

Du programme officiel aux activités des élèves

Un outil pour la conception d'une séquence aux contenus scientifiques cohérents

par **Anne Marie MIGUET**

Lycée Saint-Exupéry - 69004 Lyon
Laboratoire ICAR-UMR5191, en détachement partiel à l'IFE
ammiguet@ac-lyon.fr

Hélène BASTARD

Lycée Jean-Paul Sartre - 69500 Bron

Annie MARTINACHE

Lycée Saint-Exupéry - 69004 Lyon

Stéphane PERREY

Lycée Brossolette - 69100 Villeurbanne

Valérie PIEL

Lycée La Martinière Duchère - 69009 Lyon

Tristan RONDEPIERRE

Lycée Descartes - 69230 St Genis Laval

Andrée TIBERGHEN

Université de Lyon-CNRS - UMR ICAR - Labex ASLAN
andree.tiberghien@univ-lyon2.fr

Patrick ROCHET et Jacques VINCE

Lycée Ampère - 69002 Lyon

NOTRE GROUPE produit des ressources d'enseignement en sciences physiques articulant pratiques professionnelles en lycée et recherche en didactique. Lors de la mise en place des nouveaux programmes, nous avons travaillé avec deux objectifs : produire de nouvelles séquences d'enseignement et élaborer une méthode générale d'aide à la conception de séquences. C'est cette méthode que nous présentons ici, et qui consiste en la démarche suivante :

- ◆ identifier les objectifs principaux d'apprentissage de la séquence et construire une carte conceptuelle du savoir enseigné à partir de l'analyse des notions et contenus en jeu et des conceptions et difficultés des élèves ;
- ◆ hiérarchiser les compétences exigibles du programme ;
- ◆ élaborer la structure fine de la progression.

Depuis plus de dix ans, notre groupe constitué d'enseignants en sciences physiques

et d'une chercheuse en didactique de la physique⁽¹⁾ produit des ressources d'enseignement et de formation qui articulent pratiques professionnelles dans les lycées et recherches en didactique. Au-delà des commentaires des nouveaux programmes (lettre à l'Inspection générale et Libre opinion dans *Le Bup* [1]), notre but est de proposer aux collègues des ressources qui tiennent compte des programmes officiels et des travaux de recherche en didactique.

Lors de la mise en place des nouveaux programmes de lycée, nous avons travaillé avec deux objectifs : produire de nouvelles séquences d'enseignement et élaborer une ressource plus générale d'aide à la conception de séquences.

Pour cela, nous nous sommes appuyés sur l'un des choix de construction de séquences mis en avant actuellement par la recherche en didactique : construire une hiérarchisation des objectifs et notions à atteindre et créer un scénario scientifique cohérent autour de ces quelques notions essentielles (big ideas). Nous nous sommes en particulier référés à un article, paru en 2011 dans le *Journal of Research in Science Teaching* [2], traitant de la formation d'enseignants à la conception de séquences et à la mise en œuvre de ces séquences. L'hypothèse d'apprentissage des sciences qui y est développée pose la nécessité de construire des liens et de les expliciter, entre connaissances de même type comme entre différents concepts, mais aussi entre connaissances de statuts différents [3], comme connaissances de la vie quotidienne et connaissances de la physique. Ceci permet de prendre en compte ce que pensent les élèves.

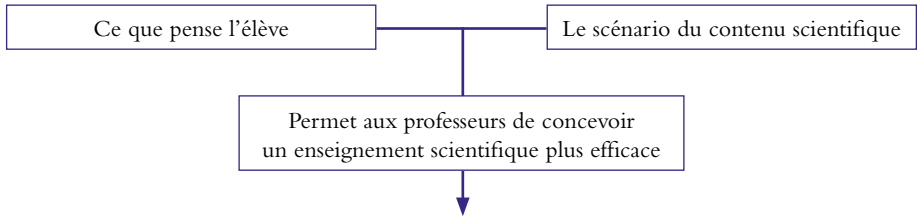
Nos précédents travaux ont toujours visé cette prise en compte. Elle fait partie de notre cahier des charges⁽²⁾ pour la rédaction d'activités, qui selon nous doivent favoriser :

- ◆ les prévisions des élèves sur les situations d'études ;
- ◆ l'expression des idées des élèves sur le sujet traité, en lien avec leurs connaissances quotidiennes et avec ce qu'ils ont appris antérieurement en physique ;
- ◆ la remise en question des idées des élèves, éventuellement par la mise à l'épreuve expérimentale ;
- ◆ la construction de nouvelles idées en physique dans une variété de contextes ;
- ◆ la construction de liens entre ces nouvelles idées.

Lors de la conception de nos nouvelles séquences, nous avons aussi cherché à mettre en place des stratégies pour créer un scénario au contenu scientifique cohérent. Cette méthodologie contraint à envisager la conception d'une séquence avec deux types de regards complémentaires : la prise en compte des idées des élèves et des processus d'apprentissage ainsi que la mise au point d'un contenu scientifique structuré et cohérent comme on peut le voir dans le tableau 1 (cf. page ci-contre)

(1) Groupe sesames financé par l'IFÉ, travaillant au sein de l'UMR ICAR à Lyon.

(2) http://pegase.ens-lyon.fr/theme.php?rubrique=2&id_theme=65



Stratégies pour susciter, soutenir et remettre en question ce que pensent les élèves	Stratégies pour créer un scénario du contenu scientifique cohérent
Susciter les idées et les prévisions des élèves.	Identifier un objectif principal d'apprentissage.
Poser des questions pour sonder les élèves et remettre en question leur point de vue.	Définir le but à l'aide d'énoncés d'objectifs et se concentrer sur des questions.
Engager les élèves à interpréter et raisonner sur les données et les observations	Choisir des activités qui sont adaptées à l'objectif d'apprentissage.
Engager les élèves à utiliser et appliquer de nouvelles idées dans une variété de contextes et de diverses manières.	Fournir aux élèves des occasions d'utiliser des représentations (analogies, métaphores, représentations visuelles...) du contenu adaptées à l'objectif d'apprentissage.
Engager les élèves à « établir des liens » en faisant des travaux de synthèse et des résumés.	Faire des liens entre les idées scientifiques du contenu et les activités.
	Ordonner les idées clés des séquences et les activités de façon appropriée.
	Résumer et synthétiser les idées clés.

Tableau 1 - Voir l'enseignement scientifique à travers deux lentilles différentes (d'après Roth et al. [2]).

La démarche nous semblait d'autant plus pertinente que les programmes des filières générales (niveaux seconde, première S et terminale S) ne présentent aucune hiérarchisation des connaissances, ni mise en relief d'objectifs et de notions importantes. Ils ne favorisent pas non plus, à cause de leur longueur, la construction de liens entre connaissances de statuts différents concernant une même notion. Par conséquent, les programmes actuels n'étant pas élaborés avec ce double regard qui caractérise notre travail, ce dernier s'avère d'autant plus utile pour aider les enseignants qui les mettent en œuvre dans leurs classes.

Enfin, nos hypothèses sur l'apprentissage de la physique nous conduisent également à donner un statut particulier à l'activité de modélisation. Les ressources d'enseignement que nous mettons au point sont toutes constituées d'une part d'activités, d'autre part d'un modèle qui permet de présenter sur un unique document un contenu

physique cohérent. On pourra consulter de nombreux exemples sur le site *PEGASE*⁽³⁾.

Nous avons travaillé en particulier sur la partie concernant l'énergie du programme de première S, et sur les parties sur les ondes et la mécanique du programme de terminale S. À l'issue de ces phases de travail, nous avons mis au point une méthodologie pour la conception de nos séquences, méthodologie en trois étapes que nous présentons ici.

1. IDENTIFICATION DES OBJECTIFS PRINCIPAUX D'APPRENTISSAGE

Dans cette étape, nous commençons par faire l'analyse de la partie du programme officiel concernant la séquence à construire : notions et contenus, compétences exigibles et commentaires sont passés au crible afin d'avoir une vision exhaustive du savoir en jeu dans la séquence. À ce stade, une première mise en lien des concepts clés est faite, tout comme un premier repérage des notions implicites, mais nécessaires.

Ensuite, nous analysons les conceptions et les difficultés des élèves sur le savoir en jeu. Ces deux analyses nous permettent de construire une carte conceptuelle du savoir enseigné, qui représente les concepts en jeu, ainsi que les liens entre ces concepts. Dans le cas d'une partie présentant de nombreuses difficultés pour les élèves comme la partie de mécanique de terminale S, nous établissons également une carte conceptuelle qui présente à la fois le savoir enseigné et les difficultés des élèves.

Une fois ce travail d'analyse globale de la séquence terminé, nous définissons quelques objectifs principaux d'apprentissage (c'est-à-dire deux ou trois au maximum).

Ces objectifs seront le fil conducteur de toute la séquence : ils participeront donc de façon structurante à sa cohérence et contraindront la hiérarchisation future des compétences. Nous donnons dans la figure 1 (cf. page ci-contre), les objectifs principaux ainsi que la carte conceptuelle du savoir enseigné pour la mécanique en terminale S.

Objectifs principaux

1. Savoir décrire un mouvement et décrire une situation en termes de forces.
2. Savoir faire le lien entre mouvement et forces (lois de Newton) sur les situations suivantes :
 - mouvement dans des champs de pesanteur et électrostatiques uniformes ;
 - mouvement circulaire d'un satellite et d'une planète.

(3) <http://pegase.ens-lyon.fr>

Carte conceptuelle - Analyse du savoir enseigné

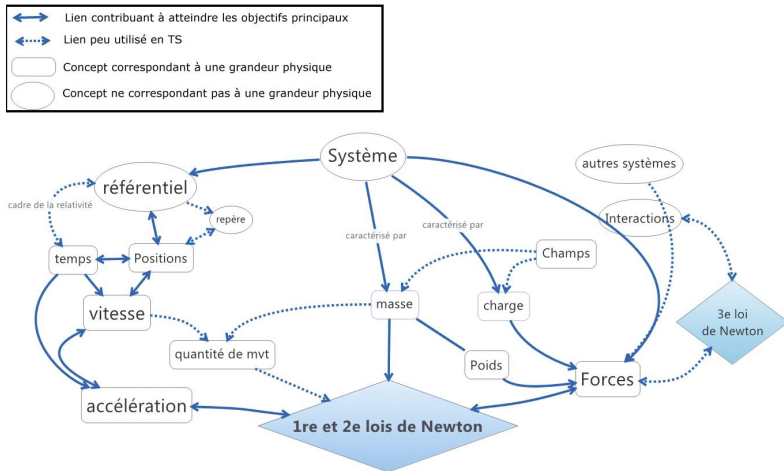


Figure 1 - Mécanique en terminale S - Temps, cinématique et dynamique newtoniennes : objectifs principaux et carte conceptuelle.

Cette phase de définition des objectifs principaux n'est pas toujours simple, en particulier lorsque le programme met en jeu de nombreuses notions sur le même plan ou lorsque le programme ne délimite pas suffisamment le savoir en jeu et qu'il faut faire des choix pour le délimiter nous-mêmes.

Ainsi, pour la mécanique en terminale S, le concept de quantité de mouvement ne figure pas dans nos objectifs principaux, en cohérence avec la carte conceptuelle du savoir enseigné, bien qu'il apparaisse dans le programme sur le même plan que l'exploitation des lois de Newton par exemple. Nous avons, en effet, fait ce choix parce que la quantité de mouvement est un concept complètement nouveau pour les élèves et que son utilisation dans le programme nous apparaît anecdotique. D'autant que les concepts de mécanique, dont l'apprentissage est difficile pour les élèves, sont déjà suffisamment nombreux (cf. figure 2, page ci-après) et demandent un temps d'apprentissage conséquent. Un regard exclusivement « de physicien » nous aurait conduits à donner un statut bien plus important à la quantité de mouvement. C'est le regard sur l'apprentissage qui nous a contraints à faire ce choix : les deux regards sont indispensables.

Enfin, cette carte permet de repérer les concepts et les liens en jeu lors de l'étude de différentes situations matérielles. Des exemples dynamiques sont disponibles en ligne⁽⁴⁾.

(4) <http://groupe.sesames.free.fr/Cartes/Meca/cartes.html>

Carte conceptuelle - Analyse du savoir enseigné et difficultés des élèves

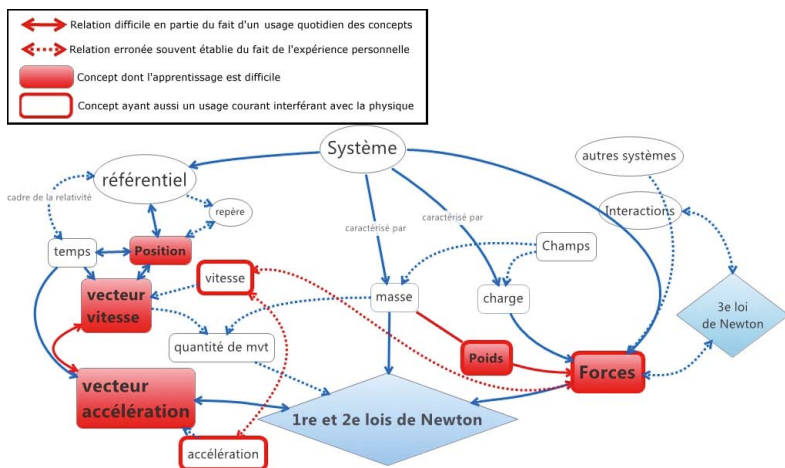


Figure 2 - Mécanique en terminale S - Temps, cinématique et dynamique newtoniennes.

Remarque : Une flèche bleue ne signifie pas que la relation à établir n'est pas difficile.

Cette phase nécessite également des renoncements en termes de situations d'étude et de liens entre connaissances à construire, qu'il faudra assumer par la suite avec les élèves. Par exemple, la mise en œuvre des lois de Newton ne sera faite que pour les situations relatives à notre deuxième objectif principal. Toutes les autres situations d'études seront écartées. Ce travail de renoncement n'est pas toujours évident et peut générer un conflit entre le physicien et le pédagogue que nous essayons d'être auprès de nos élèves.

Finalement, cette première étape de notre démarche qui consiste à identifier et choisir des objectifs principaux d'apprentissage d'une séquence donnée résulte :

- de l'analyse du savoir en jeu ;
- de l'analyse des conceptions et des difficultés des élèves sur le savoir en jeu ;
- des choix éventuels faits par le groupe quand le programme est trop peu précis ;
- de la durée dont on dispose pour l'enseignement de la séquence.

Nous donnons dans l'annexe 1, les résultats de notre travail d'analyse et d'identification des objectifs principaux d'apprentissages pour les séquences sur l'énergie en première S et sur les ondes en terminale S.

2. HIÉRARCHISATION DES COMPÉTENCES EXIGIBLES DU PROGRAMME

Dans une deuxième étape, nous hiérarchisons les compétences exigibles du programme à partir des objectifs principaux d'apprentissage et de notre analyse du savoir. Pour cela, nous utilisons trois niveaux :

- ◆ Trois étoiles (★★★) pour une compétence structurante, indispensable pour atteindre un des objectifs principaux d'apprentissage.
- ◆ Deux étoiles (★★) pour une compétence qui renforce une compétence structurante ou utile à la construction d'une compétence structurante.
- ◆ Une étoile (★) pour une compétence n'ayant pas de lien direct avec une compétence structurante et avec les objectifs principaux.

Cette hiérarchisation donne du relief aux différentes compétences du programme en fonction du savoir en jeu et des conceptions des élèves. Elle constitue un outil utile pour la préparation détaillée de la séquence, dont l'étape suivante est l'élaboration de la structure fine de la progression.

Le tableau 2 (cf. page ci-après) montre la première partie du programme de mécanique en terminale S, après hiérarchisation.

Nous avons choisi de ne pas prendre en charge la première compétence dans notre séquence, car elle est sans lien avec nos objectifs principaux que nous avons déjà du mal à atteindre dans le temps imparti. Bien sûr, elle sera à prendre en charge par le professeur avec sa classe, par exemple en utilisant une activité documentaire de son choix.

Nous retrouvons dans cette hiérarchisation le fait que le concept de quantité de mouvement ne figure pas dans nos objectifs principaux et n'est pas utile au renforcement ou à la construction d'une compétence structurante. Nous avons donc attribué une étoile seulement à la compétence 4. En revanche, la troisième compétence est une compétence indispensable pour atteindre notre objectif principal « savoir décrire un mouvement » et nous lui avons donc attribué trois étoiles. Il est intéressant de noter qu'aucune compétence exigible du programme ne permet d'atteindre notre objectif principal « savoir décrire une situation en termes de forces ». Or les élèves auront besoin d'utiliser le poids, les forces de gravitation, les forces électriques et les forces de frottement (calcul du travail d'une force de frottement) et aussi de savoir faire un inventaire des forces pour appliquer la deuxième loi de Newton. Cela nous a conduits à inclure deux activités sur les forces dans notre séquence, bien qu'aucune compétence exigible ne soit explicitée sur ce point.

Nous donnons dans l'annexe 2, notre hiérarchisation des compétences relatives aux séquences sur l'énergie en première S et sur les ondes en terminale S.

Notions et contenus	Compétences exigibles	
	1. Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde.	
Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.	2. Choisir un référentiel d'étude.	★
	3. Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération.	★★★
Référentiel galiléen ♦ Lois de Newton.	4. Définir la quantité de mouvement d'un point matériel.	★
	5. Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes.	★★★
	6. Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.	★★
Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé.	7. Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.	★
Mouvement d'un satellite ♦ Révolution de la Terre autour du Soleil.	8. Démontrer que, dans l'approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d'un satellite, d'une planète, est uniforme ; établir l'expression de sa vitesse et de sa période.	★★★
Lois de Kepler.	9. Connaître les trois lois de Kepler.	★
	10. Exploiter la troisième dans le cas d'un mouvement circulaire.	★★★

Tableau 2 - Mécanique terminale S - Hiérarchisation des compétences.

3. ÉLABORATION DE LA STRUCTURE FINE DE LA PROGRESSION

Dans cette phase, qui constitue la troisième et dernière étape de notre démarche d'analyse, nous choisissons les activités qui vont constituer la séquence ainsi que leur enchaînement et leur articulation avec le modèle, construit en même temps que la séquence.

Le choix des activités se fait d'abord en fonction de l'analyse effectuée précédemment (objectifs principaux et hiérarchisation des compétences) puis en fonction de plusieurs autres critères qui peuvent se situer à des niveaux très différents, comme :

- ◆ la possibilité de l'expression et de la remise en question des idées initiales des élèves ;
- ◆ le déclenchement d'un questionnement chez l'élève ;
- ◆ l'introduction d'une nouvelle notion et/ou le réinvestissement de notions en jeu dans l'activité précédente ;
- ◆ la faisabilité matérielle de l'activité...

Le choix de l'enchaînement des activités se fait lui aussi d'abord en fonction de l'analyse effectuée précédemment et en particulier de la prise en compte de la carte conceptuelle, mais d'autres critères interviennent dont les deux plus importants :

- ◆ l'ordre du programme et/ou celui du manuel des élèves ;
- ◆ la succession des heures en classe entière et en demi-classe, différente d'une année à l'autre.

La séquence finalement construite constitue une progression parmi tout un ensemble de progressions possibles, présentant des avantages et des inconvénients différents selon les critères utilisés, mais proposant toutes un scénario au contenu scientifique cohérent qui prend en compte ce que pensent les élèves. À ce stade, la séquence se présente sous la forme d'un enchaînement d'activités. Pour chaque activité, nous définissons son objectif, son titre⁽⁵⁾, la situation matérielle d'étude, sa trame et son articulation avec le modèle.

Il reste ensuite à écrire dans le détail chacune des activités ainsi que le modèle.

CONCLUSION

La démarche que nous effectuons à partir du programme officiel est nécessaire pour expliciter les notions essentielles du point de vue de l'apprentissage et permet de « donner du relief » au programme qui liste toutes les compétences sans préciser leur

(5) Lorsque c'est possible, nous utilisons deux titres pour une activité :

- le premier décrit la situation étudiée et se situe au niveau des objets et des événements ;
- le second, établi en fin d'activité avec les élèves, indique les notions en jeu et se situe au niveau du modèle.

importance pour la cohérence de l'ensemble. Elle constitue à nos yeux un préliminaire indispensable dans la construction d'une séquence. La méthodologie proposée pour la conception de séquences nous paraît donc particulièrement intéressante en tant qu'outil de conception de séquences efficaces du point de vue de l'enseignement.

Néanmoins, cette démarche est longue et complexe. En effet, elle nécessite des connaissances didactiques et des échanges nombreux entre enseignants sur leurs pratiques et leurs choix pédagogiques, dont l'explicitation est un point essentiel du travail de collaboration. En ce sens, même si elle constitue un outil en tant que tel pour l'enseignant, cette démarche n'est pas facile à mettre en œuvre dans son intégralité par un professeur seul.

En revanche, le résultat de notre travail d'analyse selon cette démarche qui présente les objectifs principaux et la hiérarchisation des compétences d'une partie donnée du programme nous semble être un outil utile et d'appropriation aisée pour les professeurs qui ont à construire une séquence sur cette même partie.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Groupe Sesames-Physique : H. Bastard, A. Martinache, A. M. Miguet, S. Perrey, V. Piel, T. Rondepierre et J. Vince, « Programme de terminale S : nos constats, nos difficultés, nos inquiétudes... », *Bull. Un. Prof. Phys. Chim.*, vol. 107, n° 951, pp. 227-231, février 2013.
- [2] K. J. Roth, H. E. Garnier, C. Chen, M. Lemmens, K. Schwille and N. I. Z. Wickler, "Videobased lesson analysis : Effective science professional development for teacher and student learning", *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), pp. 117-148, 2011.
- [3] P. Gaidioz, J. Vince et A. Tiberghien, « Aider l'élève à comprendre le fonctionnement de la physique et son articulation avec la vie quotidienne », *Bull. Un. Prof. Phys. Chim.*, vol. 98, n° 866, pp. 1029-1042, juillet-août-septembre 2004.

Annexe 1

Exemples d'objectifs principaux

Énergie en première S : Formes et principe de conservation de l'énergie -
Convertir l'énergie et économiser les ressources

Objectifs principaux

1. Savoir que l'énergie peut prendre différentes formes et qu'elle est caractérisée par ses propriétés de conservation, stockage et transfert.
 - Quelle que soit sa forme, la grandeur énergie s'exprime en joules.
 - Distinguer puissance et énergie.
2. Analyser une situation d'un point de vue énergétique à l'aide de la notion de rendement.
3. Connaître et utiliser un critère d'énergie renouvelable.

Ondes en terminale S : Ondes et particules - Caractéristique des ondes -
Propriétés des ondes

Objectifs principaux

1. Savoir ce qu'est une onde et comment on la caractérise (donner du sens aux grandeurs associées).
2. Savoir reconnaître expérimentalement les phénomènes associés (propriétés caractéristiques) :
 - diffraction ;
 - interférence ;
 - effet Doppler.

Annexe 2

Exemples de hiérarchisation de compétences

Énergie en première S : Formes et principe de conservation de l'énergie		
Notions et contenus	Compétences exigibles	
Énergie d'un point matériel en mouvement dans le champ de pesanteur uniforme : énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur, conservation ou non-conservation de l'énergie mécanique ♦ Frottements ; transferts thermiques ; dissipation d'énergie.	Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre.	★
	<i>Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.</i>	★
Formes d'énergie	Connaître diverses formes d'énergie.	★★★
Principe de conservation de l'énergie ♦ Application à la découverte du neutrino dans la désintégration.	Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.	★★★

Convertir l'énergie et économiser les ressources		
Notions et contenus	Compétences exigibles	
Ressources énergétiques renouvelables ou non ; durées caractéristiques associées ♦ Transport et stockage de l'énergie ; énergie électrique.	Recueillir et exploiter des informations pour identifier des problématiques : – d'utilisation des ressources énergétiques ; – du stockage et du transport de l'énergie.	★★
	Argumenter en utilisant le vocabulaire scientifique adéquat.	★★
Production de l'énergie électrique ; puissance ♦ Conversion d'énergie dans un générateur, un récepteur ♦ Loi d'Ohm ♦ Effet Joule ♦ Notion de rendement de conversion.	Distinguer puissance et énergie. Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie.	★★★
	Connaître et comparer des ordres de grandeur de puissances.	★
	Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation.	★★★
	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour :</i> – <i>mettre en évidence l'effet Joule ;</i> – <i>exprimer la tension aux bornes d'un générateur et d'un récepteur en fonction de l'intensité du courant électrique.</i>	★
	Recueillir et exploiter des informations portant sur un système électrique à basse consommation.	★★

Ondes en terminale S : Ondes et particules		
Notions et contenus	Compétences exigibles	
Rayonnement et dans l'univers ♦ Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.	Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers.	★
	Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.	★
Les ondes dans la matière ♦ Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter.	Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.	★★
Niveau d'intensité sonore.	Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.	★
Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (photons, particules élémentaires ou non).	Extraire et exploiter des informations sur des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations et sur un dispositif de détection.	★
	<i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection</i>	★
Caractéristiques des ondes		
Ondes progressives ♦ Grandeurs physiques associées ♦ Retard.	Définir une onde progressive à une dimension.	★★★
	Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).	★★
	<i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</i>	★★
Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.	Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.	★★★
	Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.	★★★
	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</i>	★★★
Ondes sonores et ultrasonores ♦ Analyse spectrale ♦ Hauteur et timbre.	<i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i>	★

<i>Propriétés des ondes</i>		
Diffraction ♦ Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.	Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle.	★★
	Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$.	★
	Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction.	★★★
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i>	★★
Interférences.	Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.	★★★
Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i>	★★
Effet Doppler.	<i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i>	★
	Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.	★
	Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.	Non traité

**Anne Marie MIGUET***Professeur de sciences physiques*

Lycée Saint-Exupéry

Lyon (Rhône)

Laboratoire ICAR-UMR5191

En détachement partiel à l'IFÉ de septembre 2011 à juin 2013



Hélène BASTARD
Professeur de sciences physiques
Lycée Jean-Paul Sartre
Bron (Rhône)



Annie MARTINACHE
Professeur de sciences physiques
Lycée Saint-Exupéry
Lyon (Rhône)



Stéphane PERREY
Professeur de sciences physiques
Lycée Brossolette
Villeurbanne (Rhône)



Valérie PIEL
Professeur de sciences physiques
Lycée La Martinière Duchère
Lyon (Rhône)



Tristan RONDEPIERRE
Professeur de sciences physiques
Lycée Descartes
Saint-Genis Laval (Rhône)



Andrée TIBERGHIE
Chercheur
CNRS en didactique de la physique
Laboratoire ICAR-UMR5191
Ville (Département)



Patrick ROCHET
Professeur de sciences physiques
Lycée Ampère
Lyon (Rhône)



Jacques VINCE
Professeur de sciences physiques
Lycée Ampère
Lyon (Rhône)