</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onde sonore et caractéristiques d'un son, décibels ; • Effet Doppler. <p>Lumière</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature ondulatoire de la lumière, couleurs ; • Diffraction, interférence ; • Polarisation ; • Spectres ;

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

<ul style="list-style-type: none">• Décrire quelques applications du laser (industrie, médecine recherche). <p>Ondes électromagnétiques</p> <ul style="list-style-type: none">• Expliquer les principes physiques de base de quelques techniques médicales courantes (échographie, Doppler, radiothérapie, radiographie, chirurgie laser, scanner, traceurs...) ;• Expliquer les applications technologiques des phénomènes ondulatoires (four à micro-ondes, stérilisation à froid, caméra IR, télédétection...).	<ul style="list-style-type: none">• Effet photoélectrique, nature corpusculaire de la lumière, le photon, spectres de raies (niveaux d'énergie) ;• Le laser. <p>Ondes électromagnétiques</p> <ul style="list-style-type: none">• Nature, spectres des ondes électromagnétiques.
--	---

Orientations méthodologiques

La partie physique appliquée de ce module compte environ 25 leçons.

Introduire le mouvement harmonique simple comme projection orthogonale du mouvement circulaire uniforme sur un de ses diamètres. Préciser que le mouvement harmonique simple est un modèle qui permet de comprendre un grand nombre de phénomènes naturels.

Insister sur le fait que l'oscillation d'un pendule simple n'est approximativement harmonique que pour de petites amplitudes (angulaires).

Dans les paragraphes consacrés à l'énergie, le terme « *perte* » doit être utilisé avec prudence : il faut éviter de répandre l'idée que de l'énergie peut être perdue. Insister sur le changement de forme de l'énergie (lors de l'amortissement, l'énergie mécanique est transformée en énergie thermique).

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

Mener en parallèle des expériences pour illustrer les propriétés des diverses ondes matérielles (dans un ressort, une corde, à la surface de l'eau, ondes sonores dans l'air). À cette occasion, les battements peuvent être mis expérimentalement en évidence de façon simple. Ils permettent notamment d'accorder les instruments de musique et de mesurer la vitesse par effet Doppler. Signaler que l'onde transporte de l'énergie d'un endroit à l'autre alors que la matière ne fait que s'agiter localement.

Des expériences de diffraction et d'interférence permettent d'introduire ensuite le caractère ondulatoire de la lumière. Les longueurs d'onde, associées aux couleurs de l'arc-en-ciel, peuvent être trouvées à l'aide d'un réseau (par exemple). Finalement, l'onde lumineuse est présentée comme une onde électromagnétique.

Des simulations informatiques peuvent souvent faciliter la compréhension des propriétés des ondes (houle, interférences, réfraction, effet Doppler...), mais, il est évident qu'elles ne peuvent, en aucun cas, remplacer l'observation des phénomènes réels quand le matériel nécessaire est accessible (ce qui est le cas ici). Ce sont toujours des compléments.

Travaux pratiques proposés :

- Oscillateur harmonique ;
- Pendule simple ;
- Ressort ;
- Mesure de la vitesse du son par déphasage (micro éloigné d'un haut-parleur).
- Régime stationnaire dans une corde ;
- Régime stationnaire pour les ondes sonores, par exemple dans le tube de Kundt ;
- Longueur d'onde de la lumière laser dans l'air et dans l'eau (réseau par transmission et par réflexion) ;
- Mesure du pas d'un CD ;
- Expérience de Young ;
- Mesure de la longueur d'onde d'une onde lumineuse ;
- Pas d'un réseau ;
- Mesure de la vitesse de la lumière dans l'air par déphasage (récepteur éloigné d'un laser pulsé : matériel du CTP) ;
- Spectroscopie.

Thème 6 : Physique nucléaire

Pré requis

- Structure de l'atome ;
- Nom des éléments principaux, utilisation du tableau de Mendeleïev ;
- Notion d'énergie ;
- Fonction exponentielle ;
- Principe de fonctionnement d'une génératrice.

Exemples de questionnement

- Quelles alternatives existe-t-il aux ressources fossiles d'énergie ?
- Qu'est-ce que la radioactivité ?
- Où y a-t-il de la radioactivité ?
- Qu'est-ce que le carbone 14 ?
- Quelle différence y a-t-il entre fusion et fission nucléaire ? Qu'est-ce qui se passe dans une « centrale » ? Dans une bombe ?
- Que signifie « $E = m c^2$ » ?
- Comment une centrale nucléaire fonctionne-t-elle ? Peut-elle se transformer en une bombe atomique ?
- Que va-t-on faire avec les déchets des centrales nucléaires ?
- Une centrale thermique produit-elle des déchets ?
- Un aliment irradié dans un but conservateur peut-il engendrer de la radioactivité chez le consommateur ?

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

Compétences spécifiques	Savoirs
<ul style="list-style-type: none"> • Interpréter le graphique de l'énergie de liaison d'un nucléon en fonction du nombre de masse ; • Calculer une décroissance, un temps de demi-vie ; • Expliquer pourquoi un aliment irradié ne peut pas dégager de la radioactivité. 	<p>Physique nucléaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Découverte de la radioactivité ; • Rayonnements α, β, γ ; propriétés ; • Isotopes, instabilité et stabilité des radionucléides ; • Demi-vie ; • Becquerel ; • Sievert, effets biologiques des rayons ; • Energie de liaison ; • Activité d'une source d'énergie nucléaire : fission et fusion, perte de masse et libération d'énergie ; • Réaction en chaîne, applications (médecine, archéologie, ...). <p>Production d'énergie électrique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement d'une centrale électrique nucléaire, rejet et déchets ; • Comparaison avec une centrale à combustible fossile ; • Épuisement des ressources, énergies renouvelables.

Orientations méthodologiques

La partie physique appliquée de cette partie du cours compte environ 15 leçons.

Utiliser le tableau périodique pour écrire des équations de transmutation. Exploiter un graphique de décroissance radioactive.

Le cours de physique doit permettre à l'élève, au (futur) citoyen, de participer aux débats de société. Ces leçons doivent au minimum donner quelques outils permettant la compréhension des questions de la problématique de la consommation d'énergie et des déchets.

Mentionner le caractère forcément limité des ressources « fossiles » d'énergie utilisable et de l'uranium. Montrer que le physicien ne confond pas l'énergie utilisable par l'homme et l'énergie qui, elle, est évidemment conservée. Il est également, dans cette optique, intéressant de comparer la puissance d'une centrale nucléaire à celle d'une éolienne. On peut aussi, par exemple, calculer l'énergie dégagée lors de la fusion d'un gramme d'hydrogène et la comparer à l'énergie récupérée par l'homme lors de la combustion d'un gramme de charbon.

Travaux pratiques proposés

- Modélisation de la décroissance radioactive réalisée avec des bonbons « M&Ms » (voir situations d'apprentissage) ;
- Constructions de modèles de générateurs d'énergie renouvelable

Exemples de situations d'apprentissage

Les situations d'apprentissage doivent permettre aux élèves d'acquérir, améliorer ou exercer des compétences, c'est-à-dire de mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes, en vue de l'accomplissement d'une tâche (plus ou moins complexe).

La situation d'apprentissage peut être individuelle ou collective.

Pour chacune des situations d'apprentissage, le professeur veillera à préciser les indicateurs de qualité et à les communiquer aux élèves.

Les exemples qui suivent illustrent la mobilisation d'une ou plusieurs des compétences détaillées au paragraphe 2. Celles-ci sont rappelées par les numéros qui ont été placés en début de leur énoncé (1 à 36).

- **Études du tir horizontal ou du tir oblique**

Compétences mobilisées : 2, 4, 5, 8, 13, 14, 15, 16, 22 et 26.

Il s'agit d'activités expérimentales (laboratoire). Elles doivent être proposées avant l'étude de cette matière au cours (« théorique »).

Tir horizontal :

Le professeur lance une bille horizontalement. Elle tombe. Il définit la portée du tir. Le défi présenté aux élèves consiste à trouver les facteurs qui influencent la portée et à identifier d'éventuels facteurs qui n'ont aucun effet sur elle (et de le prouver, évidemment).

Après avoir identifié ces différents facteurs (et justifié leurs affirmations), les élèves devront trouver la loi liant la portée au(x) facteur(s) qui l'influence(nt).

Le professeur propose une méthode standardisée de tir, éventuellement après une discussion avec les élèves (utiliser un plan incliné comme rampe de lancement). Il fournit du matériel à chaque groupe d'élèves (différentes billes ; des instruments de mesure divers : balance, chronomètre, mètre, ... ; l'un ou l'autre objet incongru supplémentaire). Le principe est de ne pas diriger complètement la recherche en ne fournissant que le matériel indispensable (mais il faut néanmoins mettre des balises et ne pas laisser la possibilité d'utiliser tout et n'importe quoi).

Tir oblique :

Le professeur lance une bille obliquement. Elle monte, redescend et tombe.

Il peut aussi utiliser un revolver jouet (par exemple un revolver à fléchettes). Il définit la portée du tir.

Le défi présenté aux élèves consiste à trouver les facteurs qui influencent la portée et à identifier d'éventuels facteurs qui n'ont aucun effet sur elle (et de le prouver).

Si on décide d'étudier le jet d'une bille, il faut construire un plan incliné d'élan suivi d'un plan de jet dont l'inclinaison doit pouvoir être modifiée, ce qui est techniquement plus difficile. Néanmoins l'activité est plus riche du point de vue physique (on peut tenir compte de la masse et de la vitesse initiale).

Si le professeur décide d'étudier le tir du revolver, la première phase de l'activité de laboratoire doit se dérouler en classe complète pour préciser certaines choses. Il faut faire comprendre que si on fait varier la masse du projectile (en alourdissant la fléchette), on diminue également sa vitesse initiale. Or, on ne peut faire varier qu'un facteur à la fois. Pour cette raison, l'expérience ne peut tester ni l'influence de la masse ni celle de la vitesse sur la portée du tir. Les élèves devront trouver d'autres facteurs jouant éventuellement.

Dans les deux cas, le professeur devra imposer aux élèves que le projectile parte et arrive à la même hauteur (il faudra montrer que la portée dépend d'une différence de hauteur).

Après avoir identifié ces différents facteurs (et justifié leurs affirmations), le professeur demandera aux élèves de trouver la loi liant la portée à l'angle de tir. La vitesse initiale doit donc être fixée (même dans le cas de l'étude du tir de la bille).

Le professeur fournit du matériel à chaque groupe d'élèves (différentes billes ou un revolver à fléchette avec ventouse ; un dispositif permettant de lancer une bille ou de placer le revolver de manière assez stable ; des instruments de mesure divers : balance, chronomètre, mètre, rapporteur d'angle... ; l'un ou l'autre objet incongru supplémentaire). Le principe est de ne pas diriger complètement la recherche en ne fournissant que le matériel indispensable (mais il faut néanmoins mettre des balises et ne pas laisser la possibilité d'utiliser tout et n'importe quoi).

Dans l'étude des deux types de tir, l'activité peut se dérouler de plusieurs manières différentes :

- les groupes peuvent travailler séparément, le professeur servant de personne ressource pour les phases de réflexion et d'aide pour les phases expérimentales ;
- la classe peut être regroupée durant les phases pendant lesquelles les hypothèses doivent être faites (quels facteurs tester ?) et les procédures expérimentales imaginées (comment les tester ?), les groupes travaillant seuls pendant les parties expérimentales (avec la possibilité d'une aide du professeur).

Il faut encourager les élèves à utiliser un ordinateur pour la rédaction du rapport de laboratoire (ou au moins un tableur pour l'analyse des mesures).

- **Principes de fonctionnement d'un fusible et d'un disjoncteur différentiel**

Compétences mobilisées : 2, 4, 5, 16, 19, 21, 22, 31 et 34.

Les objets sont présentés. Les élèves doivent émettre des hypothèses à propos des propriétés utilisées dans leur fonctionnement. Il faut ensuite mettre au point des expériences pour tester ces hypothèses et les réaliser.

Ainsi, le fusible thermique sera modélisé par un fin fil conducteur qu'il s'agira de « casser » par chauffage excessif (effet Joule).

Le fusible électromagnétique peut être démonté pour être analysé.

Un circuit contenant une dérivation permet de tester le fonctionnement du différentiel. Plusieurs ampèremètres sont utilisés pour comparer les intensités dans chaque branche du circuit.

Le fonctionnement de ces deux éléments devra être relié aux notions vues en électromagnétisme.

La situation d'apprentissage peut être menée en classe complète, mais l'idéal est de faire travailler les élèves par groupes de 2 ou 3 avec des phases de discussions et synthèses en groupe complet.

- **Introduction à l'étude du condensateur en courant alternatif**

Compétences mobilisées : 2, 5, 16, 18, 19, 20, 21, 22 et 34.

Cette séquence prend place dans le cours de 6^e année consacré au courant alternatif. Le condensateur a déjà été rencontré par les élèves dans la partie électronique du cours de 5^e année. Il a été utilisé à ce moment comme une boîte noire servant à filtrer le courant redressé (mais le professeur en a vraisemblablement donné une description qualitative permettant à l'élève de comprendre son fonctionnement dans cette application).

Le professeur construit un élément de circuit avec deux feuilles d'aluminium de ménage (dimension minimum : A3, mais on peut utiliser des feuilles aussi larges qu'un journal). Il les sépare à l'aide d'une feuille de papier (A3 ou feuille de journal ou feuille d'emballage cadeau...) en montrant qu'il prend bien soin d'éviter tout contact entre les deux feuilles.

Cet élément est connecté en série avec un ensemble de deux leds associées en parallèle inverse (de telle sorte que le courant puisse passer dans l'une ou l'autre suivant son sens).

Il se propose d'alimenter ce circuit à l'aide d'une tension continue. Que va-t-il se passer ?

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 3^e degré

Après discussion (courte), le professeur réalise l'expérience. Les observations doivent être justifiées par les élèves. Que faudrait-il pour que le courant circule dans le circuit ? Il faut amener les élèves à proposer le court-circuitage des feuilles d'aluminium. Le vérifier (attention à la tension utilisée).

Le professeur propose maintenant une nouvelle situation : que va-t-il se passer si on alimente le circuit à l'aide d'une tension alternative. Il faut prévoir d'abord une discussion. Celle-ci risque d'être plus animée. Le professeur connectera ensuite une tension en basse fréquence, de telle sorte que les leds ne s'allument pas (dépend de la taille du condensateur).

La classe peut alors discuter du résultat de l'expérience (c'était attendu ou non, on le comprend ou pas tout à fait).

Le professeur propose une *situation problème* : il alimente le circuit avec une fréquence suffisamment élevée et les leds brillent toutes les deux (il peut dire qu'il a augmenté la fréquence ou ne pas le dire et intégrer cette question dans son problème). C'est cette situation qu'il faudra débrouiller avec les élèves. Il faudra en particulier pouvoir expliquer pourquoi les deux leds (semblent) briller tout le temps.

Quand le principe de fonctionnement du condensateur est compris (on peut à ce stade introduire son nom et le justifier), le professeur peut demander aux élèves de prévoir l'effet de l'aire des armatures puis vérifier expérimentalement cette prévision. Il peut terminer (par exemple) par un dernier défi : il règle la fréquence de la source de telle sorte que les leds brillent faiblement puis presse les armatures (feuilles d'aluminium) l'une contre l'autre à l'aide d'un panneau (en aggloméré par exemple). Les leds brillent plus fortement. Pourquoi.

La séquence suivante pourra servir à établir le lien entre la théorie et les observations faites ici.

- **Simulation d'une désintégration radioactive**

Compétences mobilisées : 5, 15, 16, 17, 18, 19 et 22.

L'activité peut se dérouler par groupes de deux ou trois élèves. Chaque groupe reçoit deux ou trois paquets de « m & m's » (friandise au chocolat), deux règles en bois et un récipient pouvant contenir les friandises. Il faut compter au moins 300 pièces. Les m & m's doivent être utilisés de préférence à une autre marque car la marque est indiquée sur une des faces.

On met l'ensemble des bonbons dans le récipient et on les jette sur le banc. On prélève alors ceux qui montrent la marque (ou les autres) et on les aligne suivant une colonne contre une des règles qui va jouer le rôle d'axe des y d'un graphique qui va se construire sur le banc. La seconde règle, placée perpendiculairement à la première, servira d'axe des x.

Reprendre les bonbons qui restent et recommencer la procédure jusqu'à ce qu'il ne reste que quelques m & m's.

Le reste de la séquence réunit la classe. On y introduit la fonction exponentielle (ou plus vraisemblablement on fait le lien avec le cours de mathématique) et compare cette expérience à ce qui se passe au cours d'un phénomène radioactif.

Une des caractéristiques de cette activité pratique qui restera dans les mémoires, c'est qu'une fois terminée, on peut manger l'expérience...

- **Réalisation d'un projet technologique**

Compétences mobilisées : 1, 4, 5, 7, 15, 16 et 22.

Il s'agit ici de mener à bien un projet technologique. Le choix du projet peut être laissé aux élèves ou effectué par le professeur. Il peut être le même pour l'ensemble des groupes d'élèves. Le professeur peut par exemple proposer aux élèves de construire « *un instrument qui devra mesurer la vitesse du vent* ». Il s'agira non seulement que l'objet détecte le vent mais qu'il soit étalonné de manière suffisamment correcte (une marge d'erreur peut être prévue). Un délai et un cahier des charges clair doivent être donnés. Le travail doit être réalisé pendant les heures de cours. Un seul projet technologique est prévu par année pour l'ensemble de l'OBG.

Bibliographie

HECHT Physique

De Boeck Université – Bruxelles - 1999

BENSON Physique 1 – Mécanique

De Boeck Université - Bruxelles - 2004

BENSON Physique 2 – Électricité et magnétisme

De Boeck Université - Bruxelles - 2004

BENSON Physique 3 - Ondes, optique et physique moderne

De Boeck Université – Bruxelles - 2005

EINSTEIN ET INFELD L'évolution des idées en physique des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta
Champs Flammarion – Paris - 1983

FEYNMAN La nature des lois physiques

Le Seuil – Paris – 1990

WAUTELET Sciences, technologies et société

Questions et réponses pour illustrer les cours de sciences

De Boeck éducation – Bruxelles - 2005

DEPAUW Physique : électromagnétisme dans les nouveaux programmes de 5^e année

CAF – Tihange - 2003

Document de travail

MERGNY Physique : étude des ondes adaptée au niveau B

CAF – Tihange - 2000

Document de travail

MINNE Oscilloscope
CTP – Frameries - 2005

BELLEMANS Introduction à la physique moderne
CTP – Frameries – 2004 CTP- Frameries - 2004

Physique 5^{ème} sciences générales
Mécanique

Adresses utiles

C.A.F. (Centre d'Auto-formation)
La Neuville 1, 4500 Tihange
☎ 085/ 27.13.60. - 27.13.61 Fax : 085/ 27.13.99

Centre technique et pédagogique de Frameries
Route de Bavay, 2B, 7080 Frameries
☎ 065/ 67.62.61. - 66.73.22 Fax : 065/ 66.14.21

Documents multimédias :
Outils d'évaluation sur le site « <http://www.enseignement.be> »