

MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE

ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE

Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

Service général des Affaires pédagogiques,
de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage
de l'Enseignement organisé par la Communauté française

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE

HUMANITES GENERALES ET TECHNOLOGIQUES

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE GENERAL ET TECHNIQUE DE TRANSITION

Deuxième degrés – 4^e année

PROGRAMME D'ETUDES - PROVISOIRE

DU COURS DE

PHYSIQUE

DE L'ACTIVITE AU CHOIX

RENFORCEMENT DE LA PRATIQUE DE LABORATOIRE EN PHYSIQUE

122-1/2001/240

AVERTISSEMENT

Le présent programme entre en application

♦ à partir de l'année scolaire 2001 – 2002

Il abroge et remplace le programme 7/5722 du 26 juillet 1996

Table des matières

TABLE DES MATIERES

A. INTRODUCTION

1. OBJECTIFS
2. ATTITUDES
3. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (Sciences de base)
4. COMPETENCES SCIENTIFIQUES (Sciences générales)
5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

B. NIVEAU SCIENCES GENERALES

1. MOUVEMENTS
Mouvements rectilignes : MRU, MRUV
Mouvements à deux dimensions
2. LOIS DE NEWTON
3. ENERGIE ET MATIERE
4. OPTIQUE
Réflexion
Réfraction
Les lentilles minces
Instruments d'optique

C. NIVEAU SCIENCES DE BASE

1. FORCES ET MOUVEMENTS
Systèmes de référence
Mouvements rectilignes
Composition de deux mouvements rectilignes
Les trois lois de Newton
2. OPTIQUE
Réflexion
Réfraction
Lentilles minces convergentes
Instruments d'optique

D. BIBLIOGRAPHIE

A. Introduction

1. OBJECTIFS

Le décret relatif aux compétences terminales et savoirs requis en sciences pour l'enseignement secondaire de transition définit clairement les enjeux de l'enseignement des sciences et de la physique en particulier :

1. former des citoyens
2. former des scientifiques

Le décret détermine ainsi 2 niveaux distincts :

1. les sciences de base nécessaires à chacun pour gérer sa vie de citoyen
2. les sciences générales nécessaires à ceux qui orientent leur formation vers les sciences, les mathématiques et les technologies

1. Former des citoyens : les sciences de base

Faire en sorte que chacun puisse avoir une certaine compréhension de son environnement, même si celui-ci devient de plus en plus scientifique.

Pour cela, il faut avoir une petite idée de ce qu'est un atome, avoir une certaine compréhension de ce qu'est l'énergie, la radioactivité, la lumière...

C'est au travers des activités expérimentales que l'élève comprendra et progressera. Et ceci est d'autant plus vrai pour les élèves qui ont de plus grandes difficultés dans cette discipline. Le cours de physique n'a de sens que si les élèves manipulent, participent à des discussions et sont confrontés à des questions de réflexion qui les interpellent et font appel à leur bon sens.

Il faut insister ici sur le rôle formateur du cours de physique : il doit faire acquérir des modes de raisonnement, des méthodes de travail et des attitudes d'honnêteté intellectuelle, d'ouverture d'esprit mais aussi de sens critique.

Enfin, il faut faire apparaître dans notre enseignement, les liens entre la physique et les questions qui nous concernent tous. Il est important de démontrer au travers d'applications technologiques et d'exemples simples pris dans les domaines du sport, de la musique, de la médecine ou des communications que la physique intervient partout autour de nous et qu'elle nous aide à comprendre comment le monde fonctionne.

2. Former des scientifiques : les sciences générales

A ceux qui ont choisi de s'orienter vers les sciences, les mathématiques ou les technologies, nous voulons offrir une formation qui les prépare aux études supérieures scientifiques.

Pour un enseignement de la physique à ce niveau, deux conditions nous paraissent essentielles aujourd'hui : il faut un enseignement **expérimental** et **qui intègre les techniques de l'information et de la communication**.

- **Un enseignement expérimental**

Qu'apporte l'expérience ?

- elle permet de confronter ses représentations à la réalité
- elle apprend à observer et éveille la curiosité
- elle développe la créativité, l'habileté technique et l'esprit critique
- elle favorise l'apprentissage de l'autonomie, de l'initiative et du sens des responsabilités
- elle fait acquérir des méthodes de travail et des modes de raisonnement
- elle apprend aussi, et ceci est essentiel pour la formation du futur citoyen, à travailler en équipe.

- **Un enseignement qui intègre les technologies de l'information et de la communication**

Le cours de physique fournit l'occasion d'acquérir certaines compétences dans l'utilisation des TIC comme par exemple :

- automatiser l'acquisition et le traitement des données pour permettre de multiplier les exemples et d'approfondir la réflexion
- faire une recherche documentaire et critique sur CD-ROM ou sur le web et confronter les informations obtenues
- produire des documents de qualité utilisant l'importation d'images et de graphiques
- échanger les documents par courrier électronique entre les différents établissements faisant les mêmes mesures simultanément mais dans un autre environnement.
-

2. ATTITUDES

Les cours de physique niveau **sciences de base** et niveau **sciences générales** doivent non seulement développer des compétences et des savoirs spécifiques à la physique mais aussi faire adopter des attitudes directement liées aux activités scientifiques.

Ces attitudes déterminent la manière d'apprendre, d'utiliser ses connaissances, de penser et d'agir.

Elles sont indispensables à tout citoyen responsable appelé à prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle.

- ♦ **L'honnêteté intellectuelle**

- rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer ;
- reconnaître les limitations du travail entrepris ;
- lors de la participation aux débats sur les questions posées à la société, s'investir dans une étude sérieuse et une analyse critique de la question ou suspendre son jugement.

♦ L'ouverture d'esprit et l'esprit critique

- être ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles mais suspendre son jugement s'il n'existe pas de données crédibles ou d'argumentations logiques qui les défendent ;
- reconnaître les explications inconsistantes, les généralisations abusives, les failles dans une argumentation ;
- avoir pris l'habitude de se poser toujours la question : « Comment est-on arrivé à ces conclusions ? » ;
- chercher à se documenter à diverses sources en confrontant les informations recueillies.

♦ La curiosité

s'étonner, se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et vouloir y rechercher des réponses.

♦ Le travail en équipe :

- prendre sa part de responsabilité dans un travail en équipe ;
- prendre conscience de la part que chacun apporte dans la réalisation d'un travail ;
- écouter l'autre et être prêt à envisager d'autres hypothèses que les siennes.

3. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences de base)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences de base** apprend à l'élève à :

- confronter ses représentations avec les observations expérimentales et les théories établies ;
- modéliser: construire un modèle qui rend compte de manière satisfaisante des faits observés ;
- Expérimenter ;
- utiliser une démarche scientifique pour appréhender des phénomènes naturels ou des processus technologiques ;
- maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technico-scientifique ;
- bâtir un raisonnement logique, utiliser une argumentation rationnelle sur des sujets comme l'énergie, la santé, la radioactivité, l'environnement, ...
- communiquer:
 - utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
 - utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis ;
- intégrer les règles de sécurité dans les comportements quotidiens.
- expliquer les notions de base concernant l'utilisation, la maintenance et les règles de sécurité de quelques appareils domestiques ;

- évaluer l'impact des découvertes scientifiques et des innovations technologiques sur notre mode de vie ;
- évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement ;
- tracer l'histoire de l'une ou l'autre théorie scientifique en rapport avec son contexte et les débats qui l'ont accompagnée.

4. *COMPETENCES SCIENTIFIQUES* (Sciences générales)

L'ensemble des cours de physique de 4^e, 5^e et 6^e du niveau **sciences générales**, apprend à l'élève à :

- **s'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes**
 - en évaluer la portée et les limites ;
 - les utiliser pour rendre compte des faits observés ;
 - les utiliser dans des explications argumentées ou des prévisions.
- **conduire une recherche et utiliser des modèles**
 - cerner une question ;
 - rechercher l'information, en estimer le crédit et, le cas échéant, consulter un spécialiste ;
 - analyser un texte scientifique adapté et en extraire des éléments de réponse à la question posée ;
 - élaborer des modèles en faisant bon usage des boîtes noires ;
 - utiliser des modèles, en tenant compte de leur domaine de validité, dans des prévisions ou des explications ;
 - construire une argumentation, défendre un point de vue de manière logique et structurée ;
 - réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés ;
 - élaborer une synthèse critique.
- **mener à bien une démarche expérimentale**
 - **imaginer et concevoir une expérience**
 - détecter une question, un problème et la (le) caractériser ; observer un phénomène et le décrire ;
 - repérer les principaux facteurs qui peuvent influencer un phénomène,
 - émettre des hypothèses, faire des prédictions ;
 - imaginer et concevoir une expérience ;
 - établir un plan de travail ;
 - choisir les appareils et les techniques.
 - **réaliser une expérience**
 - mettre en œuvre une procédure méthodique ;
 - suivre les notices d'utilisation et les consignes de sécurité ;
 - estimer les incertitudes commises sur les mesures ;
 - repérer les mesures apparemment aberrantes et les analyser ;
 - utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données ;

- prendre des initiatives ;
- gérer le temps et respecter les délais convenus

- **analyser les résultats obtenus**

- classer les mesures, utiliser tableaux, schémas, graphiques et diagrammes et identifier les tendances
- tirer des conclusions et les confronter à d'autres observations et aux théories actuelles
- prédire des applications ou conséquences de ces conclusions
- envisager comment améliorer la procédure
- imaginer une expérience permettant de poursuivre l'investigation
- présenter un rapport oral ou écrit et répondre aux questions et critiques sur la manière de procéder

- **utiliser les mathématiques**

- utiliser les fonctions e^x et $\log x$, les fonctions trigonométriques et polynomiales
- reconnaître la signification physique du coefficient angulaire d'une tangente à une courbe et celle de l'aire sous une courbe
- traduire une expression mathématique et un tableau de données en graphique et inversement, extraire des informations d'un graphique, tableau, schéma ou diagramme
- bâtir un raisonnement logique

Le cours de physique, niveau sciences générales, doit pouvoir **s'appuyer sur des compétences mathématiques. Il est important qu'à ce niveau, une collaboration étroite existe entre le professeur de physique et le professeur de mathématique.**

Le langage mathématique ne peut cependant pas masquer la compréhension du sens physique : le résultat d'un raisonnement mathématique doit être interprété et confronté avec l'observation des faits, les connaissances et l'analyse expérimentale.

- **résoudre des applications numériques**

- **cerner la question**

- à partir de l'énoncé d'un problème, reconnaître avec quelles lois et quels domaines le phénomène peut être mis en relation ;
 - sélectionner les données utiles et les ordonner.

- **résoudre la question**

- concevoir un plan susceptible de conduire à la solution ;
 - conduire un raisonnement logique en plusieurs étapes menant à une réponse quantitative ;
 - faire des comparaisons, des analogies ;
 - évaluer l'ordre de grandeur du résultat à obtenir ;
 - estimer l'incertitude sur un résultat calculé à partir de mesures ;
 - utiliser le nombre approprié de chiffres significatifs.

- **vérifier si le résultat est plausible**

- confronter ce résultat avec la réalité quotidienne ou au résultat obtenu par une autre méthode ;
- faire un calcul aux dimensions pour vérifier une relation ou déterminer l'unité à utiliser;
- réfléchir sur les méthodes, raisonnements et procédures utilisés.

- **communiquer**

- utiliser un langage scientifique correct et précis respectant conventions, unités et symboles internationaux ;
- utiliser différentes formes de présentation comme les tableaux, graphiques, schémas, diagrammes, plans, croquis... ;
- décrire les procédures suivies pour que d'autres puissent répéter l'expérience ou résoudre le problème.

- **utiliser les technologies de l'information et de la communication**

utiliser l'ordinateur pour collecter et traiter les données

- **placer la physique dans un contexte social et historique**

- En faisant appel à un exemple historique ou actuel, situer la construction d'une théorie en physique dans son contexte d'origine, décrire son évolution et l'argumentation utilisée pour la défense des idées
- faire le lien entre les développements de la physique et des technologies qui en découlent et :
 - la pratique de certaines activités (sport, industrie automobile, Internet, GPS, automatisation,...);
 - l'évolution de notre mode de vie (mobilité, communications rapides et à longues distances, accès facile à l'information, GSM, ordinateur, partage du temps de travail, systèmes de sécurité...) ;
 - les développements de la médecine (espérance de vie, imagerie médicale, médecine nucléaire, radiothérapie, chirurgie laser,...) ;
 - les nouvelles questions posées à la société (traitements des déchets, utilisation d'Internet, impact sur l'environnement des activités humaines...)
- faire le lien entre les pratiques expérimentales en physique, chimie et biologie
- mettre en évidence le transfert de certains modèles, démarches, concepts ou compétences d'une discipline à une autre

5. MISE EN APPLICATION DES PROGRAMMES

Pour des raisons pédagogiques évidentes, les programmes de physique sont mis en application de manière progressive selon le mode suivant :

application des programmes de 4^e dès septembre 2001

application des programmes de 5^e dès septembre 2002

application des programmes de 6^e dès septembre 2003

Pour les années scolaires 2001/2002, 2002/2003 et 2003/2004 les programmes de 4^e doivent tenir compte des adaptations suivantes en sciences générales comme en sciences de base :

1. ajouter: introduction à l'exploitation des graphiques au moyen d'expériences (par exemple la chute d'une bille dans un tube de glycérine et le mouvement d'un cylindre le long d'un plan incliné)
2. ajouter le travail introduit par les machines simples : poulies et plan incliné
3. optique: limiter à la réfraction et aux instruments d'optique (à voir comme indiqué dans les nouveaux programmes de 4^e)

Des formations sont organisées pour les professeurs de physique. Elles ont pour objectif de fournir des informations et des documents d'accompagnement qui doivent aider le professeur dans l'application des nouvelles directives. Il est fortement souhaité que les professeurs participent à ces journées.

B. Niveau Sciences générales

1. Mouvements

Prérequis

- Relation entre déplacement et durée dans le MRU et dans le MRUV.
- Tracés et interprétations de graphiques.
- Enoncés de lois mathématiques à partir de mesures.

Exemples de questionnement

- Quelle est l'accélération d'une voiture de course au démarrage ? Est-elle plus importante que celle d'une pomme qui tombe ?
- Quel est le mouvement d'une pierre lancée ? Jusqu'où peut-elle aller avant de toucher le sol ?
- Dans quelle direction nager pour traverser une rivière perpendiculairement aux rives ?

Compétences	Savoirs
• 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.	<i>Mouvements rectilignes : MRU, MRUV, ...</i> Position, vitesse moyenne et vitesse instantanée. Lois du MRU et du MRUV. Accélération moyenne et accélération instantanée dans le cas d'un mouvement rectiligne quelconque. <i>Mouvements à deux dimensions</i> Composition de deux mouvements uniformes. Tir horizontal.

Conseils méthodologiques

Mouvements rectilignes (environ 10 leçons)

Une première étude expérimentale du MRU et du MRUV avec vitesse initiale nulle a été menée par les élèves en 3^e. Des graphiques ont été construits à partir des mesures et exploités pour obtenir les relations entre durée et distance parcourue. Dans ce contexte, introduire la notion de vitesse instantanée, puis établir expérimentalement la loi de la vitesse pour le MRUV (rail incliné). L'accélération apparaît naturellement dans ce cas. Elargir ensuite cette notion au cas des mouvements rectilignes quelconques (par exemple : chute dans un fluide). Rappelons les possibilités offertes par les fiches techniques ou publicitaires concernant certains mobiles (voiture, avion...), par les documents de l'IBSR (Institut Belge de Sécurité Routière : par exemple l'accélération subie lors d'une collision contre un mur).

Tracer des graphiques correspondant à des situations plus ou moins complexes énoncées en langage courant. Traiter en particulier des exemples comportant plusieurs mobiles. 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.

Mouvements à deux dimensions (environ 5 leçons)

L'étude des mouvements à deux dimensions permet d'introduire les composantes du déplacement, dans le cas d'un mouvement non rectiligne. Il s'agit d'interpréter ces mouvements en termes de superposition de mouvements plus simples : les mouvements rectilignes étudiés auparavant. L'analyse du tir horizontal doit être abordée par l'expérience. L'analyse d'un document comme une chronophotographie peut être également utile. Montrer qu'un tel mouvement est la superposition d'un mouvement vertical accéléré et d'un mouvement horizontal uniforme. Les vitesses et accélérations de ces mouvements « constitutifs » sont présentées comme les composantes, suivant la verticale et l'horizontale, de la vitesse et de l'accélération du mouvement réellement observé. Cela permettra de faire comprendre, dans la partie suivante du cours, la relation entre la force, verticale, et le mouvement. Dans une dernière étape, les vecteurs vitesse et accélération peuvent être éventuellement construits. Cela établit un lien avec le cours de mathématique mais n'est pas indispensable pour la suite du cours de 4^e. En particulier, il faut éviter de présenter d'emblée la vitesse et l'accélération comme des « vecteurs » puis de les décomposer !

Le tir horizontal peut servir de base à deux calculs qui surprendront l'élève. D'abord, celui de la vitesse de satellisation au niveau du sol : c'est la vitesse à laquelle il faudrait projeter horizontalement un objet pour qu'il ne se rapproche pas du sol, sachant que la Terre est, en première approximation, une sphère de 6400 km de rayon. Ensuite, par le raisonnement inverse, il est possible d'estimer l'accélération de la Lune (accélération « verticale » de la « chute » de la Lune vers la Terre). Ce dernier calcul permet d'introduire une première approche de la gravitation universelle : la force d'attraction est inversement proportionnelle au carré de la distance.

Les logiciels « Cabri » et « Interactive Physics » permettent de visualiser vitesse moyenne et vitesse instantanée.

Excel peut être utilisé pour le traitement des données expérimentales.

Expériences à réaliser

- Mouvement sur un rail incliné.
- Chute libre.
- Tir horizontal.

2. Lois de Newton

Prérequis

- Loi des actions réciproques.
- Poids et masse.
- MRU, MRUV.
- Tir horizontal.

Exemples de questionnement

- Pourquoi, en voiture, est-il prudent de boucler sa ceinture de sécurité ? Pourquoi mettre un casque quand on roule à mobylette ?
- Quels sont les mouvements des satellites, d'un parachutiste, d'un astéroïde ?
- Pourquoi la Lune tourne-t-elle autour de la Terre ?
- Qu'est-ce que la gravitation ?
- A quoi sert un système ABS ?

Compétences	Savoirs
• 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. • Expliquer, par la dynamique, des éléments de sécurité routière.	Principe d'inertie (première loi). Loi fondamentale de la dynamique(deuxième loi) : première approche à l'aide d'exemples bien choisis, tels que - Chute libre - Chute dans un fluide - Tir horizontal - Mouvement de la Lune (autour de la Terre), des satellites, des planètes, des galaxies (rotation). Résultantes des forces. Egalité des actions réciproques (troisième loi). Loi de la gravitation universelle : première approche.

Conseils méthodologiques

Prévoir environ 8 leçons.

En s'appuyant sur les exemples, faire apparaître le sens physique des lois de Newton, en particulier le caractère vectoriel de la deuxième, sans l'exploiter du point de vue mathématique : une force change la composante de la vitesse dans sa direction d'application. 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. Mentionner la complexité de la situation qui dépend de la nature des surfaces en contact...

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

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

Comparer l'accélération de la chute de la Lune à celle de la chute d'un objet sur la Terre. Faire, avec Newton, l'hypothèse que, dans chaque cas, la force responsable est la force « de gravitation ». Montrer qu'elle est inversement proportionnelle au carré de la distance. À ce stade, il n'est pas obligatoire d'écrire la loi. L'étude de la gravitation universelle sera complétée en 5^e.

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, sans axer une leçon sur ce point particulier.

Expérience à réaliser

- Montrer que l'accélération d'un mobile est proportionnelle à la force appliquée (et éventuellement inversement proportionnelle à la masse de l'objet).

3. Energie et matière

Prérequis

- Notions de travail et d'énergie (« sources » d'énergie, différentes formes d'énergie, transformations d'énergie).
- Etats de la matière, changements d'état, relation entre apport ou dégagement de chaleur et changement d'état.
- Distinction chaleur / température.
- Les qualités d'un bon isolant thermique.
- Dilatations.

Exemples de questionnement

- Qu'est-ce que le zéro absolu ? L'échelle Kelvin ?
- Qu'est-ce que la chaleur ?
- Qu'est-ce que la conservation de l'énergie ?
- Quelle différence y a-t-il entre « énergie mécanique » et « énergie thermique » ?
- Pourquoi les disques de freins d'une voiture s'échauffent-ils quand elle freine ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
• 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'une publicité de voiture. • Expliquer que le travail d'une force est nul lorsqu'elle est perpendiculaire à la vitesse. • Expliquer la stabilité des atomes et des molécules par des forces électriques. • Relier des phénomènes macroscopiques aux théories microscopiques. • Distinguer température et chaleur. • Expliquer que la matière est faite de particules (atomes, molécules, ions) en perpétuel mouvement. • 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.	Travail, puissance. Énergies cinétique et potentielles (gravifique et élastique) Transformation d'énergie potentielle de gravitation en énergie cinétique. États de la matière, changements d'état, lien avec le comportement des molécules Forces électrostatiques et cohésion de la matière. Transformation d'énergie mécanique en énergie thermique. Modèle atomique et moléculaire de la matière. Interprétation de l'élévation de température par augmentation de l'agitation (à l'échelle microscopique). Existence du zéro absolu alors qu'il n'y a pas de température maximale théorique. Énergie interne.

Conseils méthodologiques

Prévoir environ 12 leçons. Le travail des forces a été introduit à l'aide des machines simples (leviers, poulies, plan incliné) : le produit de la valeur de la force motrice par la valeur du déplacement (force et déplacement dans la même direction). Introduire l'expression $W = F.d.\cos\alpha$. Donner la signification physique d'un travail nul et d'un travail négatif. Utiliser les notions de puissance et d'énergie dans diverses applications concrètes. Dans un premier temps, dire 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 $mv^2/2$ et $mg\Delta h$ 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.

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 gravitation est transformée en énergie thermique.

L'expérience de dispersion du KmnO_4 dans de l'eau à température plus ou moins élevée permet d'introduire l'idée de l'agitation thermique.

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 ».

À ce stade, une courte parenthèse peut être ouverte pour donner une partie de l'expression de la loi de Coulomb décrivant les forces s'exerçant entre deux objets *électriquement chargés* (ponctuels) : la grandeur de ces forces est inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare les objets. La comparer à la loi de la gravitation universelle. Se limiter à cette « proportion quadratique inverse ».

Les forces intermoléculaires (inter atomiques 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.

Présenter l'énergie interne comme la somme de toutes les énergies potentielles et cinétiques (translation, rotation, vibration) à l'échelle moléculaire. Lier l'existence de l'énergie potentielle à la présence des forces électriques (analogie avec les forces intérieures du ressort ou de l'élastique étirés).

Faire observer des photos de surfaces vues à l'aide d'un microscope électronique.

Expériences à réaliser

- Une transformation d'énergie mécanique en énergie thermique.
- Dispersion d'un colorant dans de l'eau à température plus ou moins élevée.
- Attractions et répulsions électrostatiques.

4. Optique

Prérequis

- Fonction sinus.

Exemples de questionnement

- Comment un projecteur de diapositives fonctionne-t-il ?
- Qu'est-ce que la mise au point d'un appareil photo, d'une caméra vidéo ?
- Comment un zoom fonctionne-t-il ?
- Qu'est-ce qu'une fibre optique ? Comment guide-t-elle la lumière ?

Compétences	Savoirs
• Décrire différents types de sources de lumière. • 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 dispersion de la lumière blanche au travers d'un prisme. • Expliquer le principe physique de base de l'endoscopie. • Expliquer comment corriger les défauts de l'œil.	Sources et propagation de la lumière. <i>Réflexion</i> Lois. Miroirs plans. Images réelle et virtuelle. <i>Réfraction</i> Lois, indice de réfraction, dispersion. Angle limite, réflexion totale, applications (fibre optique, endoscopie). <i>Les lentilles minces</i> Rayons remarquables, foyer, centre optique. Constructions géométriques des images. Formule de conjugaison. Grandissement.

	<i>Instruments d'optique</i> – à image réelle (appareil photographique, appareil de projection) – à image virtuelle : Grossissement dans les cas d'objets proches (loupe, microscope) et d'objets lointains (lunette astronomique, jumelles) – œil : pouvoir séparateur et zone de vision distincte ; ses défauts et leur correction.
--	--

Conseils méthodologiques

Prévoir environ 15 leçons, 2 pour l'étude de la réflexion, 8 pour celle de la réfraction et des lentilles minces, 5 pour celle des instruments d'optique.

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

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, 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 très 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). Etudier la dispersion des couleurs à ce moment, indiquer la relation entre la couleur et l'indice de réfraction.

Etudier expérimentalement la formation des images par les lentilles minces.

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.

Expériences à réaliser

- Lois de la réflexion.
- Lois de la réfraction.
- Dispersion de la lumière par un prisme.
- Réflexion totale.
- Fibre optique.
- Formation d'images par des lentilles, un instrument d'optique.

C. Niveau Sciences de base

1. Forces et mouvements

Prérequis

- Relation entre déplacement et durée dans le MRU et dans le MRUV.
- Tracés et interprétations de graphiques.
- Enoncés de lois mathématiques à partir de mesures.
- Loi des actions réciproques.
- Poids et masse.

Exemples de questionnement

- Quelle est l'accélération d'une voiture de course ? Est-elle plus importante que celle d'une pomme qui tombe ?
- Quel est le mouvement d'une pierre lancée ? Jusqu'où peut-elle aller avant de toucher le sol ?
- Pourquoi, en voiture, est-il prudent de boucler sa ceinture de sécurité ? Pourquoi mettre un casque quand on roule à mobylette ?
- De quoi dépend la distance de freinage d'un véhicule ? Quels sont les risques à prendre en considération lorsqu'on aborde un virage ?
- Quels sont les mouvements des satellites, d'un parachutiste, d'un astéroïde ?
- Pourquoi la Lune tourne-t-elle autour de la Terre ? Pourquoi ne tombe-t-elle pas sur la Terre ?
- Qu'est-ce que la gravitation ?

<i>Compétences</i>	<i>Savoirs</i>
• Tracer et interpréter des graphiques de position, vitesse et accélération en fonction du temps. • Donner l'ordre de grandeur de vitesses et d'accélération dans quelques exemples de la vie quotidienne • Calculer des vitesses et des accélérations. • Analyser un mouvement, le prévoir qualitativement compte tenu des forces appliquées • Déterminer la valeur de g • Expliquer, par la dynamique, des éléments de sécurité routière. • Calculer une distance de freinage.	<i>Systèmes de référence</i> Relativité du mouvement. Systèmes de référence liés au sol. Systèmes de référence géocentrique et héliocentrique. Trajectoire. <i>Mouvements rectilignes</i> MRU : notion de vitesse. MRUV : vitesses moyenne et instantanée, accélération, lois du mouvement. <i>Composition de deux mouvements rectilignes</i> Le tir horizontal. <i>Les trois lois de Newton</i> Principe d'inertie (première loi). Loi fondamentale de la dynamique (deuxième loi). Egalité des actions réciproques (troisième loi). Application à différents mouvements : – mouvement circulaire uniforme – mouvement de satellites, de la Lune – dérapage dans un virage verglacé – chute dans un fluide – forces de frottement et freinage.

Conseils méthodologiques

Prévoir 16 leçons.

Le module « forces et mouvements » a pour but l'étude des lois de Newton. Il doit apprendre à analyser un certain nombre de mouvements : la chute (avec ou sans résistance), le tir balistique, la révolution de la Lune autour de la Terre... Il est recommandé de se référer au document du CAF consacré à l'étude de la mécanique en 4^e.

On met l'accent sur le sens physique et sur la cohérence de la théorie de Newton, sans multiplier les problèmes numériques. Observer des mouvements et réaliser des expériences plutôt que manipuler des équations.

On peut intégrer des éléments d'Histoire des Sciences : les systèmes géocentrique et héliocentrique, le rail incliné de Galilée et sa vision de l'inertie, l'argumentation de Newton...

L'importance d'un système de référence peut être introduite par le biais de l'astronomie. Partir d'une photographie en pause du ciel nocturne. Dans notre système de référence quotidien, lié au sol, donc géostatique, les trajectoires des étoiles semblent être des cercles. D'autres images, des montages, montrent les trajectoires des planètes relativement au fond étoilé (rétrogradation). La description des mouvements apparents des étoiles, du Soleil, des planètes devient beaucoup plus simple si on considère un système de référence lié au Soleil et aux étoiles. Se limiter à l'aspect qualitatif.

Au-delà de l'apparence des mouvements liée au système de référence, se pose la question de leur réalité. La Terre est-elle en mouvement ? Faire référence aux arguments de Galilée et de ses contradicteurs (voir document CAF).

La vitesse à un instant peut-être calculée approximativement grâce à la vitesse moyenne sur un intervalle de temps encadrant cet instant. Utiliser par exemple le matériel Phywé et éventuellement une chronophotographie pour déduire la loi de la vitesse du MRUV.

Donner quelques estimations de vitesses et d'accélération tirées de la vie quotidienne, par exemple la vitesse d'un avion de ligne, l'accélération d'une voiture.

Les deux premières lois de Newton peuvent être introduites par l'étude du tir horizontal. Diverses expériences ou des chronophotographies montrent que ce mouvement peut être analysé en le décomposant. La vitesse « horizontale » reste constante alors que la vitesse « verticale » augmente proportionnellement au temps.

Toujours en s'appuyant sur l'exemple du tir horizontal, faire apparaître le sens physique de la deuxième loi : une force ne peut changer la composante de la vitesse que dans sa direction d'application. L'utilisation des vecteurs n'est pas indispensable au niveau sciences de base.

Etendre l'explication à divers mouvements. Par exemple au mouvement de révolution de la Lune autour de la Terre. On peut, comme Newton, parler de « petits chocs donnés » à la Lune à intervalles réguliers pour la faire tourner. Parler de l'idée de faire tendre les intervalles de temps séparant les chocs vers 0. Ces « chocs infinitésimaux » changent le mouvement de la Lune à chaque instant. Présenter l'action exercée sur la Lune, les « petits chocs », comme de même nature que celle causant la chute d'un objet sur Terre, la gravité.

Utiliser les lois de Newton pour expliquer, également de manière qualitative, la chute d'un objet (parler de la résistance de l'air et de vitesse limite), le dérapage dans un virage verglacé et le MCU (la Lune ou les satellites artificiels, pierre accrochée à une corde...).

Expériences à réaliser

- Mouvement sur un rail incliné.
- Chute libre et calcul de g .
- Tir parabolique (mesures des positions en fonction du temps).
- Montrer que l'accélération d'un mobile est proportionnelle à la force appliquée (document CAF).
- Bille qui tombe du mât d'un chariot en mouvement (document CAF, matériel CTP).

2. Optique

Exemples de questionnement

- Comment un projecteur de diapositive fonctionne-t-il ?
- Qu'est-ce que la mise au point d'un appareil photo, d'une caméra vidéo ?
- Comment un zoom fonctionne-t-il ?
- Comment la lumière peut-elle être « guidée » dans les fibres optiques ? Comment explique-t-on la vision ? L'image sur la rétine est-elle renversée ?
- Comment les lentilles corrigent-elles la vue ?

Compétences	Savoirs
• Savoir reconnaître si l'image donnée par un système optique est réelle ou virtuelle. • Expliquer le principe physique de base de l'endoscopie. • Construire l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple. • Expliquer comment corriger les défauts de l'œil.	Propagation de la lumière. <i>Réflexion</i> Lois. <i>Réfraction</i> Déviation, réflexion partielle. Angle limite, réflexion totale, applications (fibre optique, endoscopie). <i>Lentilles minces convergentes</i> Rayons remarquables, foyer, centre optique. Constructions géométriques des images. <i>Instruments d'optique</i> – à image réelle (appareil photographique ou appareil de projection) – à image virtuelle (loupe, miroirs plans) – œil : défauts et corrections

Conseils méthodologiques

Prévoir approximativement 8 leçons.

Le rayon lumineux est considéré comme un modèle de représentation.

Se contenter de la construction de l'image d'une source ponctuelle dans un miroir plan pour mettre en évidence le caractère virtuel de cette image.

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

La réfraction et la réflexion totale sont étudiées expérimentalement sans formuler la loi des sinus et sans introduire la notion d'indice de réfraction. Montrer le sens de la déviation et l'influence de la nature des milieux sur l'angle de réfraction et l'angle limite.

L'étude des lentilles minces convergentes se fait expérimentalement (mise en évidence des rayons remarquables passant par les foyers et le centre optique et mise en évidence d'images).

La construction de l'image doit essentiellement être utilisée pour résoudre des problèmes pratiques (mise au point dans un appareil photo...).

Expériences à réaliser

- Loi de la réflexion.
- Observation de l'image d'un objet dans un miroir plan.
- Observation de quelques paradoxes introduisant la réfraction.
- Observation d'une réfraction.
- Propagation de la lumière dans les lentilles (rayons remarquables, images).
- Modèle de l'œil.

D. Bibliographie

Physique
Hecht
De Boeck Université
ISBN 2-7445-0018-6

Physique 1 Mécanique
Resnick - Halliday
Editions du Renouveau Pédagogique
ISBN 2-7613-0011-4

Physique 2
Resnick - Halliday
Editions du Renouveau Pédagogique

Fundamental of Physics
Extended
Halliday, Resnick et Walker
ISBN 0-471-10559-7

Physique 1 - Mécanique
Harris Benson
De Boeck Université

Physique 2 - Electricité et magnétisme
Harris Benson
De Boeck Université

Physique générale 1
Mécanique et thermodynamique
Giancoli
Collection De Boeck Université

Programme de Physique de 4^e transition

ISBN 2-8041-1700-6

Physique générale 1
Mécanique
Giancoli
Collection De Boeck Université

Physique générale 2
Electricité et magnétisme
Giancoli
Collection De Boeck Université
ISBN 2-8041-1701-4

Physique générale 3
Ondes, optique et physique moderne
Giancoli
Collection De Boeck Université

L'évolution des idées en physique
Einstein et Léopold Infeld
Petite bibliothèque Payot

Les concepts du mouvement
Série HPP - tome I
Equipe IRP
ISBN 88509-076-4

L'univers mécanique
Luc Valentini
Editeur Hermann
ISBN 2-7056-6273-1 (à l'usage du professeur)

Physique 1
Mécanique et thermodynamique
Serway
Collection De Boeck Université
ISBN 2-8041-1604-2

Physique 2
Electricité et magnétisme
Serway
Collection De Boeck Université
ISBN-2-8041-1605-0

Physique 3
Optique et physique moderne
Serway
Collection De Boeck Université

La nature des lois physiques
Richard Feynman
Collection Marabout Université, n° 213

Cahiers de « Science et Vie »
Diffusion pour la Belgique
Press-abonnements SA
Avenue des Volontaires 103, boîte 11/12
1160 Bruxelles
n°2 - Galilée, la naissance de la physique moderne ;
n°12 - La physique géante, du gigantesque pour observer
l'infiniment petit ;
n°13 - Newton, le concepteur de la science moderne ;
n°21 - Kepler, le fondateur de l'astronomie moderne ;

Physical Science Study Committee avec le recueil d'expériences
La Physique, Dunod, Paris
1965 Educational Services Incorporated

Physics for scientists and engineers
Paul A. Tipler
W.H. Freeman and company/Worth publishers
ISBN 1-57259-673-2

Mémophysique : synthèse des formules et des lois essentielles de
la physique.
A Vande Vorst
De Boeck Université

Introduction à la physique, premier cycle.
A Vande Vorst
De Boeck Université.

Nouveau cours d'électricité pratique
Lignon et Fucks
Edition Delagrave.

Cours d'électricité, lois générales, courant alternatif par J Niard
1ère Technique industrielle
Edition Masson, 120, Bd Saint-Germain, Paris 6e

Quelques problèmes de biomécanique
A Bellemans
ISBN 2-930089-35-0

Stephen Hawking's universe
The cosmos explained
David Filkin
ISBN 0 563 38301 1

Dictionnaire de la Physique
Atomes et particules
Albin Michel
ISBN 2 226 11 462 9

Documents du C.A.F

Mécanique en 4^e.

Le nucléaire - centre technique
Energie nucléaire Yves Chelet (Sciences - Seuil)
Le nucléaire en question Luc Gillon (Duculot)
Promesses de l'atome Yves La Prairie et Jean Le Chatelier
(Fayard)
Dossier ONDRAF
Une femme honorable Françoise Giroud (livre de poche)

Guides des énergies renouvelables
Ministère de la région wallonne

Physique et société
Michel Wautelet
Presses Universitaires de Mons
Université de Mons-Hainaut
Sciences, technologies et société
Questions et réponses pour illustrer les cours de sciences
De Boeck
ISBN 2-8041-3579-9

Les cahiers du CeDoP

Précis de cinématique
C. Brans, M. Cornet, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L.
Gusman
ISBN 2-930089-15-6

Précis de dynamique - le mouvement de translation -
C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
ISBN 2-930089-30-x

Le mouvement oscillant et diverses applications en physique,
chimie, biologie et écologie
C. Brans, N. Coussaert, A. Dambremez, E. Forest, L. Gusman
avec la collaboration de A. Goldbeter et G. Gusman
ISBN 2-930089-53-9

Quelques adresses utiles :

C.A.F. (Centre d'Auto-Formation)
La Neuville1, 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

Logiciels

Maple V, release 5, student version, en vente aux Presses
universitaires de Bruxelles, av P. Héger, 42, 1000, Bruxelles,
☎ **02/** 649.97.80 au prix de 3150 Bef
Interactive Physics 2.5. logiciel conçu par Knowledge revolution,
15, Brush Place, San Francisco Ca 94103
☎ (415)553 8153
Ce logiciel est vendu en Belgique par la firme Holleen sprl
Breekezel, 20,3670 Meewen/Gruitrode
☎ **089/** 85.40.64
fax : **089/**85.71.80.
Cabri géomètre II

Ministère de l'Education Nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, Paris.

Texas instrument <http://www.ti.com.calc/>

Firmes, entreprises ou organismes fabriquant du matériel didactique ou diffusant des documents à caractères pédagogiques.

Liste non exhaustive de firmes et d'organismes susceptibles de fournir une documentation concernant des données techniques, des notions de base et de sécurité en électricité :

AIB/ VINCOTTE

Avenue André DRUART 29b
1160 BRUXELLES
02/674 57 11

A.N.P.I.

PARC SCIENTIFIQUE
1346 OTTIGNIES-LLN
010/41 87 12
"Eviter l'incendie chez soi"
"Se chauffer en toute sécurité"

CEBEC

Rodestraat 125
1630 LINKEBEEK
02/380 85 20

ELECTRABEL

Galerie Ravenstein 4 Bte 6
1000 BRUXELLES

VYNKIER

Nieuwevaart 51
9000 GENT
Mesures

SAMPOH -Belgium n.v.

Kernenergiestraat 47-49
2610 WILRIJK
03/827 22 87

Instruments de mesure de précision MITUTOYO

Diffuse des petits fascicules, notamment le
"Petit traité des principes de base de la mesure de précision" et
"Contrôle de qualité - manuel" présentant les méthodes
statistiques

Télécommunications

BELGACOM

Département relations publiques et service commercial
Boulevard E. Jacqmain 166
1210 BRUXELLES

On peut obtenir une importante documentation "grand public" sur
tous les produits et services offerts par BELGACOM

ELECTRICITE DE FRANCE
(Environnement - information)

Direction de l'Equipelement
Avenue de Wagram 22-30
75008 PARIS

INRS

rue Olivier Noyer 30
75660 PARIS CEDEX 14
"L'électricité, comment s'en protéger"

Véhicules électriques

CITELEC

Association européenne des villes intéressées par l'emploi des
véhicules électriques
Pleinlaan 2
1050 Bruxelles

Analyse chimique

COCKERILL SAMBRE

"Application à l'analyse chimique de l'interaction lumière-matière"
P. Kicq Cockerill Sambre 1991(Diffusé au cours du projet Espoir)
Instruments d'optiques

CANON BENELUX

10 Boulevard Lambermont
1030 BRUXELLES
02/242 11 82

Documentation sur objectifs et appareils photographiques

SCHOTT BELGILUX

Ikaroslaan 11
1930 ZAVENTEM
02/7193811

Programme de Physique de 4^e transition

Documentation sur fibres optiques et endoscopes

OMNILABO s.a.

17-19 Avenue Général Eisenhower
1030 BRUXELLES
02/245 22 90

Documentation sur microscopes et endoscopes

Carl ZEISS nv

Ikaroslaan, 9
1930 Zaventem

Documentation sur jumelles

PHYWE

Distributeur en Belgique:
Dimat
Hoge Kaart, 293
2930 Brasschaat

JEULIN

Distributeur en Belgique :

CARBO

rue des Palais 305
1210 BRUXELLES
02/242 85 32

(demander le catalogue de matériel didactique de physique et chimie)

PIERRON

Distributeur en Belgique :
Ets DEFRANCE
Bruyndonckxstraat 18
1780 WEMMEL

02/460 33 18

(demander le catalogue de matériel didactique de Sciences et techniques expérimentales)

LEYBOLD

SPRL DIDAC-SYSTEMS

Sterrebeekstraat 98

1930 Zaventem

02/725 02 65

Associations et centres

Association belge des professeurs de physique et chimie (A.B.P.P.C.)

Bulletin de l'A.B.P.P.C.

Union des physiciens (Paris)

Bulletin de l'Union des physiciens

44, Boulevard Saint-Michel

75270 Paris Cedex 06

Union des physiciens (UP)Belgique

L'ampoule : périodique trimestriel

Editeur responsable : Claire Hayez-Thirion

21, rue des Marchets, 5646, Stave

Président : Jean-Claude Van Hay

118, rue de Bransart, 5020, Malonne

Maison de la Science

22, quai Van Beneden

Programme de Physique de 4^e transition

(demander le catalogue de matériel didactique de physique avec une liste de prix)

VERNIER SOFTWARE

Internet : orders vernier.com, [http ://www.teleport.com/-vernier](http://www.teleport.com/-vernier)

8565 S.W. Beaverton-Hillsdale Hwy, Portland, OR 97225-2420

to order by phone, call (503)297-5317

4020 Liège

Renseignements et réservations :

☎ **04/ 366. 35.85.**

Expérimentarium

ULB, Campus de la Plaine

Bruxelles

Centre de documentation pédagogique CeDoP

CP 186, avenue F.D. Roosevelt, 150, 1050, Bruxelles

☎ **02/ 650.40.35.**

PASS

Parc d'attractions scientifiques

Rue de Mons, 3 7080 Frameries

070/22 22

52

www.pass.be

Musée des sciences et des techniques

Rue de Villers, 227 6010 Charleroi

www.ulb.ac.be/musees/parentville

Documents audiovisuels

Médiathèque de la Communauté Française de Belgique

Service audiovisuel
Place de l'Amitié, 18
1000 Bruxelles
02 / 737 18 11

Le catalogue complet des documents d'intérêt général reprend toutes les cassettes vidéo disponibles dans les maisons de la culture, avec un commentaire. Chaque établissement peut prendre un abonnement pour la location de ces documents (2500F pour 100 locations par an en 1992).

AGERS (administration générale de l'enseignement et de la recherche scientifique)

Rue Belliard, 9-13
1040 Bruxelles
02 213 59 11

www.agers.cfwb.be

programmes: AGERS, rue du Commerce, 68 A

1040 Bruxelles
02 500 48 11

Documents d'accompagnement des programmes précédents

Compétences du cours de Sciences : outils d'évaluation formative
Publié par la Direction Générale de l'Organisation des Etudes
43, rue de La Science
1040 Bruxelles, ISBN 2-87344-263-8

Physique 7 et physique 12.
publié par le CAF, 1, La Neuville, 4500, Tihange (Huy).

Documents d'accompagnement :
P.10.1. Travaux pratiques d'électricité, deuxième degré. Fascicule 1 : fiches de l'élève, 40 pages.
Fascicule 2 : fiches du professeur, 40 pages.
publié par le Centre Technique de Frameries, 2B, Route de Bavay, 1, 7080, Frameries.

Objectifs et évaluation, programme de 3e, 61 pages.
Document accompagnant le programme de 5^e rédigé par les professeurs de la Commission des programmes de physique
Document accompagnant le programme de 6^e rédigé par les professeurs de la Commission des programmes de physique
Publiés par le CAF, 1, La Neuville 4500, Tihange

