

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

Deuxième 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*

427/2012/248A

AVERTISSEMENT

Les programmes 220/2003/240 et 122-1/2001/240 étaient des programmes utilisés par défaut en l'absence de programme spécifique à l'option de base groupée

A partir de l'année scolaire 2014-2015 pour la 3^e année et de 2015-2016 pour la 4^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.

Technique de Transition Sciences Appliquées

2^e degré

PROGRAMME DE COURS

PHYSIQUE APPLIQUÉE : 2 périodes/semaine

**PRATIQUE DE LABORATOIRE : 1
période/semaine**

TABLE DES MATIÈRES

1. Présentation générale du programme d'études	5
2. Introduction au programme de physique appliquée	7
3. Programme de 3 ^e année	14
• Thème 1 : Approche expérimentale de fonctions	20
• Thème 2 : Masse et Poids	21
• Thème 3 : Force d'Archimède	22
• Thème 4 : Électricité	23
• Pratique de laboratoire	24
4. Programme de 4 ^e année	27
• Thème 1 : Mécanique	34
• Thème 2 : Énergie	35
• Thème 3 : Optique géométrique	36
• Pratique de laboratoire	37
5. Bibliographie	40

PRÉSENTATION 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^e 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 ».

Au deuxième degré de l'enseignement de transition, l'approche inductive est essentielle. Par rapport au premier degré, l'élève sera associé à la construction de modèles évolutifs plus complexes. **Toute activité devra s'articuler sur un ancrage expérimental** et puiser autant que possible sa motivation dans des situations de la vie courante.

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 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.

L'objectif d'une pédagogie par compétences au deuxième degré (D2) est d'opérer le lien (la transition) entre les socles mis en place au premier degré (D1) et les compétences terminales à acquérir au terme du troisième degré (D3). Les compétences de base de la pratique d'une démarche scientifique ayant été installées au terme du premier degré, il convient de les entretenir, de les développer et d'en élargir l'éventail au cours du deuxième degré.

INTRODUCTION AU PROGRAMME DE PHYSIQUE APPLIQUÉE

Le cours de physique appliquée et de laboratoire (de physique) doit être donné par le même professeur à raison de trois périodes hebdomadaires.

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 thème. Le professeur doit généralement prévoir un nombre équivalent de périodes pour le laboratoire. Ces nombres ne sont pas complètement rigides. **Selon les besoins, le professeur peut légèrement les modifier par des glissements entre thèmes.**

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. 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).

Les compétences

Les compétences à maîtriser par l'élève à l'issue de ses études sont reprises dans deux référentiels différents.

Les compétences liées à la technologie sont 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.

2.1 Compétences terminales¹ liées à l'option groupée

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

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

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

- 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.
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...

2.2 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.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

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.

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.

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.
2. 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 ...

2.3 Compétences scientifiques liées aux sciences de base

1. Décrire la structure, le fonctionnement, l'origine et l'évolution de l'univers à l'aide de modèles.
2. Modéliser diverses formes de la matière constitutive du vivant et du non vivant.
3. Expliquer comment les interactions entre particules ont permis, au fil du temps, la structuration de la matière.
4. Utiliser une démarche scientifique pour appréhender des phénomènes naturels, des processus technologiques.
5. 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...
6. Évaluer l'impact de découvertes scientifiques et d'innovations technologiques sur notre mode de vie.
7. Évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement.
8. Expliquer l'impact écologique de la consommation.
9. Expliquer pourquoi et comment intégrer des règles de sécurité et/ou d'hygiène dans des comportements quotidiens.
10. Expliquer les notions de base concernant l'utilisation, la maintenance et les règles de sécurité de quelques appareils domestiques.
11. Expliquer pourquoi et comment économiser l'énergie.
12. Modéliser un objet technique domestique.
13. Expliquer comment une technologie domestique revêt des dimensions techniques et socioculturelles.
14. Modéliser simplement l'une ou l'autre technologie médicale.

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 dans l'une ou l'autre des activités du cours (4, 5, 6).

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 tableau qui suit (voir page suivante) 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.

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. Établir une corrélation entre la synthèse de l'étude du besoin et l'élaboration du cahier des charges fonctionnel, justifier son contenu.
	2. Recherche et détermination de solutions	<p align="center">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 align="center">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 3^e ANNEE

PHYSIQUE APPLIQUÉE : 2 périodes/semaine

PRATIQUE DE LABORATOIRE : 1 période/semaine

<p style="text-align: center;">DIRECTIVES MÉTHODOLOGIQUES</p> <p style="text-align: center;">COMPÉTENCES DE BASE DU COURS DE 3^e ANNEE</p>
--

THÈME 1 - APPROCHE EXPÉRIMENTALE DES FONCTIONS DU TYPE $y = ax$ ET D'UNE FONCTION LINÉAIRE

" Apprendre c'est ...prendre ! " A partir de là, l'objectif général poursuivi dans ce nouveau programme est de permettre aux élèves d'être, le plus souvent possible, acteurs des différentes activités.

Voilà pourquoi dans ce MODULE 1, toutes les manipulations, à l'exception de la première de l'Activité 1, seront réalisées par les élèves, et ce par groupes de 4.

Le choix d'un matériel rudimentaire, facile à se procurer et peu coûteux ainsi que la planification des activités ont été prévus en fonction de cet objectif.

Ce module regroupe quatre activités.

Résumé des activités

Des expériences simples sont décrites dans le programme de physique 3^e G 2h/semaine.

Activité 1 : allongement d'un ressort

- Collecter et présenter des mesures dans un tableau de données.
- Découvrir la notion de grandeurs physiques directement proportionnelles.
- Découvrir la mathématisation : passage du qualitatif au quantitatif.
- Principe de construction d'un graphique cartésien (variable contrôlée, variable dépendante...).
- Découvrir le coefficient de proportionnalité et le coefficient directeur de la droite.

Activité 2 : mouvement d'un jouet « voiture »

- Mise en commun des compétences (savoirs et savoir-faire) des élèves dans le travail en équipe.
- Collecte et présentation des mesures dans un tableau de données.
- Construction d'un graphique cartésien.
- Identification sur un graphique cartésien, au départ de résultats expérimentaux, d'une fonction du type $y = k \cdot x$.
- Tracé d'une droite passant par l'origine et les points de la fonction $y = k \cdot x$
- Calcul, au départ d'un graphique cartésien, du coefficient directeur k de la droite $y = k \cdot x$.
- Identification, au départ d'un tableau de données, de deux grandeurs directement proportionnelles.
- Calcul, au départ d'un tableau de données, du coefficient de proportionnalité de deux grandeurs directement proportionnelles.
- Utilisation des puissances de 10 pour exprimer un nombre.
- Calcul d'une grandeur dans les formules identifiées, les deux autres étant fournies.
- Transformation d'unités (de cm/s dans l'activité à m/s puis en km/h).
- Estimation d'un ordre de grandeur (courir le 100 m en 10 s équivaut à une vitesse d'environ 36 km/h).

Activité 3 : masse volumique

- Utiliser correctement une balance.
- Collecter et présenter des mesures dans un tableau de données.
- Construire un graphique cartésien linéaire contenant plusieurs séries de données.
- Identifier sur un graphique cartésien, au départ de résultats expérimentaux, une fonction du type $y = k \cdot x$.
- Tracer une droite passant par l'origine et les points de la fonction $y = k \cdot x$
- Calculer, au départ d'un graphique cartésien, le coefficient directeur k de la droite $y = k \cdot x$.
- Identifier, au départ d'un tableau de données, deux grandeurs directement proportionnelles.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

- Calculer, au départ d'un tableau de données, le coefficient de proportionnalité de deux grandeurs directement proportionnelles.
- Utiliser les puissances de 10 pour exprimer un nombre.
- Calculer une grandeur dans les formules identifiées, les deux autres étant fournies.

Activité 4 : équilibre sur une tige disposée horizontalement - Fonction non linéaire

- Suspendre des cylindres identiques à une tige percée de trous équidistants. Cette tige peut tourner autour d'un axe passant par son centre et disposée horizontalement.
- Appliquer une force à gauche de l'axe de la tige en suspendant 3 petits cylindres au 4^e trou à partir de l'axe, par exemple.
- Observer la tige : elle pivote.
- Rétablir l'équilibre en suspendant de petits cylindres identiques à ceux préalablement utilisés dans le 1^{er}, le 2^e, le 3^e, le 4^e, le 5^e trou situé à droite de l'axe de la tige.
- Observer le tableau des valeurs de la distance par rapport au point de fixation et du nombre de cylindres suspendus pour constater que si on double la distance par rapport au point de fixation, on divise par 2 le nombre de cylindres suspendus. Si on triple la distance, on divise par trois le nombre de cylindres suspendus.
- Le produit des 2 grandeurs est constant, il s'agit de **2 grandeurs inversement proportionnelles**. Deux grandeurs inversement proportionnelles signifient qu'une grandeur est proportionnelle à l'**inverse** de l'autre.
- Inverser les valeurs de la variable contrôlée et réaliser le graphique du nombre de cylindres suspendus en fonction de l'inverse de la distance. Si le graphique se traduit par une droite passant par l'origine, c'est que les 2 grandeurs initialement choisies sont inversement proportionnelles puisqu'une est proportionnelle à l'inverse de l'autre.
- Deux grandeurs inversement proportionnelles sont représentées par une **courbe hyperbolique**

THÈME 2 – MASSE ET POIDS

L'objectif principal de ce deuxième module est d'associer les notions vues dans le thème 7 du programme du cours de sciences au 1^{er} degré et celles développées durant le Module n°1 afin que les élèves découvrent **la relation entre G et m à savoir g** .

D'autre part, un temps d'apprentissage important sera consacré aux **exercices** aussi bien **qualitatifs** (afin de s'assurer de la compréhension des concepts abordés) que **quantitatifs** (s'assurer, notamment, de la maîtrise des transformations d'unités et de formules : masse-poids, masse volumique).

Résumé des activités

Des expériences simples sont décrites dans le programme de physique 3^e G 2h/semaine.

Le professeur rappelle les notions de poids et de masse mises en place au 1^{er} degré lors du thème 7 (Tous sous pression !).

A l'aide de tableaux des valeurs de la variable dépendante (le poids d'un objet exprimé en newton) et de la variable contrôlée (sa masse exprimée en kg) en différents endroits et des graphiques correspondants, le professeur et les élèves déterminent le quotient de G par m et obtiennent ainsi une constante, celle-ci caractérise l'endroit où l'objet se trouve, on l'appelle valeur du champ de pesanteur, on la note g .

THÈME 3 – FORCE D'ARCHIMÈDE

Dans ce troisième module, le professeur réalisera, lui-même, les manipulations. Cette partie du cours de 3^e vise à répondre à quelques questions que chacun peut se poser. Nous pensons en particulier aux situations-problèmes suivantes :

- pourquoi les bateaux flottent-ils ?
- comment les sous-marins plongent-ils et font-ils surface ?
- pourquoi les montgolfières s'élèvent-elles ?

Il est demandé de consacrer trois périodes aux exercices qualitatifs et quantitatifs sur la force d'Archimède. Cette activité est importante car, c'est la première fois que les élèves seront confrontés - dans leur cours de Physique - à des exercices renfermant simultanément des obstacles portant à la fois sur la compréhension du concept (d'où les exercices qualitatifs) et sur la maîtrise d'outils (exposants négatifs, transformations de formules, grandeurs et unités du SI...).

Enfin, dans un souci de cohérence, il est utile de s'appuyer sur les concepts mis en place lors du Thème 7 " Tous sous pression ? " du cours de Sciences au premier degré.

Résumé des activités

Des expériences simples sont décrites dans le programme de physique 3^e G 2h/semaine.

Sur l'eau, les bateaux sont plus ou moins enfoncés. Bien entendu, nous savons que cela dépend de leur charge. Plus les bateaux sont chargés, plus ils s'enfoncent. Il est d'ailleurs évident qu'une charge maximale ne peut être dépassée !

L'ensemble des manipulations permet de montrer que :

« Un objet immergé (entièrement ou en partie) dans un liquide, subit de la part de celui-ci une force exercée verticalement vers le haut. La valeur de cette force dépend du volume immergé et de la nature du liquide.

De l'ensemble des forces pressantes exercées par l'eau sur tous les côtés de la bouteille qui flotte, il résulte une force verticale vers le haut. Elle s'appelle la force d'Archimède.

THÈME 4 – ÉLECTRICITÉ

Ce module regroupe cinq activités.

Résumé des activités

Des expériences simples sont décrites dans le programme de physique 3^e G 2h/semaine.

Activité 1 : liaison électrostatique – électrocinétique

- Montrer l'existence de deux types de charges électriques (attraction - répulsion).
- Interpréter l'électrisation.
- Montrer l'existence de matières conductrices et de matières isolantes.
- Interpréter ces propriétés comme liées à l'existence d'électrons pouvant ou non se déplacer librement dans ces matières.
- Faire la liaison entre électrostatique et électrocinétique.

Activité 2 : étude d'un circuit - loi d'Ohm

- Étude d'un circuit :
 - description
 - effets d'un courant

- conducteurs et isolants
- caractéristiques d'un circuit
- réalisation de circuits parallèle et série
- Intensité du courant
- Différence de potentiel (ou tension) entre deux points d'un circuit
- Relation entre intensité et tension
- Loi d'Ohm

Activité 3 : récepteurs en série, en dérivation

- Rappel de la notion de chaîne énergétique (sciences 1^{er} degré) avec notamment les notions de transformateurs et de récepteurs.
- Découvrir quelques utilisations de l'énergie électrique (récepteurs mécaniques, thermiques ...).
- Découvrir que pour des éléments placés en dérivation, ce sont les intensités qui s'additionnent, alors que pour les éléments placés en série, ce sont les tensions.

Activité 4 : puissance électrique

- Introduire la notion de puissance et son unité.

Activité 5 : électricité dans la maison

- Mettre en relation les connaissances des activités précédentes avec les aspects quotidiens (installation électrique et sécurité).

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.

- **Hydrostatique**

Compétences transversales mobilisées :

- travailler en équipe,
- construire un message cohérent et rigoureux,
- confronter ses représentations avec les théories établies,
- bâtir un raisonnement logique,
- communiquer.

Cette partie du cours de 3^e visera à répondre à quelques questions que chacun peut se poser. Nous pensons en particulier aux situations-problèmes suivantes :

- pourquoi les bateaux flottent-ils ?
- comment les sous-marins plongent-ils et font-ils surface ?
- pourquoi les montgolfières s'élèvent-elles ?
- pourquoi sur l'eau, les bateaux sont plus ou moins enfoncés ?

Bien entendu, nous savons que cela dépend de leur charge. Plus les bateaux sont chargés, plus ils s'enfoncent. Il est d'ailleurs évident qu'une charge maximale ne peut être dépassée !

Une expérience simple permet de modéliser cette situation en utilisant des bouteilles identiques de ½ litre (plastique) : lestées (2 N, 4 N, 6 N et 8 N), les deux premières flottent, les deux autres coulent.

Pourquoi les deux premières bouteilles flottent-elles ? Pourquoi les bateaux ne coulent-ils pas ?

Quelle est l'orientation de cette force (droite d'action, sens) ? Quelle est sa valeur ?

- **Électricité**

Compétences transversales mobilisées :

- travailler en équipe,
- recueillir et traiter les informations en fonction du problème à résoudre,
- analyser des informations,
- synthétiser des informations,
- confronter ses représentations avec les théories établies,
- bâtir un raisonnement logique,
- communiquer.

Cette partie du cours visera à répondre à quelques questions que chacun doit se poser et en particulier :

- comment utiliser un multimètre en toute sécurité ?
- quels sont les principes de sécurité à observer à propos de l'électricité ?
- comment l'installation électrique de la maison est-elle protégée ?

Support pédagogique

- ✚ "La vie ne tient que par un fil" fiche didactique et matériel : CT Frameries.
- ✚ De quoi est constituée une installation électrique domestique ?

Panneau "Energie électrique dans la maison" (montage électrique) en location au CT de Frameries - référence : ED 4000 00001

THÈME 1 – Approche expérimentale des fonctions du type $y = ax$ et d'une fonction linéaire
--

Durée prévue : du début septembre au début novembre

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<p>Activité 1 Allongement d'un ressort</p> <ul style="list-style-type: none"> Notions de variable, de force, symboles et unités des grandeurs Équation d'une droite tracée à partir des résultats obtenus lors de la manipulation « allongement d'un ressort » Notion de coefficient directeur d'une droite Notion de coefficient de proportionnalité d'une droite Principe de construction d'un graphique cartésien <p>Activité 2 Mouvement d'un jouet « voiture »</p> <ul style="list-style-type: none"> Définition de la vitesse, du déplacement, de la durée : $v = d/t$, symboles et unités des grandeurs <p>Activité 3 Masse volumique</p> <ul style="list-style-type: none"> Formulation de la masse volumique : $\rho = m/V$ symboles et unités des grandeurs <p>Activité 4 Equilibre sur une tige disposée horizontalement : fonction non linéaire</p> <ul style="list-style-type: none"> Grandeurs inversement proportionnelles 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> Collecter et présenter des mesures dans un tableau de données. Mettre en commun les compétences (savoirs et savoir-faire) des élèves dans le travail en équipe. Découvrir la notion de grandeurs physiques directement proportionnelles. Identifier, au départ d'un tableau de données, deux grandeurs directement ou inversement proportionnelles. Calculer une grandeur dans les formules identifiées, les deux autres étant fournies. Calculer, au départ d'un tableau de données, le coefficient de proportionnalité de deux grandeurs directement proportionnelles. Calculer, au départ d'un tableau de données de deux grandeurs x et y, le produit des valeurs de y par les valeurs correspondantes de x. Maîtriser le principe de construction d'un graphique cartésien (variable contrôlée, variable dépendante...). Ecrire, au départ d'un graphique cartésien d'une fonction $y = k \cdot x$, la valeur de y correspondant à une valeur de x fournie et inversement. Tracer une droite passant par l'origine et les points de la fonction $y = k \cdot x$. Tracer au mieux une droite passant par l'origine et les points de la fonction $y = k \cdot x$ (avec $x = 1/x$). Calculer, au départ d'un graphique cartésien, le coefficient directeur k de la droite $y = k \cdot x$. Utiliser le coefficient de proportionnalité et le coefficient directeur Construire un graphique cartésien, au départ de résultats expérimentaux, d'une fonction de type $y = k/x$ (branche d'hyperbole). Construire un graphique cartésien, au départ d'un graphique préalablement réalisé de y en fonction de x, un graphique de y en fonction de $1/x$. Ecrire, au départ d'un graphique cartésien d'une fonction $y = k \cdot 1/x$, la valeur de y correspondant à une valeur de x fournie et inversement.

THÈME 2 – Masse et poids

Durée prévue : de novembre à décembre (6 périodes dont 3 d'exercices et 1 d'évaluation)

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<ul style="list-style-type: none"> • Rappel de la notion de masse et de poids • Symboles et unités des grandeurs : masse, poids, champ de pesanteur • Formulation de la relation entre masse et poids : $G = m.g$ • Appropriation et utilisation : <ul style="list-style-type: none"> a) des symboles des grandeurs « masse, poids, champ de pesanteur » b) des unités SI de ces grandeurs c) des symboles de ces unités d) des multiples 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformer des unités, des formules. • Calculer une grandeur dans les formules identifiées, les deux autres étant fournies. • Identifier, au départ d'un tableau de données, deux grandeurs directement proportionnelles. • Calculer, au départ d'un tableau de données, le coefficient de proportionnalité de deux grandeurs directement proportionnelles.

-

THÈME 3 - Force d'Archimède

Durée prévue : de janvier à la mi-mars

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<ul style="list-style-type: none"> • Notion de corps flottants – immergés • Découverte des forces pressantes exercées par l'eau qui agissent aussi sur les corps : <ul style="list-style-type: none"> - partiellement immergés (corps flottants) ; - complètement immergés. • Force d'Archimède • Caractéristiques (à l'exception du point d'application) et paramètres d'influence de la force d'Archimède • Applications de la force d'Archimède • Notion de pression hydrostatique • Applications de la pression hydrostatique 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dégager les variables dépendantes et contrôlées lors d'une expérience. • Mettre en évidence la notion de forces pressantes exercées par l'eau (et tous les liquides) sur les surfaces du récipient qui la contient (surfaces pressées). • Tracer un graphique et dégager le coefficient de proportionnalité. • Découvrir que le principe de la poussée d'Archimède est aussi applicable aux gaz (généralisation aux fluides). • Transférer le théorème d'Archimède dans les applications quotidiennes. • Entretenir et développer certains outils indispensables à la résolution d'exercices quantitatifs (transformation de formules, valeurs et unités du S.I., recours aux exposants,...).

THÈME 4 - Électricité

Durée prévue : de la mi-mars à la fin de l'année

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<p>Activité 1 Liaison électrostatique – électrocinétique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notion d'électrisation • Existence et distinction entre charge positive et charge négative (attraction – répulsion). • Interaction entre ces charges • Modélisation pour expliquer l'électrisation de la matière et le transfert d'électrons <p>Activité 2 Étude d'un circuit - loi d'Ohm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vocabulaire spécifique (circuit électrique, générateur, conducteurs,...) • Notions de conducteurs et d'isolants • Les effets du courant électrique • Intensité et différence de potentiel d'un courant électrique • Relation entre I et U : loi d'Ohm <p>Activité 3 Récepteurs en série, en dérivation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Éléments placés en dérivation (intensités qui s'additionnent) • Éléments en série (tensions qui s'additionnent) <p>Activité 4 Puissance électrique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formule de la puissance et son unité <p>Activité 5 Électricité dans la maison</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuit électrique domestique 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Découvrir les caractéristiques d'un circuit : intensité du courant (I), différence de potentiel (U). • Passer d'un schéma conventionnel à la réalisation d'un circuit. • Passer du circuit construit au schéma • Utiliser un multimètre. <ul style="list-style-type: none"> • Résoudre des problèmes qualitatifs à partir de schémas conventionnels. <ul style="list-style-type: none"> • Lier les notions théoriques et la vie courante (lecture de la puissance des appareils électroménagers, installation électrique et sécurité). • Mettre en relation les connaissances des activités précédentes avec les aspects quotidiens (installation électrique et sécurité).

Pratique de laboratoire

Cours de physique appliquée

3^e année

(1 période /semaine)

Considérations générales

Pour être efficace, le cours de Pratique de laboratoire de Physique appliquée exige que certaines conditions soient remplies :

- un **nombre maximum d'élèves** : les règles de sécurité ainsi que les objectifs pédagogiques convergent pour limiter la taille des groupes et ne pas dépasser 16 élèves par classe ;
- un local équipé (tables de laboratoire ; eau, gaz et électricité ; matériel scientifique indispensable pour mener à bien les activités...).

Organisation du cours et considérations méthodologiques

- Suivant les sujets et le matériel disponible, les activités seront choisies par le professeur de manière à ce que les élèves travaillent le plus souvent individuellement (circuits électriques, ...) ou par petits groupes (hydrostatique...)
En aucun cas, les activités de renforcement de la pratique de laboratoire ne peuvent se réduire en une simple compilation d'articles de revues, en la projection d'un film ou encore en la visite d'un musée, d'une exposition.
- Les élèves seront initiés à l'emploi des appareils de mesure (multimètre, balance...) et de produits chimiques (masse volumique...)
- Les normes et mesures de sécurité seront présentées et régulièrement rappelées aux élèves au fur et à mesure des activités.
- Chaque séquence d'activités donnera lieu à la rédaction d'un **rapport d'activités**. Ce rapport devrait permettre aux élèves de développer de nombreux savoir-faire. A titre d'exemple, citons :
 - pour les travaux d'électricité : réaliser un croquis et l'annoter, passer du croquis au schéma, présenter les différentes phases d'une activité ;
 - pour le module graphique : présenter de manière chronologique les différentes expériences réalisées, construire un tableau de données, communiquer les résultats sous une forme appropriée (graphique, schéma...), tirer une conclusion, valider les résultats d'une expérience...
- Les rapports seront régulièrement corrigés, commentés et appréciés par le Professeur.
- L'évaluation des compétences liées aux activités du renforcement de la pratique de laboratoire prend également en considération les attitudes des élèves durant ces activités :
 - soin du travail ;
 - organisation du travail ;
 - créativité ;
 - esprit critique et honnêteté scientifique ;
 - emploi judicieux des appareils (éviter leur détérioration...) ;
 - emploi parcimonieux des produits (éviter le gaspillage...) ;
 - respect des consignes de sécurité ;
 -

Liste d'activités

La liste des activités proposées n'est ni exclusive ni limitative. Cependant, les différentes activités doivent être en relation avec les quatre thèmes du programme du cours de physique appliquée de 3TTr.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

Des expériences simples sont décrites dans le programme de physique 3^e G 2h/semaine.

• Activités en relation avec le thème 1

- Le rail incliné
- La vitesse d'écoulement de l'eau d'un seau percé
- Le pendule
- Le ruban élastique

• Activités en relation avec le thème 2

- Le treuil
- Le plan incliné

• Activités en relation avec le thème 3

- Recherche du volume d'un corps quelconque
- Recherche de la masse volumique de liquides différents
- Recherche de la masse volumique de différents solides
- Recherche de la masse volumique de corps creux
- Vases communicants
- Montrer par manipulation comment un sous-marin fait surface
- Démontrer que l'eau ne pèse rien dans l'eau.
- Archimède et le faussaire
- Le ludion

• Activités en relation avec le thème 4

- Montages en série et en dérivation
- Montage de circuits électriques (interrupteur à allumage bidirectionnel, bipolaire...)
- Expériences décrites dans le document « R. MARIEN, P. MERGNY, Physique : un exemple de la démarche inducto-déductive : la loi d'Ohm, 2000-2001, CAF ».
- Montages décrits dans le document « **Je comprends l'électricité en manipulant** »
Fiches de laboratoire pour la 3^e année, CAF Référence : 2004/29
- Approche expérimentale de la loi de Pouillet
- Expériences décrites dans le document accompagnant le coffret « Matériel électrique du 2^e degré » du CT de Frameries réf EE 2000 21 243.
- Recherche de la cause du non-fonctionnement d'un appareil électroménager

PROGRAMME DE 4^e ANNEE

PHYSIQUE APPLIQUÉE : 2 périodes/semaine

PRATIQUE DE LABORATOIRE : 1 période/semaine

DIRECTIVES MÉTHODOLOGIQUES

COMPÉTENCES DE BASE DU COURS DE 4^e ANNEE

THÈME 1 - MÉCANIQUE

Orientations méthodologiques

Le centre technique de Frameries a édité quatre **manuels** couvrant la **cinématique**, la **dynamique**, **l'énergie et l'optique** étudiées en 4^e année dans l'enseignement de transition (voir bibliographie) et **les expériences de mécanique**. Initialement destinés aux élèves de l'enseignement général, ces manuels peuvent être également utilisés par les élèves de l'option sciences appliquées.

Dans le manuel de cinématique, les chapitres 6 et 7 consacrés aux mouvements rectilignes variés de manière non uniforme et à la composition des mouvements ne seront pas étudiés. Dans le manuel de dynamique, on laissera également de côté le chapitre 6 consacré à l'étude de la gravitation universelle. Dans les deux manuels, on évitera d'aborder les encadrés « Pour en savoir plus » et les « Exercices plus difficiles » (dépassant de toute manière le niveau du programme).

Les notions de frottement en cinématique et en dynamique doivent être abordées **succinctement**.

I. CINÉMATIQUE

Une première étude expérimentale du MRU a été menée par les élèves en 3^e année (mouvement d'une voiture jouet à moteur électrique dont la position a été relevée de seconde en seconde). Il est également possible que les élèves aient étudié le mouvement d'un mobile sur un rail incliné pour trouver la relation entre x et t (relation quadratique).

Dans les deux cas, des graphiques ont été construits à partir des mesures et exploités pour obtenir les relations entre durée et distance parcourue. C'est dans ce contexte que la notion de vitesse instantanée devra être introduite. Il faudra ensuite établir expérimentalement la loi de la vitesse pour le MRUV (par exemple pour une bille descendant un rail incliné).

Faire une étude des tableaux et graphiques de $x-t$, $v-t$ et $a-t$, pour les différents types de mouvement.

Tracer des graphiques correspondant à des situations plus ou moins complexes énoncées en langage courant. Traiter en particulier des exemples comportant plusieurs mobiles (se limiter à des MRU). Ceci permet de montrer l'importance du choix de l'orientation de la trajectoire, de l'origine et de l'instant initial. Ceci permet aussi de résoudre, entre autres, des problèmes de croisement ou de dépassement.

L'analyse de graphiques fournis permet de s'assurer de la reconnaissance par l'élève des différentes phases d'un mouvement quelconque, accélérées, ralenties, à vitesse constante, arrêts, inversions du sens du mouvement.

Limiter l'étude des passages entre les graphiques de position et de vitesse à un aspect qualitatif : l'élève doit, par exemple, pouvoir repérer les instants où la vitesse est la plus grande, où le mobile se déplace en sens inverse, comparer la vitesse à deux instants différents, faire une estimation de la distance parcourue pendant un petit intervalle de temps. On peut également demander un tracé approximatif d'un graphique à partir de l'autre, mais sans calculs. Le but essentiel est de faire comprendre les liens entre les allures de ces graphiques.

On évitera de faire des exercices où des systèmes d'équations doivent être résolus pour trouver les croisements ou dépassements : la résolution se fera uniquement graphiquement,

comme dans le manuel (la résolution analytique est laissée au professeur de mathématique et reportée au cours de 5^e année).

II. DYNAMIQUE

S'assurer que la notion de vecteur est abordée au cours de mathématique.

En s'appuyant sur des exemples (chute libre et chute freinée, table roulante plus ou moins chargée, balle soufflée, chariot tracté, bille lancée horizontalement ... voir le manuel), faire apparaître le *sens physique* des lois de Newton, en particulier le caractère vectoriel de la 2^e, sans l'exploiter mathématiquement : une force change la composante de la vitesse dans sa direction. C'est le cas des mouvements étudiés dans le chapitre précédent. Dans le cas de la chute libre, la force est verticale et augmente la vitesse dans cette direction. Lors du tir horizontal, la force dirigée verticalement n'a aucun effet sur la composante horizontale de la vitesse. Si plusieurs forces agissent simultanément, on en construit la résultante. Dans le cas du mouvement sur le rail incliné, cette idée est utilisée pour introduire la force exercée par le support : si la vitesse du chariot change dans la direction du rail, c'est parce que la résultante des forces qu'il subit est exercée dans cette direction. Développer cet exemple si le temps disponible le permet.

Faire apparaître l'influence de la masse par quelques expériences simples et des exemples tirés de la vie quotidienne.

L'étude complète de la 2^e loi, avec résolution de problèmes numériques, sera réalisée en 5^e année.

La troisième loi de Newton a déjà été étudiée au premier degré, dans une série de situations pratiques. Il s'agit ici de la rappeler chaque fois que l'occasion se présente, notamment par des expériences la mettant en évidence. Attirer l'attention de l'élève sur les caractéristiques des actions réciproques :

- elles sont appliquées sur des corps différents,
- elles sont appliquées suivant la même ligne d'action,
- elles ont des sens opposés,
- elles ont la même valeur.

THÈME 2 - ÉNERGIE

Orientations méthodologiques

I. ÉNERGIE MÉCANIQUE

L'étude du travail des forces sera introduite à l'aide des machines simples* (poulies fixe ou mobile, plan incliné, treuil). Ceci sera fait lors d'une séance de travaux pratiques.

** L'idée consiste à monter un objet, par exemple un chariot de 100 g, jusqu'à une certaine hauteur, 20 cm par exemple. On peut s'y prendre de plusieurs manières : le monter en le soulevant verticalement, le faire par l'intermédiaire d'une poulie fixe ou d'une poulie mobile, le faire rouler le long d'un plan incliné de 40 cm de long, de 60 cm de long, de 80 cm de long. On peut aussi s'aider d'un treuil (le centre technique a construit un treuil qui présente un rapport 10). Les élèves font chaque fois l'expérience. Ils mesurent la force nécessaire au mouvement et la longueur du déplacement. Plus le déplacement est long, plus la force nécessaire est petite. Le produit $F \cdot d$ (constant) apparaît.*

Dans le cas où la force et le déplacement ne sont pas dans la même direction, décomposer le vecteur force suivant la direction du déplacement et la direction perpendiculaire. Introduire l'expression $W = F \cdot d \cdot \cos \alpha$.

Donner la signification physique d'un travail nul et d'un travail négatif.

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

Utiliser les notions de puissance et d'énergie dans diverses applications concrètes.

Dans le cadre de ce cours, on dira qu'un « système » (objet ou ensemble d'objets en interaction) possède de l'énergie s'il est capable d'effectuer un travail. Cela revient à définir l'énergie comme une « réserve de travail » emmagasinée dans un objet en mouvement, dans un ressort comprimé, un élastique tendu, dans le système Terre + objet.

Utiliser les relations $\frac{m.v^2}{2}$ et $m.g.\Delta h$ dans des exercices numériques simples. Mettre en évidence l'importance de la masse et de la vitesse dans des exercices inspirés par la sécurité routière.

II. ÉNERGIE THERMIQUE

Diverses expériences permettent de montrer la transformation d'énergie mécanique en énergie thermique, notamment celle de la chute de grains de plomb dans un tube**. L'énergie cinétique provenant du travail de la force de pesanteur est transformée en énergie thermique.

*** On utilise une poignée de grains de plomb dans un tuyau en carton ou en PVC de 1 m de long environ. L'idéal est de fabriquer des bouchons avec de la « frigolite » (bien les tenir pour éviter que la grenaille sorte du tube en cours d'expérience). Le tube est retourné 20 fois. La température des grains est mesurée avant et après l'expérience avec un thermomètre au dixième de degré. Il faut que tout le matériel soit à l'équilibre thermique avant le début de l'expérience et il faut le manipuler sans le réchauffer, en le tenant éloigné du corps et en portant des gants. La variation de température est très nette.*

L'expérience de dispersion du KMnO_4 dans de l'eau à température plus ou moins élevée permet de rappeler l'idée de l'agitation thermique (idée introduite au premier degré).

L'observation de différences macroscopiques entre les états de la matière (cohésion, tension superficielle, compressibilité...) conduit à l'idée que les molécules (les atomes dans le cas des métaux) s'attirent, sauf si elles sont trop proches (répulsion) ou trop éloignées (plus aucune force).

Réaliser quelques expériences d'électrostatique permettant d'observer les attractions et les répulsions qui introduisent l'idée qu'il existe deux types d'électricité (déjà vu en 3^e année).

Les forces intermoléculaires (interatomiques dans le cas des métaux), tantôt attractives, tantôt répulsives, tantôt nulles, suivant l'éloignement des particules peuvent être présentées comme la résultante de toutes les attractions et répulsions électriques, non seulement à l'intérieur d'un atome, mais aussi entre atomes voisins.

La partie consacrée au gaz parfait sera obligatoirement traitée au laboratoire. La détention et l'utilisation du mercure étant interdites, on s'orientera vers l'utilisation du matériel du centre technique ou de capteurs (connectés à une calculatrice ou à un ordinateur).

THÈME 3 - OPTIQUE

Orientations méthodologiques

Une grande partie du chapitre sera étudiée au laboratoire (au minimum la loi de la réfraction, les lentilles minces et les instruments d'optique).

Le programme est largement couvert par le **manuel d'optique** publié en 2005 par le Centre Technique de Frameries (voir bibliographie). Destiné aux élèves de l'enseignement général, il peut servir de référence dans l'option Sciences appliquées (certains chapitres sont vus en travaux pratiques, d'autres au cours de physique appliquée).

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

Citer quelques sources lumineuses naturelles et artificielles (lampes à incandescence, tubes luminescents, pointeur laser ...).

Le rayon lumineux est considéré comme un modèle de représentation.

Introduire l'étude de la réfraction par quelques observations de « paradoxes » optiques (bâton brisé, profondeur apparente du fond d'une piscine, poisson dans un aquarium, ...).

La loi des sinus est vue simplement pour montrer qu'il est possible de calculer exactement le chemin suivi par la lumière. Faire un nombre limité d'exercices numériques (par exemple le calcul d'un angle limite ou d'un indice de réfraction à l'aide de l'angle limite). Étudier la dispersion des couleurs à ce moment, indiquer la relation entre la couleur et l'indice de réfraction.

Les formules des lentilles minces doivent essentiellement être utilisées pour résoudre des problèmes pratiques tels que le réglage d'un appareil de projection en fonction de la dimension du local, la mise au point d'un appareil photographique...

Construire l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique dans le cas d'une image virtuelle aussi bien que dans celui d'une image réelle. Ne pas aborder le cas des objets virtuels.

La formule de conjugaison peut être démontrée, à condition que le nombre de leçons prévu pour le module le permette.

Il est conseillé de voir une application des miroirs sphériques dans la vie courante (ex : phares de voiture, projecteur, télescope...).

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 précédemment. Celles-ci sont reproduites explicitement.

• Vitesse moyenne et vitesse instantanée

Compétences mobilisées :

- travailler en équipe,
- construire un message cohérent et rigoureux,
- confronter ses représentations avec les théories établies,
- bâtir un raisonnement logique,
- communiquer.

Cette situation peut servir d'introduction à la notion de vitesse instantanée. Telle quelle, elle est conçue pour se dérouler avant que la notion de vitesse moyenne et avant que le MRU aient été abordés (il peut même s'agir de la première leçon de mécanique).

Le professeur utilise un jouet qui se déplace (approximativement) en MRU (par exemple un petit animal à remonter ou une voiture à moteur). Il le fait fonctionner devant lui et demande à la classe de dire à quelle vitesse il se déplace (à peu près). Certains élèves donneront une valeur au hasard, d'autres essayeront peut-être de faire un calcul. Dans

Sciences appliquées – PHYSIQUE APPLIQUEE – 2^e degré

tous les cas, il faut amener la classe à faire une estimation avec des points de repère sur le banc. L'important, c'est que les élèves soient convaincus qu'il faut diviser une distance parcourue par une durée, peu importe la façon dont on s'y prend pour les connaître.

Le professeur fait ensuite descendre une voiture jouet sur un plan incliné (il faut utiliser cette fois une voiture sans moteur). Il pose à nouveau la question : « Quelle est la vitesse de la voiture ? »

Certains élèves seront sans doute tentés d'appliquer la procédure précédente. Il ne faut a priori pas les décourager.

Si les discussions sont telles que tout le monde est convaincu que cela ne donne pas la vitesse de la voiture, il faut que la classe précise clairement pourquoi et ensuite chercher autre chose. Si les choses ne sont pas claires, on peut quand même faire des mesures (par exemple pour plusieurs distances, en disant que vous voulez connaître la vitesse « au début » et « à la fin » de la descente).

On peut amener les élèves à deux conclusions différentes. D'une part, on peut introduire la définition de la vitesse instantanée. Elle peut être appliquée au laboratoire si on possède du matériel relevant la position de manière très rapprochée dans le temps (marqueur de temps mécanique ou capteur de position). D'autre part, on peut aussi placer un rail horizontal à l'endroit où on veut connaître la vitesse (méthode du type de celle utilisée par Galilée). C'est une méthode particulièrement simple à appliquer pour obtenir la loi de la vitesse du mouvement sur le plan incliné (bille). Son avantage réside à la fois dans sa simplicité et sa rapidité de mise en œuvre. Pour une première expérience, on peut penser que l'élève voit plus clairement ce qu'il fait.

• Évaluer les besoins quotidiens en nourriture (du point de vue énergétique)

Compétences mobilisées :

- travailler en équipe,
- recueillir et traiter les informations en fonction du problème à résoudre,
- analyser des informations et les synthétiser,
- construire un message cohérent et rigoureux,
- confronter ses représentations avec les théories établies,
- bâtir un raisonnement logique,
- communiquer.

Question de départ proposée par le professeur à la classe : « *Jusqu'à quel étage d'un immeuble l'énergie contenue dans une tartine de confiture me permet-elle de monter ?* »

Il faut prévoir la pesée des composants d'une tartine. Des documents (livres, textes courts, emballages de divers aliments...) devront pouvoir être consultés pour trouver le rendement, la valeur énergétique par unité de masse.

La question posée doit déboucher sur une discussion qui permettra de faire émerger les éléments nécessaires à sa résolution. Idéalement, le professeur ne présentera la balance et les aliments que quand une procédure de travail se dégagera. Il veillera à adapter sa participation au niveau de connaissance de la classe. En cas de blocage, il pourrait être nécessaire de faire des rappels, de donner des indices. Le lien sera fait avec les valeurs fournies par les diététiciens (besoins énergétiques). Il faut alors évaluer le travail physique qu'il est théoriquement possible d'effectuer avec ces quantités d'énergie. Une dernière étape consiste à comparer les quantités d'énergie dont il a été question et ce qui est disponible dans les rations individuelles de divers produits alimentaires (paquets de chips, petits paquets de beurre, raviols de confiture, plats préparés).

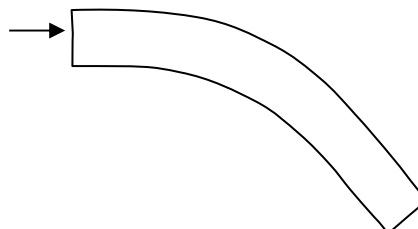
- Introduction à l'étude de la fibre optique

Compétences mobilisées :

- travailler en équipe,
- construire un message cohérent et rigoureux,
- confronter ses représentations avec les théories établies,
- bâtir un raisonnement logique,
- communiquer.

La réflexion totale a été observée à l'aide d'un demi-cylindre de plexiglas et sur le dioptré eau - air par exemple. Le phénomène a été expliqué à partir de la loi des sinus et les calculs d'angles limites ont été menés à bien.

Les élèves reçoivent un schéma de coupe de fibre optique (cf. schéma ci-contre). Le professeur ne leur dit pas de quoi il s'agit (« un objet en verre »). Ils doivent trouver le chemin que va suivre la lumière dans l'objet (n_{verre} connu). Il est important que le schéma fourni soit réalisé avec soin par le professeur : l'incidence d'entrée doit être parfaitement nulle et les angles d'incidence qui suivent doivent donner lieu à des réflexions totales de telle sorte que la lumière soit guidée jusqu'à l'autre extrémité de « l'objet ». Quand tout le monde a terminé, le professeur utilise un transparent pour tracer pas à pas le chemin suivi par la lumière, sous les directives de la classe. Les (éventuelles) erreurs des un(e)s devront être expliquées et corrigées par les autres. Le professeur présentera ensuite un modèle de fibre (et des fibres) et fera toutes les expériences nécessaires. Sur base de l'exercice, on pourra également discuter des problèmes liés aux courbes plus serrées et parler des solutions techniques (cœur, gaine)...



THÈME 1 - Mécanique

Durée prévue : ce chapitre doit se donner en 20 leçons environ.

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<p>I. Cinématique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Point matériel • Position • Trajectoire • Durée • Vitesse moyenne • Mouvement rectiligne et uniforme • Vitesse instantanée • Mouvement rectiligne uniformément varié • Chute libre • Accélérations moyenne et instantanée • Notion de frottement <p>II. Dynamique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rappels : notion de force • Résultante de forces • Loi d'inertie (1^{re} loi de Newton) • Première approche de la loi fondamentale de la dynamique (2^e loi de Newton) • Principe des actions réciproques (3^e loi de Newton) • Notion de frottement. 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser le mouvement d'un objet lors d'une chute libre, sur un rail Incliné. • Déterminer la valeur de g. • Calculer des vitesses et des accélérations. • À partir d'un énoncé ou d'un tableau, tracer et exploiter un graphique de position, vitesse ou accélération en fonction du temps. • Donner l'ordre de grandeur de vitesses et d'accélérations dans quelques exemples de la vie quotidienne. • Associer la vitesse à la pente du graphique $x(t)$, l'accélération à la pente du graphique $v(t)$. • Interpréter des graphiques de position, vitesse et accélération en fonction du temps et retrouver l'un à partir de l'autre. • Etablir et discuter les équations des mouvements étudiés. <ul style="list-style-type: none"> • Associer l'action d'une force à la modification du mouvement qui en résulte (et inversement). • Repérer toutes les forces qui agissent sur un mobile et construire la résultante. • Analyser un exemple où la résultante des forces est nulle.

THÈME 2 - Énergie

Durée prévue : ce chapitre doit se donner en 15 leçons environ.

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<p>I. Énergie mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machines simples • Travail d'une force • Décomposition des forces • Puissance • Énergie • Énergie cinétique • Énergie potentielle de pesanteur et élastique • Conservation de l'énergie mécanique <p>II. Énergie thermique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propriétés macroscopiques de la matière, modèle atomique et moléculaire, rapport avec la chaleur et la température • Notion de quantité de chaleur • Rôle des forces électriques dans la cohésion de la matière • Gaz parfait • Notion de température absolue • Calorimétrie, chaleur massique 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calculer le travail d'une force constante, y compris dans le cas où elle n'est pas parallèle à la vitesse. • Comprendre certaines données techniques d'un véhicule. • Modéliser la stabilité des atomes et des molécules par des forces électriques. • Relier des phénomènes macroscopiques aux théories microscopiques. <ul style="list-style-type: none"> • Faire, à l'échelle microscopique, la différence entre un solide, un liquide et un gaz, du point de vue des distances entre les particules et de leurs mouvements. • Associer la température à l'agitation moléculaire. • Comparer l'échelle des températures absolues à l'échelle Celsius. • Décrire un exemple de transformation d'énergie mécanique en énergie thermique. • S'approprier le fonctionnement d'un calorimètre et utiliser les résultats dans des applications mathématiques simples.

THÈME 3 - Optique Géométrique

Durée prévue : ce chapitre doit se donner en 15 leçons environ.

Compétences	
Savoirs	Savoir-faire
<ul style="list-style-type: none"> • Source et propagation de la lumière • Réflexion : lois, miroir plan, miroir sphérique, image virtuelle • Réfraction : lois, indice de réfraction (absolu) • Décomposition de la lumière blanche • Angle limite, réflexion totale, applications (fibre optique, endoscope) • Lentille mince : rayons remarquables, foyer, centre optique, constructions géométriques des images • Formule de conjugaison, grandissement • Instruments optiques : à image réelle (appareil photographique) et à image virtuelle • Grossissement • L'œil, défauts et corrections 	<p>Exercer les savoirs en s'appuyant sur les savoir-faire suivants.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Savoir reconnaître si l'image donnée par un système optique (miroirs, loupe, appareil photo, diascope...) est réelle ou virtuelle. • Construire l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple. • Expliquer la décomposition de la lumière blanche au travers d'un prisme. • Appliquer les connaissances acquises pour expliquer comment corriger les défauts de l'œil.

Pratique de laboratoire

Cours de physique appliquée

4^e année

(1 période /semaine)

Considérations générales

Pour être efficace, le cours de Pratique de laboratoire de Physique appliquée exige que certaines conditions soient remplies :

- un **nombre maximum d'élèves** : les règles de sécurité ainsi que les objectifs pédagogiques convergent pour limiter la taille des groupes et ne pas dépasser 16 élèves par classe ;
- un local équipé (tables de laboratoire ; eau, gaz et électricité ; matériel scientifique indispensable pour mener à bien les activités...).

Organisation du cours et considérations méthodologiques

- g) Suivant les sujets et le matériel disponible, les activités seront choisies par le professeur de manière à ce que les élèves travaillent le plus souvent individuellement (mécanique, optique ...) ou par petits groupes (énergie...).
- En aucun cas, les activités de renforcement de la pratique de laboratoire ne peuvent se réduire en une simple compilation d'articles de revues, en la projection d'un film ou encore en la visite d'un musée, d'une exposition.
- h) Les élèves seront initiés à l'emploi des appareils de mesure (multimètre, balance...) et de produits chimiques.
- i) Les normes et mesures de sécurité seront présentées et régulièrement rappelées aux élèves au fur et à mesure des activités.
- j) Chaque séquence d'activités donnera lieu à la rédaction d'un **rapport d'activités**. Ce rapport devrait permettre aux élèves de développer de nombreux savoir-faire. A titre d'exemple, citons :
 - réaliser un croquis et l'annoter, passer du croquis au schéma, présenter les différentes phases d'une activité ;
 - présenter de manière chronologique les différentes expériences réalisées, construire un tableau de données, communiquer les résultats sous une forme appropriée (graphique, schéma...), tirer une conclusion, valider les résultats d'une expérience...
- k) Les rapports seront régulièrement corrigés, commentés et appréciés par le professeur.
- l) L'évaluation des compétences liées aux activités du renforcement de la pratique de laboratoire prend également en considération les attitudes des élèves durant ces activités :
 - soin du travail,
 - organisation du travail,
 - créativité,
 - esprit critique et honnêteté scientifique,
 - emploi judicieux des appareils (éviter leur détérioration...),
 - emploi parcimonieux des produits (éviter le gaspillage...),
 - respect des consignes de sécurité,
 -

Liste d'activités

La liste des activités proposées n'est ni exclusive ni limitative. Cependant, les différentes activités doivent être en relation avec les trois thèmes du programme du cours de physique appliquée de 4TTr.

THÈME 1 - MÉCANIQUE

- Chute d'une bille dans un milieu visqueux (huile) (MRU)
- Chariot sur un rail horizontal (MRU)
- Chariot tracté sur un rail horizontal par un corps qui tombe (MRUV)
- Chute libre (MRUV)
- Mouvement d'une bille ou d'un chariot sur un rail incliné (MRUV)
- Film et analyse d'un mouvement
- Mesures de trois forces horizontales appliquées à un petit anneau en équilibre

THÈME 2 - ÉNERGIE

- Étude de machines simples
- Transformation d'énergie mécanique en énergie thermique
- Dilatation des gaz
- Transformation, sur un plan incliné, de l'énergie potentielle en énergie cinétique
- Mise en évidence du dégagement de chaleur par une résistance immergée (ex : dans une bouilloire électrique)

THÈME 3 – OPTIQUE

- Loi de la réfraction
- Lames à faces parallèles
- Loi des lentilles
- Étude des rayons remarquables
- Construction d'un instrument d'optique (lunette astronomique, microscope)
- Les miroirs sphériques
- Prismes et couleurs

Bibliographie

- HECHT Physique
De Boeck Université – Bruxelles - 1999
- BENSON Physique 1 – Mécanique
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
- JL.BERDUCOU – V.BESNARD Sciences Physique 3^e
Collection Tout simplement
Hachette Education
- JP.DURANDEAU Sciences – Physique 3^e
Collection Durandea
Hachette Education
- MICROMEGA
Physique – Chimie 4^e + CD Rom 4^e
Hatier
- D.SCULIER, D.WATERLOO
Physique 3^e année
Physique 4^e année
DE BOECK
- COLLECTIF Cinématique – Physique 4^e – volume 1 (2 périodes/semaine)
CTP – Frameries – 2004
(*Manuel pour les élèves*)
- COLLECTIF Dynamique – Physique 4^e – volume 2 (2 périodes/semaine)
CTP – Frameries – 2005
(*Manuel pour les élèves*)
- COLLECTIF Energie et matière-Physique 4^e – volume 3 (2 périodes/semaine)
CTP Frameries
(*Manuel pour le professeur*)
- COLLECTIF Optique – Physique 4^e – volume 4 (2 périodes/semaine)
CTP – Frameries – 2005
CTP – Frameries – 2010
(*Manuel pour les élèves*)

COLLECTIF Manipulations de mécanique- 4^e année
CTP - Frameries

Les « Cahiers de Science et Vie »

Adresses utiles

C.A.F. (Centre d'Auto-formation)

www.lecaf.be

La Neuville 1, 4500 Tihange

☎ **085/ 27.13.60. - 27.13.61** Fax : 085/ 27.13.99

Centre technique et pédagogique de Frameries

www.ctpe.be

Route de Bavay, 2B, 7080 Frameries

☎ **065/ 67.62.61. - 66.73.22** Fax : 065/ 66.14.21