

Modèle en physique ?

Compétence travaillée : (Élaborer) S'approprier et/ou choisir et utiliser un modèle adapté.
Thème d'appui à l'activité : Objet en chute dans le champ de pesanteur local.
Support de l'activité : Deux séances de 1 h qui peuvent être menées à la suite (procédure conseillée), s'appuyant sur des documents et des questionnaires.
Résumé : Compte tenu du sous-titre « <i>Lois et modèle</i> »s du thème « <i>COMPRENDRE</i> » du programme de première S, voici deux activités pour : <ul style="list-style-type: none">- Réfléchir sur l'objet des sciences physiques, notamment la notion de modèle à partir d'une activité proposée par le groupe SESAMES de l'INRP.- Approfondir cette réflexion en posant un regard critique sur différents modèles décrivant la chute d'un objet pour devenir capable de choisir un modèle opérant.
Mots clefs : théorie, modèle, modélisation, limite et validité d'un modèle, modèle opérant.
Auteur et établissement : Philippe Chevallier et Cédric Bergeras, Lycée Rotrou à Dreux (pour la séance 2). Les activités proposées lors de la séance 1 sont issues des travaux du groupe SESAMES (Situations d'Enseignement Scientifique : Activités de Modélisation, d'Évaluation, de Simulation), groupe de recherche et de développement composé d'enseignants de sciences physiques, et de chercheurs en didactique de l'UMR ICAR : Unité Mixte de Recherche 5191 (Université Lyon 2, CNRS, IFÉ (ex INRP) , ENS-Lyon). Les ressources produites sont disponibles sur le site PEGASE .

Présentation

Les deux séances d'accompagnement personnalisé présentées dans le document « modèle en sciences physiques_fiche élève » ont pour objectif de permettre à l'élève de se construire la notion de « modèle ». L'intérêt de l'accompagnement personnalisé est ici de mettre à disposition ce temps de fabrication la notion de *modèle* sans prendre sur le précieux temps de cours, et ce, dans une ambiance de travail libérée de l'enjeu de l'évaluation (thème étudié à la frontière du programme).

Cette notion de *modèle*, loin d'être simple, mérite selon nous, de se rappeler les repères théoriques utilisés dans ces séances d'accompagnement personnalisé. C'est l'objet de la partie « **Quelques repères pour l'enseignant** » dont le texte est issu des travaux du groupe SESAMES¹.

La **première séance** est directement extraite de ce que le groupe SESAMES avait proposé pour introduire la *physique* et la notion de *modèle* en classe de seconde dans le cadre du précédent programme.

Si les entrées thématiques du programme de seconde actuel invitent moins à questionner les élèves sur leur vision de ce qu'est la *physique*, le programme de première S le demande quasi-explicitement en précisant que « l'enseignement de la physique-chimie au cycle terminal permet la construction progressive et la mobilisation du corpus de connaissances et de méthodes scientifiques de base de la discipline, en s'organisant autour des grandes étapes de la démarche scientifique : **l'observation, la modélisation, et l'action sur le réel**, [...] »².

La **seconde séance** est une mise en application des réflexions menées lors de la première séance d'abord collée à une situation physique claire qui s'en écarte peu à peu pour amener les questions plus générales que la notion de *modèle* pose aux élèves. Proposant du vocabulaire pour écarter l'élève de la pensée rapide qu'un modèle enseigné est « faux » si il ne traduit pas la réalité des observations, elle tente d'ouvrir l'élève apprenti-physicien à la discussion critique et raisonnée à propos du choix d'un modèle au dépend d'un autre.

Durée et position dans la progression

Ces deux séances d'accompagnement personnalisé sont prévues pour durer une heure chacune.

La première séance d'introduction est prévue pour une demi-classe avec un débat autour des remarques des élèves concernant leurs réponses et leur questionnement. Elle trouverait sa place dans la progression à plusieurs endroits :

- comme première séance d'accompagnement personnalisé de l'année
- comme début de la seconde partie :

COMPRENDRE
Lois et modèles

Quelles sont les causes physiques à l'œuvre dans l'Univers ? Quelles interactions expliquent à la fois les stabilités et les évolutions physiques et chimiques de la matière ? Quels modèles utilise-t-on pour les décrire ? Quelles énergies leur sont associées ?

La seconde séance aurait intérêt à suivre chronologiquement la première afin de profiter de la réflexion entamée lors de la première séance. Mais elle peut également jouer le rôle d'illustration dans cette seconde partie du sous-thème *Champs et forces*, pour l'item *Champ de pesanteur local*.

But général

L'idée est tout d'abord de permettre à l'élève de se poser des questions sur la physique comme discipline scolaire et scientifique (y compris d'aborder la question de sa place dans la société). Il s'agit aussi d'aborder le fonctionnement de la physique et, en particulier la modélisation, à partir d'une narration historique. Puis partant d'une situation nouvelle recouvrant plusieurs modélisations possibles, inviter l'élève à s'approprier un modèle en lui faisant effectuer des aller-retour « situation réelle-modélisation » puis le guider dans le choix de tel modèle plutôt que tel autre.

¹ Doc. prof « Qu'est-ce que la physique » par le groupe SESAMES : (lien valide au 31 mars 2012) : http://pegase.inrp.fr/data/rubENS/theme35/docparties/2partA_C1_PR.pdf

² <http://www.education.gouv.fr/cid53327/mene1019556a.html>

Quelques repères pour l'enseignant³

Ce qui suit concerne directement la séance 1 mais est nécessaire pour le guidage de la séance 2. Il s'agit d'extraits de la publication du groupe SESAMES³.

« [...] Différents travaux de recherche ont déjà étudié [la notion de modèle et la représentation qu'en ont les élèves] et certaines des formulations que nous avons proposées sont issues de ces travaux.

Un travail de DEA effectué dans notre équipe a en particulier montré que des élèves de début de seconde sont capables d'avoir un avis sur les modèles en physique, leurs fonctions, leur évolution ou encore la façon dont ils sont accrédités par la communauté scientifique.

Ces résultats, ainsi que l'expérience d'enseignement dont dispose le groupe SESAMES autour d'un enseignement basé sur l'activité de modélisation, nous invitent à formuler l'hypothèse suivante : le professeur a tout intérêt à définir et/ou caractériser le plus tôt possible dans l'année la notion de modèle en physique et l'activité de modélisation. Cette caractérisation se fera petit à petit et prendra du sens au cours de l'année, au fur et à mesure de l'utilisation de modèles. Donner des outils sur le fonctionnement de la physique, en particulier du point de vue de la modélisation, peut, outre la prise de conscience du fonctionnement de la physique, permettre à l'élève de mieux prendre conscience de ce qu'on attend de lui en physique et l'aider à prendre conscience de ses propres apprentissages.

Proposer quelques définitions possibles du modèle en physique permet d'amorcer un débat avec les élèves. *Attention, certaines propositions peuvent être difficiles à comprendre pour les élèves. Selon les classes, on pourra choisir de ne pas proposer cette question aux élèves.*

Même si on devra donner des repères clairs aux élèves à ce sujet à l'issue de l'activité 2, il est important de bien les rassurer en ne théorisant pas trop le débat et en leur indiquant que l'idée qu'ils vont se faire d'un modèle en physique va s'enrichir tout au long de l'année de seconde ou du lycée. Il est également possible de discuter des différentes propositions à partir d'un exemple simple comme par exemple celui du modèle adopté pour la forme de la terre, plate ou ronde [...].

Du côté des professeurs...

Réponses du même échantillon (N=188) à la question 2 [de l'activité 1] (Indiquez dans les cases correspondantes, par ordre de préférence, les 3 définitions avec lesquelles vous êtes le plus d'accord (1 pour la meilleure proposition, etc.)).

Pour vous, un modèle en physique, c'est :

	Position 1	Position 2	Position 3	Jamais cité	Notre point de vue
Un élément d'une théorie utilisé en science	4 %	9 %	17 %	70 %	1
Une situation idéale de référence	11 %	16 %	18 %	55 %	
Une façon de décrire quelque chose de réel à l'aide d'éléments théoriques	48 %	22 %	15 %	15 %	2
Une simplification du réel	17 %	23 %	28 %	32 %	3
Une représentation du réel à l'aide de schémas et de formules	19 %	30 %	21 %	30 %	

Tentative de définition du modèle en physique ...

Si on laisse de côté les sens et usages courants du terme *modèle* (objet de référence, figure à reproduire, top-modèle...), afin de tenter de définir un modèle dans l'enseignement de la physique, nous devons partir de quelques repères épistémologiques. Si l'on accepte que la physique peut être vue comme un ensemble de connaissances visant à décrire, interpréter et prévoir le comportement des objets inanimés, alors il convient de distinguer deux « pôles » dans l'activité du physicien, que ce soit au laboratoire ou à l'école : d'un côté un champ empirique, ensemble des objets et situations matérielles susceptibles d'être étudiés, de l'autre des structures théoriques, faisant souvent appel à l'abstraction et au formalisme mathématique.

³ Doc. Prof groupe SESAMES p 4 à 7.

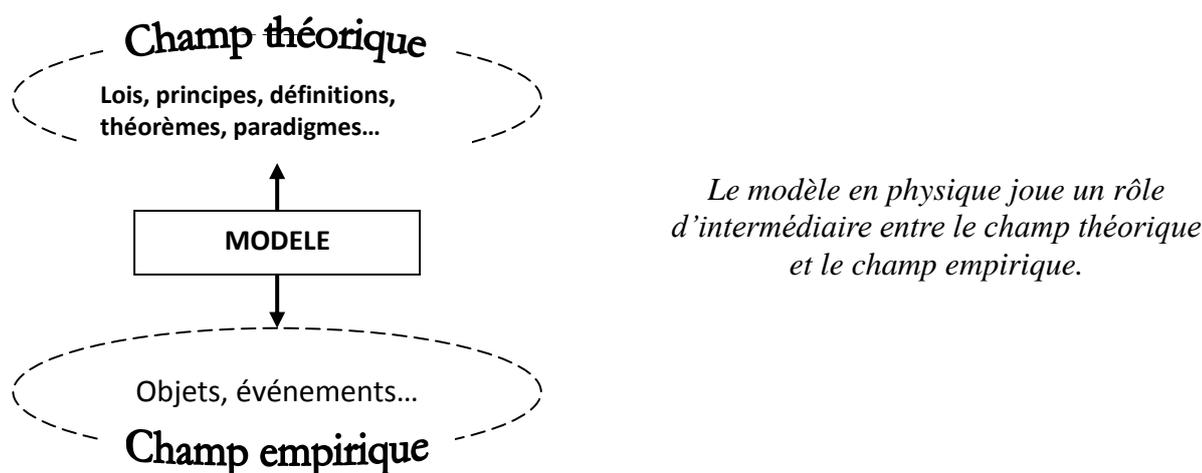
On peut, pour approfondir ceci, citer le *Trésor, dictionnaire des sciences*⁴ :

« Employé abondamment dans les sciences et les techniques contemporaines, le terme « modèle » recouvre des usages si variés qu'il apparaît vide de sens. Et pourtant il demeure un intermédiaire indispensable à beaucoup : le modèle s'interpose entre les phénomènes et l'interprétation que la science en donne » (page 599).

Ou encore, dit de façon plus ardue mais plus précise selon l'épistémologue Suzanne Bachelard :

"Le modèle, dans son acceptation la plus abstraite, fonctionne d'une manière ostensive et le modèle, dans son acceptation la plus concrète de modèle visualisable, laisse transparaître la dominante théorique. [...] nous avons insisté sur le caractère abstrait-concret de la fonction de modélisation en nous référant aux deux bords extrêmes du spectre du concept de modèle, [...] en suggérant qu'il y a dans toute espèce de modèle, une bipolarité du théorique et de l'ostensif." Bachelard⁵ (1979) p.8.

On peut résumer ceci par le schéma suivant :



Si le modèle permet de décrire et d'interpréter le monde matériel à l'aide d'éléments théoriques, il ne peut pas décrire toutes les propriétés du réel. Citons Bachelard :

"Il **représente** non pas les propriétés du réel, mais seulement **certaines propriétés**. Il a une **fonction sélective** des données de l'expérience ; il sépare le pertinent du non-pertinent par rapport à la problématique considérée. Il est un instrument d'intelligibilité d'un réel dont la complexité des propriétés ne permet pas l'entière compréhension par la science : disons de façon plus explicite qu'en physique par exemple, la modélisation, par la sélection des données, par la considération exclusive de certains paramètres, par la précision d'hypothèses simplificatrices, permet la mise en œuvre de la mathématisation." (Bachelard, S. ,1979 p.9, c'est nous qui mettons en gras).

Modèle ou théorie ?

Nous ne souhaitons pas entrer de façon détaillée dans ce débat épistémologique complexe.

« Du fait de son caractère hypothétique et partiel, le modèle n'a pas de prétention à l'exclusivité ; à la différence de la théorie, il admet de coexister avec d'autres modèles concurrents. Cette multiplicité de modèles concomitants peut même être féconde » (*Le Trésor*). On peut même ajouter que les modèles ne sont pas forcément concurrents mais peuvent être complémentaires (pensons à l'interprétation de la situation pile-ampoule soit par le modèle de l'électrocinétique, soit par un modèle énergétique).

Le modèle découle d'une théorie (ce qui justifie que nous préférons la première proposition du questionnaire ci-dessus), et son élaboration se fait en fonction de la situation à étudier et de la question posée.

⁴ Le trésor, Dictionnaire des sciences, sous la direction de Michel Serres et Nadia Farouki, Flammarion

⁵ Bachelard S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles, in Delattre P. et Thellier M. (eds.), *Elaboration et justification des modèles*. Maloine éditeur.

Le professeur pourra garder à l'esprit la proposition suivante qui permet de distinguer modèle et théorie, distinction relativement classique dans la littérature épistémologique et qui aura son importance pour la pratique enseignante :

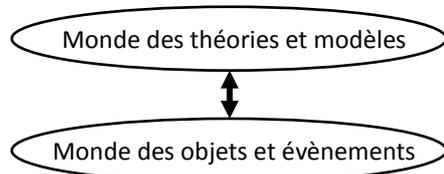
- la théorie a une valeur explicative d'observations très diverses les unes des autres, explication validée par les faits ; c'est le cas de la théorie de la mécanique newtonienne
- le modèle a une valeur descriptive et interprétative pour un ensemble donné de situations, en nombre plus restreint que celles expliquées par une théorie. C'est un outil pour représenter et faire fonctionner la ou les théories auxquelles il est lié. En ce sens il constitue la composante "opératoire" de la théorie. C'est le cas par exemple du modèle de la chute libre. Un modèle est exprimé par des représentations symboliques variées

Le fait est que dans l'enseignement secondaire, une théorie dans son ensemble n'est quasiment jamais objet d'enseignement. Les élèves doivent être capables de traiter un certain nombre de situations de référence pour lesquelles les questions posées peuvent être étudiées par le ou les modèles qui vont devoir être maîtrisés. On ne demandera pas à l'élève de maîtriser l'ensemble de la *mécanique newtonienne* mais d'être capable d'utiliser convenablement telle ou telle loi de Newton ou encore le *modèle de la chute libre* ; de même, la *théorie cinétique des gaz* n'est pas objet d'enseignement au lycée alors que le *modèle du gaz parfait* [était] au programme de la classe de 2nde. Il nous a donc semblé pertinent de parler dans l'enseignement secondaire de *modèles* plutôt que de *théories*.

Cependant, le mot "théorie" est peut-être mieux connu des élèves que le mot modèle et peut constituer une ressource utile pour préciser ce qu'on appelle modèle.

Finalement, pour les élèves, ces subtiles différences entre modèles et théories n'existent pas puisqu'ils n'ont pas connaissance de l'existence d'une théorie dans son ensemble dont découlerait le modèle et **il est de notre point de vue inutile de faire de cette distinction un objet d'apprentissage au lycée.**

Finalement, nous convenons de simplifier le schéma précédent avec le schéma suivant, qui **peut être fourni aux élèves**, plutôt à la fin de la 2^e activité:



Même si nous ne faisons pas un objet d'apprentissage de la différence entre théorie et modèle, nous pouvons expliciter une différence similaire mais transposée au niveau de l'enseignement secondaire entre *modèle* et *éléments de modélisation*. Cela est en particulier souvent nécessaire en classe Terminale. Raisononnons sur un exemple :

- La 2^e loi de Newton, en tant que partie de la théorie de la mécanique newtonienne, a une valeur explicative (en ce sens elle est d'ordre **théorique**) et il est pourtant naturel, dans l'enseignement, de parler du **modèle des lois de la mécanique** (dont la 2^e loi de Newton). Ce modèle aura une cohérence d'ensemble, donnera probablement d'autres informations que la 2^e loi de Newton elle-même.
- Par contre, lorsqu'on doit étudier des chutes verticales dans un fluide, on ne fait pas appel à un autre mécanisme explicatif que la 2^e loi de Newton : **pas de loi nouvelle** mais de nouveaux **éléments de modélisation** tels l'expression du poids, de la poussée d'Archimède ou de la force de frottements dans un fluide. Pour accéder à une explication de la poussée d'Archimède il faudrait faire appel à la théorie microscopique des fluides, à la pression, à la pesanteur...

S'il en ressent le besoin, selon le niveau des élèves et la classe, l'enseignant pourra garder à l'esprit cette distinction entre *modèles* et *éléments de modélisation*.

Le point de vue épistémologique adopté par SESAMES est de considérer que faire de la physique et de la chimie consiste essentiellement en la mise en relation d'objets et d'événement avec des *modèles* ou des *éléments de modélisation* (les "modèles" pour l'élève). Nous devons donc, dans les séquences d'enseignement proposées, provoquer et faciliter les passages d'un monde à l'autre, constructeurs de sens : le monde des objets et événements réfère au monde matériel inanimé, et celui des théories et modèles réfère aux aspects théoriques et aux modèles des situations matérielles étudiées.

A la fin de l'activité 2, on peut fournir le schéma ci-dessus ainsi que les quelques énoncés mentionnés un peu plus loin (cf. fin d'activité 2 et dernière page de ce document). [...] »

Première séance : « Qu'est-ce que la physique ? »

Cette première activité est celle proposée par le groupe SESAMES dans le cadre de l'ancien programme de seconde : « http://pegase.inrp.fr/theme.php?rubrique=1&id_theme=35 », partie n°1. Vue sa qualité, nous avons choisi de reproduire ici la totalité des « outils » qu'ils fournissaient pour accompagner l'enseignant. Que les rédacteurs/concepteurs du groupe SESAMES soient ici remerciés. L'en-tête a juste été actualisé à nos objectifs. Vous avez très certainement remarqué la question zéro. Elle s'accompagne d'une question « zéro, le retour » en fin de seconde séance avec pour objectif de permettre aux élèves d'évaluer leur progression concernant la compétence travaillée (et montrer au passage l'intérêt de l'accompagnement personnalisé).

Activité 1 - Discussion sur les objectifs et les propriétés de la physique⁶

Buts

L'idée est ici de permettre à l'élève de se poser des questions sur cette discipline scolaire qu'il a déjà pratiquée mais qu'on ne lui a peut-être jamais définie et dont il cerne assez mal l'objet d'étude et les méthodes. Il s'agit de lui permettre de faire le point sur ses idées au sujet de la science et de la physique en particulier, de confronter ses idées à celles des autres élèves de la classe et de les comparer à ce que peut être le point de vue de son enseignant ou d'un ensemble d'enseignants.

Après que les élèves ont répondu, il ne faut pas perdre les objectifs principaux de cette première activité :

- susciter l'échange de points de vue et le débat dans la classe (et au-delà au sein du laboratoire de physique du lycée) ;
- assumer le fait qu'il n'y ait pas consensus sur tous les points questionnés.

Commentaires sur le savoir en jeu et informations sur le contenu disciplinaire

On pourra trouver d'autres questions possibles dans le questionnaire que nous avons proposé en ligne à des enseignants et des chercheurs^{7,8}. Nous avons extrait de ce questionnaire quelques questions pour les élèves, choisies pour leur capacité à ouvrir le débat et pour leur simplicité de formulation.

Certaines de ces questions ont été déjà posées à différentes populations de lycéens et d'étudiants et ont pu faire l'objet de recherche. C'est aussi pour pouvoir nous appuyer sur ces recherches que nous avons repris certaines de ces questions.

Dans la formulation des questions, il n'est jamais précisé si on parle de la physique qui se pratique dans les laboratoires (la physique « savante ») ou de la physique qui s'enseigne au lycée (la physique « scolaire »). Sans vouloir rentrer dans de compliqués débats sur les points communs et les différences entre ces deux types d'activités, nous assumons de ne pas évoquer cette distinction en considérant que, si la différence existe pour un enseignant de physique, il n'est pas évident qu'il en soit de même pour un élève de début de 2^{nde}. La différence pourra émerger plus tard au cours de la discussion avec les élèves mais nous faisons ici l'hypothèse que la majorité des élèves ont à ce stade une idée de la physique construite essentiellement par l'école.

Informations sur le comportement des élèves... et des professeurs

Pour disposer de repères clairs à la fin de cette activité, on pourra suivre les trois étapes suivantes :

1. Distinguer les points sur lesquels un large consensus semble se dégager parmi les élèves de ceux pour lesquels les avis sont plus partagés.
2. S'intéresser aux points de vue d'enseignants sur les mêmes questions pour repérer les questions pour lesquelles le consensus est inversé par rapport aux réponses d'élèves : il est probable que ce soit le cas pour la question 4 et peut-être les questions 7 et 8.
3. Permettre à l'élève d'observer que même les enseignants ont des avis variés sur certains points (questions 2 et 8 essentiellement) qui peuvent donc faire débat puisqu'ils relèvent davantage du point de vue sur la science que du fonctionnement de la science elle-même.

⁶ Doc. Prof groupe SESAMES p 2.

⁷ http://enquetes.inrp.fr/sesames_enquete/sesames.htm.

L'ensemble des résultats est disponible à http://enquetes.inrp.fr/sesames_enquete/rapp?type=auto

⁸ Les liens précédents étaient valides à la date du : 31 mars 2012.

Buts

Nous avons souhaité illustrer sur un exemple précis certains aspects évoqués au cours de l'activité 1. Ceci permet à l'élève de donner du sens à certaines idées qui restent sans doute à ce stade encore floues. De plus, le texte permet de préciser l'usage et la fonction d'un modèle, ainsi que d'aborder les processus de validation d'un modèle et la notion de champ de validité.

Informations pour la préparation de l'activité

Nous avons rédigé le texte à partir de sources multiples, celui-ci n'est donc pas extrait d'un manuel. Nous souhaitons en effet y faire figurer un certain nombre de traits caractéristiques du fonctionnement de la physique sur un exemple relativement simple qui sera de plus évoqué au cours de l'année (force d'interaction gravitationnelle).

C'est à l'issue de cette activité et après avoir « corrigé » les différentes questions, en organisant le débat, que le professeur peut faire échanger les élèves sur les réponses formulées au cours de l'activité 1, en proposant éventuellement les réponses de l'échantillon de professeur.

Il est tout à fait normal que le professeur oriente le débat selon son point de vue et assume ce point de vue devant les élèves, tout en laissant éventuellement quelques questions en suspens (dans la mesure où il ne revient pas au professeur de physique de les trancher).

A la fin de l'institutionnalisation, le professeur peut dégager les points qui sont décrits dans le paragraphe suivant.

Informations sur le savoir à dégager

Concernant la première partie de l'activité 1 et en échos aux réponses de l'activité 2, on doit pouvoir dégager les grandes lignes suivantes :

- La physique est une science expérimentale qui étudie la matière et les rayonnements, leurs interactions, leurs propriétés.
- La physique conduit à de nouvelles découvertes dans les théories élaborées ; ces découvertes débouchent *parfois* et *plus ou moins rapidement* sur de nouvelles applications technologiques. L'utilisation des connaissances élaborées par la physique échappe aux physiciens ; de ce fait, ce n'est pas le rôle de « la physique » de dire si elle a pour objectif de faire de ce monde un meilleur endroit pour vivre. Cela n'empêche pas le physicien/la physicienne de prendre pleinement leur place de citoyen/ne dans la société et d'avoir une opinion sur le sujet en débat.
- Quand on fait de la physique on peut être amené à utiliser des formules mathématiques mais ce n'est pas *le* but de la physique, elle ne consiste pas en cela.
- Faire de la physique nécessite d'utiliser (ou de concevoir pour le chercheur) des théories et des modèles pour décrire et interpréter le monde autour de nous.
- Pour faire de la physique, on est le plus souvent conduit à mettre au point et réaliser des expériences qui nécessitent souvent de faire des mesures.
- En physique, certaines théories peuvent être remises en cause et complétées par de nouvelles théories.

*L'ensemble de ces alinéas est fourni à la fin du présent document, dans une mise en forme qui permet de le fournir aux élèves, en prenant bien la précaution de leur indiquer que certaines phrases ou idées un peu complexes devraient devenir plus claires au cours de l'année [et des suivantes]. **L'idéal est de proposer aux élèves de garder en permanence cette feuille dans leur classeur de physique.***

⁹ Doc. Prof groupe SESAMES p 7 à 9.

Informations sur le comportement des élèves

Si l'on pense bien à s'attarder sur des termes pour lesquels le sens est à construire ou à préciser (*modèle* et *théorie* en particulier), il ne faut pas négliger certains termes plus "courants" (tel que *événement*) qui peuvent poser problème aux élèves. L'événement est ce qui a lieu, ce qui est observable directement par nos sens (changement de couleur, déplacement, vibration, son...) ou à l'aide d'un instrument de mesure (augmentation de la valeur affichée sur un appareil de mesure par exemple).

La compréhension du texte ne pose pas trop de problème si on laisse bien le temps de lire, éventuellement plusieurs fois pour certains passages.

Corrigé

1. a) Le mouvement de la Lune autour de la Terre est bien interprété par le modèle de Newton (choisir un des 3 exemples du début).
b) Seul le modèle d'Einstein permet de trouver une valeur en accord avec la mesure.
2. Dans certaines situations on a intérêt à continuer à utiliser le modèle antérieur car il est plus simple tout en donnant des résultats conformes aux observations et mesures.
3. a) Un événement ne peut pas valider un modèle, il permet juste de ne pas le réfuter s'il est en accord avec le modèle. Même si la découverte de Neptune à l'endroit prévu a été un réel succès pour le modèle de Newton, elle n'a en rien *validé* le modèle au sens où elle lui aurait donné une portée absolument générale. *Attention, en cours de physique, le professeur a tendance à procéder par induction en généralisant sans précaution une observation. Cette procédure peut avoir deux fonctions : 1) faire comprendre la loi d'Ohm 2) faire comprendre comment un physicien peut établir de nouvelles lois (ou éléments de modèles).*

Commentaire sur la fonction 1 : Il convient de bien préciser aux élèves qu'on lorsqu'on introduit par exemple la loi d'Ohm à partir d'une série de mesures, il ne s'agit pas d'une généralisation comme peut le faire un physicien qui établit une nouvelle loi. Cette introduction vise à aider les élèves à comprendre cette loi déjà établie mais qu'on a strictement rien prouvé.

Commentaire sur la fonction 2 : à la suite d'expériences le physicien peut faire une première généralisation, mais il reste à étudier sa compatibilité avec les autres éléments théoriques et à la vérifier sur une plus grande variété de situations pour en étudier ses limites.

- b) Un événement donné peut invalider un modèle.
4. Ligne 4 : plutôt pas d'accord
Ligne 5 : tout à fait d'accord
Ligne 6 : plutôt d'accord (pour l'aspect mesure) même si ici les expériences ne sont pas faites par le physicien.
Ligne 7 : tout à fait d'accord.

Seconde séance : « Quel modèle utiliser ? »

Buts

Deux objectifs explicites : permettre à l'élève de mettre en pratique ce qu'il a compris de la première séance afin qu'il continue de s'approprier le concept de *modèle*. Permettre à l'élève « apprenti-physicien » de mener une critique raisonnée des modèles qu'il va rencontrer au cours de sa scolarité en utilisant le vocabulaire adapté et en comprenant la différence « modèle-réalité décrite ».

Un objectif transversal : par un questionnement guidant, montrer à l'élève comment s'approprier un modèle en réalisant les aller-retour « modèle-réalité décrite ».

Informations pour la préparation de l'activité

La situation a été volontairement élaborée sans prendre appui sur des notions du programme de première S. Ce parti pris d'utiliser un autre domaine de la physique a deux fonctions :

- permettre aux élèves de se familiariser avec la notion de modèle sans enjeu supplémentaire ;
- introduire une notion qu'ils retrouveront plus tard.

Il pourrait s'agir d'une situation rencontrée par un élève effectuant des recherches sur Internet. L'objectif est ici de permettre à l'élève de s'identifier à Thomas.

La gestion de classe donne la possibilité à l'enseignant de passer auprès des élèves qui travaillent à leur rythme, en autonomie.

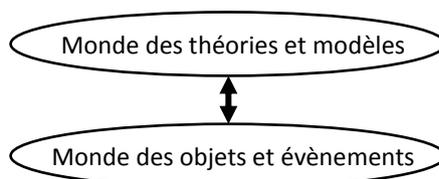
C'est à l'issue de cette activité et après avoir « corrigé » les différentes questions, que le professeur peut faire échanger les élèves sur l'évolution de leur conception de la notion de *modèle* en organisant un débat.

A la fin de l'institutionnalisation, le professeur peut dégager les points qui sont décrits dans le paragraphe suivant et distribuer la seconde partie de la synthèse.

Informations sur le savoir à dégager¹⁰

Concernant la nature des modèles, le professeur pourra s'appuyer dans la discussion sur tout ou partie des alinéas suivants :

- En physique et en chimie, pour décrire, expliquer et prévoir des événements, on utilise des modèles qu'on doit mettre en relation avec les objets et les événements du monde matériel.



- Un modèle est un ensemble de connaissances, abstraites, qui utilise des concepts et souvent des relations mathématiques. Il est issu, en fonction de la situation à étudier, d'une ou plusieurs théories plus générales. Dans sa mise en œuvre, il est développé aussi à partir de la situation étudiée (un modèle a deux facettes : une abstraite et une concrète)
- Un modèle a un champ de validité qui englobe toute les situations et tous les « problèmes » que le modèle peut traiter dans le degré de précision voulue : le modèle est dit opérant. Hors de ce champ de validité, on doit avoir recours à un modèle plus général ou à un modèle différent.
- Les modèles actuels ont été construits progressivement par les physiciens au cours de l'histoire et un modèle est donc quelque chose d'évolutif (qui s'affine ou est abandonné) au fur et à mesure de l'avancée de la science.
- Un modèle est considéré comme valide tant qu'il n'est pas mis en défaut par des observations ou mesures.
- Deux modèles différents peuvent être utilisés pour une même situation mais selon la question qu'on se pose, un modèle peut être plus adapté qu'un autre pour répondre.

¹⁰ Doc. Prof groupe SESAMES p 8.

Corrigé de la séance 2 « Quel modèle utiliser ? »

Appropriation du modèle

1. La réalité observable que traduit ce modèle est celle de la chute d'un objet sur Terre.
2. Ce modèle ne tient compte que de l'attraction terrestre par l'emploi de g , l'intensité de la pesanteur. L'objectif de cette question est de s'approprier ce qui est pris en compte dans ce modèle en montrant implicitement ce qui ne l'est pas. On peut, à la correction lancer une discussion sur les informations perdues par les choix de ce modèle : l'influence de l'air, la rotation éventuelle de l'objet puisqu'on ne travaille que sur un point (mais n'est-ce pas là inhérent à la mécanique du point), la variation de g avec l'altitude De plus, cette simplification assumée est le prix à payer pour avoir un modèle assez simple d'emploi et de précision satisfaisante dans certaines situations. Une erreur possible pourrait apparaître sur la réponse « vitesse » car les élèves peuvent confondre la vitesse dont le calcul est permis par ce modèle mais n'est qu'une conséquence de l'application de la seconde loi de Newton.
3. Les propositions sont toutes assez ambiguës afin d'encourager la discussion, la 1 exceptée. La réponse la plus évidente est peut-être que ce modèle permet de **prévoir** de combien il va descendre. Ce modèle explique pourquoi il va descendre si l'on fait le lien avec la gravitation, mais n'explique pas pourquoi la gravitation existe ni comment elle existe. Enfin, ce modèle ne décrit pas complètement comment il va descendre, justement en raison des simplifications de départ. On ne sait rien par exemple de l'influence de la position du parachutiste (allongée, verticale, ...) sur le mouvement.

Utilisation du modèle

4. Encourager ici le calcul mental. $z_{CL} = 10 \times 3^2/2 = 45$ m. On pourra discuter ici du manque de précision des données qui interdisent, le cas échéant, d'être plus précis.
5. L'écart relatif vaut $2/45 \times 100 = 4$ % (avec 1 chiffre significatif)
6. Oui, Thomas peut l'utiliser puisque la précision est inférieure à celle exigée.
7. $V_{CL} = 10 \times 3 = 30$ m.s⁻¹.
8. Ici, plusieurs réponses sont acceptables : « utilisé en dehors de son *domaine de validité* » ou « opérant sur la distance de chute mais pas sur la vitesse » ou « utilisable dans un domaine de validité *limité* de l'ordre de 0 à 3 s ». On pourra rebondir sur d'éventuelles remarques au sujet de la précision ou tomber d'accord sur une phrase qui reprenne une synthèse des trois propositions acceptées. Par contre, il est important d'habituer dès maintenant les élèves à exclure le terme « faux » du descriptif des modèles enseignés : les modèles enseignés répondent à des situations spécifiques et évoluent avec le niveau d'enseignement. Si l'on cherche un exemple de modèle qui s'est avéré faux, on pourra citer : les 4 éléments (bien que un certain cinéaste aurait trouvé le 5^{ème} ...) ou le modèle ptoléméen du système solaire.

Changement de modèle

9. L'idée est ici de réintroduire ce questionnement qui, nous l'espérons peut aider l'élève à s'approprier un modèle (« marteauthérapie »... en quelque sorte). La seule réponse complète acceptable est « la chute, sur Terre, d'un objet en contact avec l'air » qui rappelle bien la notion d'attraction par la Terre dans le mot chute et l'influence de l'air.
10. À chacune des propositions, il est possible de faire un commentaire car aucune (piège?) n'est juste :
 - CRA est juste alors que CL est souvent faux : à exclure en raison du terme « faux ».
 - CRA reste opérant quand CL ne l'est plus : aborder ici la notion de domaine de validité... CRA n'est pas opérant dans un fluide dense.
 - Dans le vide, mieux vaut prendre CRA que CL : Au contraire, CL est plus simple d'emploi que CRA.
 - On ferait mieux d'étudier directement CRA : C'est le moment de défendre des choix pédagogiques ... commencer par le CL permet de s'habituer à la démarche pédagogique, etc.
11. On pourra éventuellement sortir du tiroir une petite expérience illustrant la poussée d'Archimède ou montrer la très jolie animation du site :

http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/premiere_1S/poussee_d_archime_de_premiere.htm bien que la compréhension profonde dudit phénomène ne soit pas demandée pour répondre à la question posée. Ici encore, plusieurs réponses possibles :

- La précision des calculs n'est, ici, pas importante : à refouler car on ne connaît pas la précision ici ;
- Ca va parce que c'est de l'air : acceptable. (On pourrait évoquer la densité du fluide considéré.)
- Elle doit être négligeable devant les autres forces : acceptable.
- C'est une erreur du site Wikipédia : pas ici puisque Wikipédia décrit bien son modèle.

12. Cette fois il faut tenir compte de la poussée d'Archimède. Une discussion peut s'ouvrir sur le moment où on doit commencer à la prendre en compte. On pourra aborder l'importance du caractère négligeable ou pas d'une force devant une autre suivant le degré de précision voulu.

Temps des conclusions

13. Un modèle traduit la réalité partiellement (voire très). Le physicien procède à des choix afin de rendre le modèle opérant, autrement dit libéré d'un excès de considérations qui le rendrait difficile voire impossible à manipuler. Et d'ailleurs qu'est-ce que la réalité ?

14. À cette question, on pourra répondre :

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> vient compléter un précédent car le précédent était faux ; <input checked="" type="checkbox"/> décrit plus correctement que le précédent le phénomène étudié ; <input checked="" type="checkbox"/> prévoit plus précisément les évolutions du phénomène ; | <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> intervient quand un modèle plus simple n'est plus valide ; <input checked="" type="checkbox"/> prend tout en compte une bonne fois pour toutes ; <input checked="" type="checkbox"/> intervient quand un écart est décelé avec le précédent. |
|---|--|

15. Liste de mots-clefs à faire noter à la suite de la synthèse distribuée :

- un modèle *rend compte* de ;
- un modèle *décrit* ...
- domaine de validité ;
- précision possible ;
- modèle opérant (qu'on peut utiliser dans un ensemble de situations définies) ;
- limites d'un modèle.

16. Discussion ouverte, tellement ouverte que...

En tout cas, bon courage.

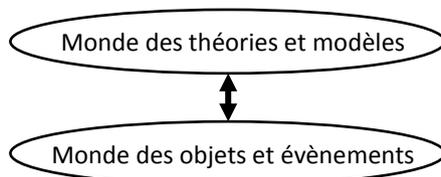
Les rédacteurs.

Au sujet de la nature de la physique

- La physique est une science expérimentale qui étudie la matière et les rayonnements, leurs interactions, leurs propriétés.
- La physique conduit à de nouvelles découvertes dans les théories élaborées ; ces découvertes débouchent *parfois et plus ou moins rapidement* sur de nouvelles applications technologiques. L'utilisation des connaissances élaborées par la physique échappe aux physiciens ; de ce fait, ce n'est pas le rôle de « la physique » de dire si elle a pour objectif de faire de ce monde un meilleur endroit pour vivre. Cela n'empêche pas le physicien / la physicienne de prendre pleinement sa place de citoyen dans la société et d'avoir une opinion sur le sujet en débat.
- Quand on fait de la physique on peut être amené à appliquer des formules mathématiques mais ce n'est pas *le* but de la physique, elle ne consiste pas en cela.
- Faire de la physique nécessite d'utiliser des théories et des modèles pour décrire et interpréter le monde autour de nous.
- Pour faire de la physique, on est le plus souvent conduit à mettre au point et réaliser des expériences qui nécessitent souvent de faire des mesures.
- En physique, certaines théories peuvent être remises en cause et complétées par de nouvelles théories.

Au sujet de la modélisation en physique

- En physique et en chimie, pour décrire, expliquer et prévoir des événements, on utilise des modèles qu'on doit mettre en relation avec les objets et les événements du monde matériel.



- Un modèle est un ensemble de connaissances, abstraites, qui utilise des concepts et souvent des relations mathématiques. Il est extrait, en fonction de la situation à étudier, d'une ou plusieurs théories plus générales.
- Un modèle a un champ de validité qui englobe toute les situations et tous les « problèmes » que le modèle peut traiter dans le degré de précision voulue : le modèle est dit opérant. Hors de ce champ de validité, on doit avoir recours à un modèle plus général ou à un modèle différent.
- Les modèles actuels ont été construits progressivement par les physiciens au cours de l'histoire et un modèle est donc quelque chose d'évolutif (qui s'affine ou est abandonné) au fur et à mesure de l'avancée de la science.
- Un modèle est considéré comme valide tant qu'il n'est pas mis en défaut par des observations ou mesures.
- Deux modèles différents peuvent être utilisés pour une même situation mais selon la question qu'on se pose, un modèle peut être plus adapté qu'un autre pour répondre.

¹¹ Doc. Prof groupe SESAMES p 12.