

# **Chapitre 1 : Introduction au programme de physique-chimie. Qu'est-ce que la physique ?**

## **Durée et position dans la progression**

Cette introduction est prévue pour durer une heure et il est préférable (mais pas obligatoire) de la traiter en classe entière, pour réserver le temps de demi-classe aux activités nécessitant la manipulation de matériel.

Il est conseillé de faire en sorte qu'elle constitue la première séance de l'année.

Cependant, si le professeur préfère aborder les premières séances de l'année avec des activités de réflexion sur des situations matérielles, comme c'est le cas avec le chapitre 2 que nous proposons il peut proposer cette introduction un peu plus tard (en ne l'appelant plus *introduction...*). Les différentes progressions suivantes sont envisageables :

- Intro – Chap1- Chap2- Chap3- Chap4
- Chap2- Chap1 – Chap3 – Chap4
- Chap2 – Chap1 Act 3 – Chap3 – Chap4 – Chap1 Act 1 et 2

Tous les documents pour le professeur ont été rédigés en adoptant la première de ces trois possibilités, qui nous paraît la plus fructueuse. En effet, à la fin de cette introduction les élèves sont invités à travailler sur la notion de grandeur physique, avec des exemples plutôt choisis en physique, faisant le lien avec le chapitre 2 qui repart de cette notion.

On peut aussi proposer cette introduction en commençant l'année par une partie de chimie. On peut en effet considérer que les élèves de tout début de seconde entendent facilement « physique-chimie » lorsqu'on leur dit « physique », formulation privilégiée par souci de simplicité dans les textes proposés. En conséquence, faire suivre cette introduction par de la chimie ne lui ferait pas perdre son utilité.

## **But**

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 comment fonctionne la physique en particulier la modélisation, à partir d'une narration historique et ensuite de se centrer sur la notion de grandeur physique. Ainsi, certaines compétences transversales du BOEN sont abordées ici même si ces objectifs ne sont pas explicitement dans le programme.

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

Ce chapitre n'a pas pour but de faire construire aux élèves des connaissances figurant explicitement dans les compétences exigibles inscrites au BOEN. Cependant, certaines compétences transversales du BOEN sont abordées ici. Nous laissons à l'appréciation des professeurs la pertinence d'une évaluation liée à cette introduction. Si certaines connaissances sont évaluées, elles devront en tous les cas concerner des situations ou des problèmes très proches de ceux évoqués dans les activités. Les éléments de connaissances qui sont explicités par le professeur à la fin de cette introduction (voir dernière page du présent document) ne prendront réellement du sens qu'au cours de l'année scolaire, à condition d'y faire écho chaque fois que c'est possible. Il est donc difficile de les évaluer en tant que tels à ce moment de l'année.

Notons également au sujet d'une éventuelle évaluation que les connaissances construites lors de l'activité 3 (grandeurs physiques) sont les plus faciles à évaluer.

## **Activité 1 - Discussion sur les objectifs et les propriétés de la physique.**

### **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<sup>1</sup>. 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<sup>nde</sup>. 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.

En attendant d'avoir suffisamment de réponses d'élèves, nous donnons ci-dessous le bilan des réponses de 188 **enseignants ou chercheurs** à ces mêmes questions (insérées dans un questionnaire plus complet).

*Réponses d'un échantillon de 188 enseignants ou chercheurs (parmi lesquels 3 enseignent en primaire, 27 en collège, 129 en lycée, 18 dans le supérieur). Parmi les 188, 156 enseignent les sciences physiques.*

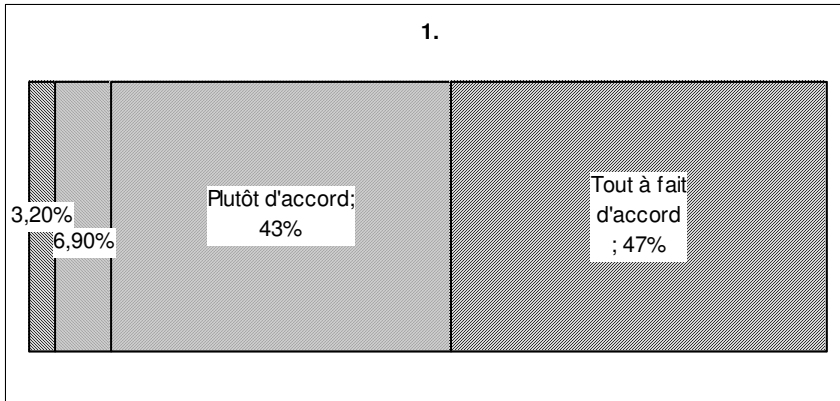
*La différence éventuelle entre 100% et la somme des pourcentages correspond aux absences de réponses.*

---

<sup>1</sup> [http://enquetes.inrp.fr/sesames\\_enquete/sesames.htm](http://enquetes.inrp.fr/sesames_enquete/sesames.htm).

L'ensemble des résultats est disponible à [http://enquetes.inrp.fr/sesames\\_enquete/rapp?type=auto](http://enquetes.inrp.fr/sesames_enquete/rapp?type=auto)

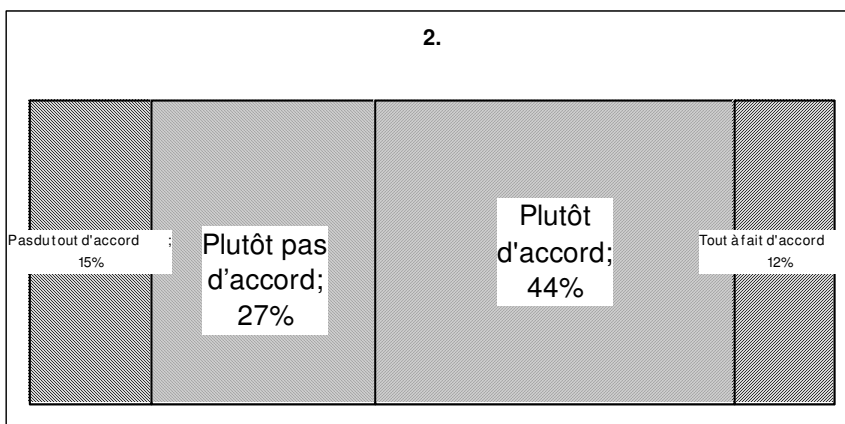
1. La physique a pour objectif de faire de nouvelles découvertes sur le monde qui nous entoure.



Il y a sur cette question un large consensus des enseignants. La question n'évoque pas, volontairement, la nature des découvertes. Lors de la reprise de cette question et de sa mise en débat avec les élèves après l'activité 2, nous proposons d'expliquer la différence entre découverte d'éléments théoriques et mise au point éventuelles d'applications technologiques qui exploitent cette découverte.

**Point de vue des élèves :** les élèves ont un point de vue globalement similaire.

2. La physique a pour objectif de faire de ce monde un meilleur endroit pour vivre.

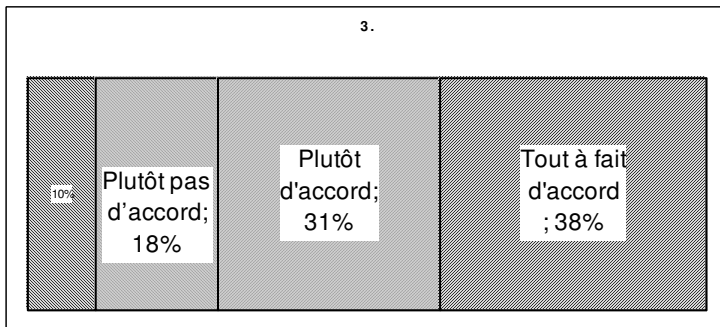


Cette question peut paraître surprenante et déstabilisante par son degré de généralité mais elle intéresse en général les élèves et le professeur ne doit pas craindre d'être entraîné dans des débats sans fin. Après discussion, il faut pouvoir assumer que le professeur n'est pas là pour répondre à ce type de question dans le cadre scolaire même si cette question pose le problème de la science en général et des utilisations qui en sont faites par des individus, des sociétés et des états qui ne représentent pas la communauté scientifiques. Selon le contexte, les exemples qui viennent à l'esprit et les convictions

personnelles, on peut répondre de différentes façons à ces questions. Il est donc logique qu'elle ne fasse pas consensus.

**Point de vue des élèves :** les premiers résultats dont nous disposons confirment une étude précédente, à savoir que si les élèves sont également très partagés sur cette question, ils sont plutôt moins favorables à la proposition que les enseignants, peut-être influencés par une vision plus « scolaire » de la physique.

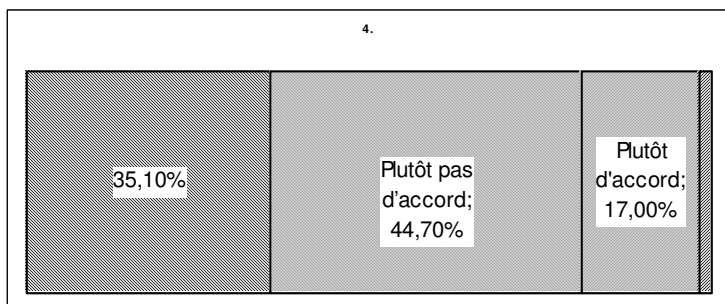
3. La physique a pour objectif d'établir la vérité sur les phénomènes qui nous entourent.



Si les enseignants sont largement d'accord avec cette affirmation, nous estimons pour notre part que cette question interroge la notion de vérité. Le discours de la science est-il plus « vrai » qu'un autre discours ? Pour ne pas tomber dans le scientisme ni dans le relativisme absolu, il convient plutôt d'affirmer que ce qui est reconnu comme scientifique est considéré le plus souvent par nos sociétés comme la vérité, qui reste un concept à définir...

**Point de vue des élèves :** l'affirmation semble encore plus approuvée par les élèves.

4. Faire de la physique consiste à appliquer des formules mathématiques pour trouver un résultat

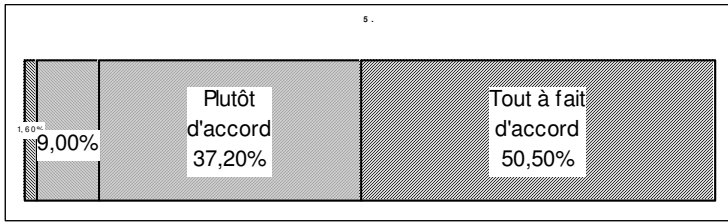


Il est naturel que les enseignants de physique ne veuillent pas réduire la physique à une telle action.

**Point de vue des élèves :** si les élèves semblent majoritairement opposés à cette affirmation, la réfutation est bien moins nette que pour les enseignants.

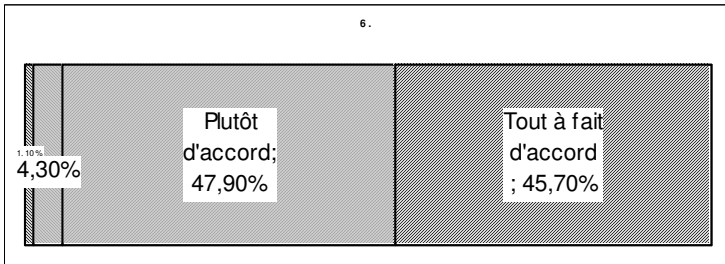
L'année de seconde se prête assez bien à l'illustration que la physique peut consister en autre chose que l'application de formules mathématiques, sans négliger que les mathématiques sont un outil et un recours incontournable.

5. Faire de la physique nécessite d'utiliser des théories, des modèles, et des lois pour décrire et interpréter le monde autour de nous



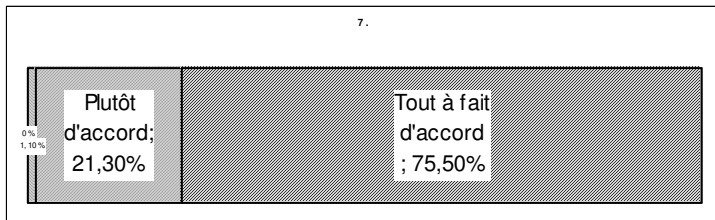
L'affirmation est suffisamment complète pour recevoir une approbation quasi-générale.  
**Point de vue des élèves :** pas de différence notable par rapport aux réponses des enseignants.  
 Cette affirmation est surtout l'occasion d'introduire certains mots-clés et d'estimer le degré de familiarité des élèves avec ces termes.

6. Faire de la physique conduit à mettre au point et réaliser des expériences qui nécessitent souvent de faire des mesures



**Point de vue des élèves :** large consensus, également, chez les élèves. C'est surtout l'occasion d'introduire la suite de l'enseignement, le chapitre 2 en particulier.

7. La physique est une science qui peut remettre en cause ses propres théories



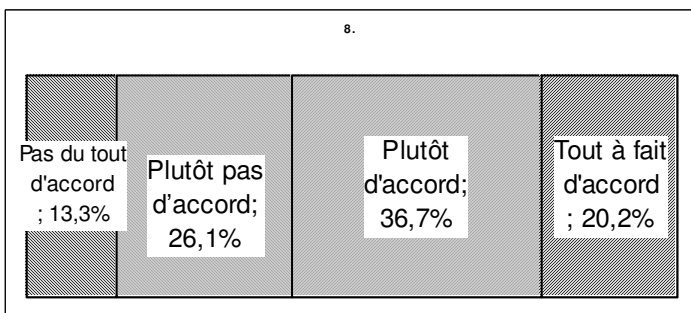
**Point de vue des élèves :** même si l'accord est quasi-unanime chez les élèves, il est plus nuancé que chez les enseignants (la position "plutôt d'accord" semble majoritaire). Ceci peut paraître contradictoire avec l'affirmation selon laquelle la physique est (le représentant de) la vérité... mais les élèves n'ont-ils pas commencé à prendre l'habitude d'entendre en

classe que ce qu'il ont vu l'année précédente n'était plus tout à fait valable ou qu'il fallait au moins le revoir ou le compléter...

Cette affirmation pourra particulièrement prendre du sens au cours de l'activité 2.

8. On n'a pas besoin de définir la physique pour l'apprendre et pour en faire

*ATTENTION, les résultats à cette question ont été obtenus avec une question formulée comme ci-dessus (double négation). Pour en viser une meilleure compréhension, nous l'avons depuis modifiée.*



Cette question ne fait pas consensus parmi les enseignants.

**Point de vue des élèves :** on observe le même "partage" des opinions chez les élèves.

La question est surtout un prétexte à l'interrogation sur ce que sont la physique et ses objets d'étude.

## Points de vue sur les modèles et la modélisation ; quelques repères

La deuxième partie de cette activité s'intéresse à la notion de modèle et à la représentation qu'en ont les élèves. Différents travaux de recherche ont déjà étudié cette question 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, et dont on parlera dans le chapitre 4.

### Du côté des professeurs...

*Réponses du même échantillon (N=188) à la question 2 (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 %	<b>70 %</b>	1
Une situation idéale de référence	11 %	16 %	18 %	<b>55 %</b>	
Une façon de décrire quelque chose de réel à l'aide d'éléments théoriques	<b>48 %</b>	22 %	15 %	15 %	2
Une simplification du réel	17 %	23 %	28 %	<b>32 %</b>	3
Une représentation du réel à l'aide de schémas et de formules	19 %	30 %	21 %	<b>30 %</b>	

### 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.

On peut, pour approfondir ceci, citer le *Trésor, dictionnaire des sciences*<sup>2</sup> :

*« 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).*

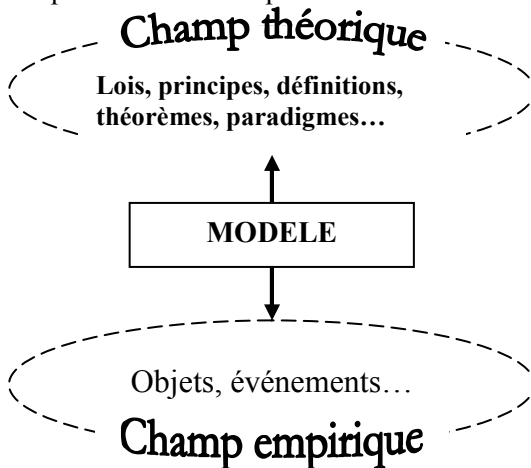
Ou encore, dit de façon plus ardue mais plus précise selon l'épistémologue Suzanne Bachelard :

*"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." Bachelard<sup>3</sup> (1979) p.8.*

<sup>2</sup> Le trésor, Dictionnaire des sciences, sous la direction de Michel Serres et Nadia Farouki, Flammarion

<sup>3</sup> 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.

On peut résumer ceci par le schéma suivant :



*Le modèle en physique joue un rôle d'intermédiaire entre le champ théorique et le champ empirique.*

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 préférence 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.**

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 :

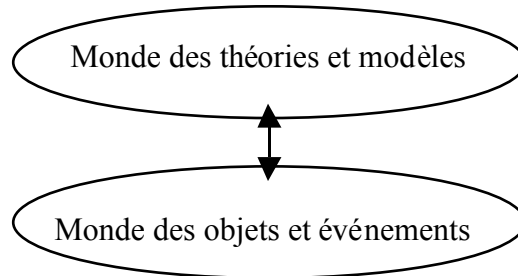
- la théorie a une valeur explicative d'observations très diverses les unes des autres, explication validée par les faits ; c'est le cas de la théorie de la mécanique newtonienne
- le modèle a une valeur descriptive et interprétative pour un ensemble donné de situations, en nombre plus restreint que 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 capable 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* est au programme de la classe de 2<sup>nde</sup>. 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<sup>e</sup> 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. Raisonçons sur un exemple :

- La 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> loi de Newton). Ce modèle aura une cohérence d'ensemble, donnera probablement d'autres informations que la 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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).

## **Activité 2 - Comment la physique fonctionne-t-elle ? Un exemple historique.**

### **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**

La lecture du texte et les réponses aux questions peuvent être faites à la maison.

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 suspend (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.

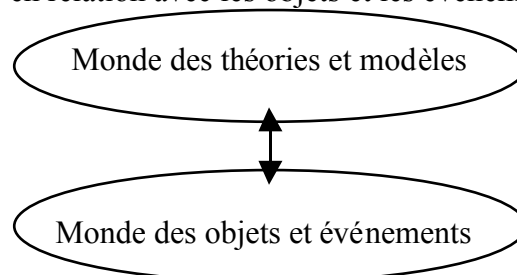
### Informations sur le savoir à enseigner

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 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 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.

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. 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.

*L'ensemble de ces alinéas est fourni à la fin du présent document (voir dernière page "quelques éléments de conclusion"), 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. L'idéal est de proposer aux élèves de garder en permanence cette feuille dans leur classeur de physique.*

## 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.

## Activité 3 - Grandeurs physiques

### Buts

Proposer à l'élève une première sensibilisation à la notion de grandeur.

Introduire une première esquisse du domaine d'étude de la physique.

A la fin de l'activité, on demande aux élèves de proposer deux exemples au moins de grandeurs physiques.

### Informations sur le savoir à enseigner

Les définitions de *grandeur* et de *mesure* sont dépendantes l'une de l'autre, il est en conséquence très difficile de pouvoir définir complètement l'une sans définir l'autre. La définition de la notion de grandeur physique est bien plus difficile à comprendre que les exemples sur lesquels on peut s'appuyer. Nous avons donc fait un choix, qui pourra sembler arbitraire à certains : parler d'abord de grandeurs physiques, en introduisant la notion « par l'exemple » pour pouvoir définir ensuite la *mesure*.

Cette introduction "par l'exemple", incomplète tant qu'on n'a pas défini la mesure, prendra plus de sens au cours de la progression que nous proposons. On peut également s'appuyer sur les connaissances antérieures de l'élève, en particulier sur son expérience quotidienne et sur ce qu'il a appris au collège. Cependant, selon les classes, le professeur pourra expliciter cette difficulté de définir *grandeurs* et *mesures* indépendamment et le choix que nous avons fait de partir d'abord de la grandeur.

A la fin de l'activité, le professeur pourra relever cette liaison très forte entre grandeur et mesure ; il pourra annoncer qu'on sera en situation de donner une définition de la grandeur lorsqu'on aura défini la mesure (voir chapitre 3)... Le professeur peut avoir intérêt à garder à l'esprit la définition suivante de grandeur, qui sans être explicite pour l'élève à ce stade, a guidé l'élaboration de cette activité : *Concept qui permet de décrire l'aspect variable ou mesurable de quelque chose (objet, événement...)*. Attention, il n'est pas possible de s'appuyer sur une telle définition pour argumenter des réponses auprès des élèves.

Il convient dans un second temps de distinguer les grandeurs qui relèvent de la physique (qu'on nomme alors « grandeurs physiques ») des grandeurs qui trouvent leur utilité ou leur fonction dans d'autres domaines, et dont la physique n'a donc pas l'exclusivité. Ceci permet de délimiter les frontières des domaines d'étude de la physique en assumant que ces frontières sont floues, ce qui est effectivement le cas dans la pratique « savante » de la physique.

Signaler que certaines grandeurs peuvent être partagées par plusieurs disciplines. On peut aussi signaler selon le niveau de la classe quelques subtilités : par exemple la densité en physique n'a pas d'unité alors que la densité *de population* en géographie s'exprime en habitant/m<sup>2</sup> (en physique on dirait en m<sup>-2</sup>).

Cette activité peut d'ailleurs donner lieu à un travail pluridisciplinaire avec quelques collègues de la classe.

### Comportement des élèves

La définition par l'exemple semble opératoire pour les élèves. Cette activité les motive même si certains termes peuvent poser problème, comme par exemple *inflation*. Il faut donc éventuellement s'assurer en début d'activité que les élèves connaissent bien tous les termes proposés.

Certains élèves mentionnent Newton comme unité. Même si Newton renvoie en l'occurrence au personnage, on peut profiter de cette réponse pour souligner la provenance quasi systématique des unités couramment utilisées. C'est également l'occasion de rappeler que si le nom du ou de la savant(e) de référence s'écrit avec une majuscule, l'unité qui correspond s'écrit sans majuscule (c'est le symbole qui retrouve généralement une majuscule).

### Corrigé

1. en rouge : force (pas évident pour les élèves) ; masses ; distances ; vitesse ; période de révolution.

En bleu : siècle, kilogramme, kilomètre.

Valeurs à entourer : 10<sup>26</sup> kg, 4,5 milliards de kilomètres.

2. *La couleur, la durée, la rugosité, l'odeur, l'état physique, la population d'un lycée, le pH, la largeur, l'électricité, l'intensité électrique, le son, l'intensité sonore, l'inflation, la capacité de stockage d'un disque dur, le débit d'une connexion à Internet, l'aire d'une surface*

D'autres exemples, éventuellement plus ambigus, peuvent être proposés. Par exemple la rugosité n'est généralement pas une grandeur dans la vie courante (pas vraiment quantifiable) alors qu'elle peut devenir une grandeur en tant que telle dans certains champs scientifiques (la rugosité d'une ville peut par exemple être estimée quantitativement par des mesures statistiques). Les élèves les plus à l'aise peuvent percevoir cet éventuellement changement de statut selon le contexte.

3. Remarque : les élèves peuvent proposer des grandeurs physiques sans connaître le symbole couramment utilisé (distance focale, pression par exemple...).

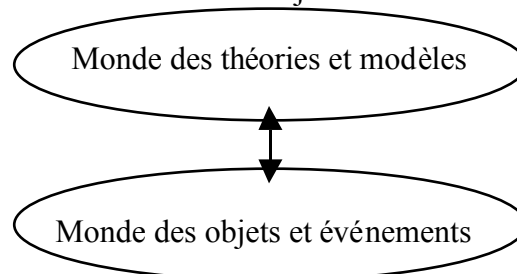
## Quelques éléments sur la nature et le fonctionnement de la physique

### 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 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. 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.