

Les sciences physiques en L.P et leurs relations avec l'enseignement professionnel

Dans la thèse de didactique des sciences physiques que j'ai soutenue en décembre 2000, je défends l'idée que les sciences physiques en L.P, ont essentiellement une fonction de discipline de service par rapport à la technologie et l'enseignement professionnel. En effet, dans ce contexte scolaire, les élèves suivent une formation à caractère professionnel. Les sciences physiques, pour avoir un sens aux yeux des élèves, doivent s'inscrire dans cette perspective professionnelle. Cette préoccupation est présente dans les objectifs du programme de sciences de BEP : "les élèves doivent, à travers les sciences physiques, trouver des réponses aux questions que pose la technologie, tant dans leur métier que dans leur vie professionnelle".

Les sciences physiques doivent donc être enseignées en relation avec l'enseignement professionnel, afin de préparer les élèves à ce qu'ils auront à faire et à étudier dans l'enseignement professionnel et dans leur futur métier.

1. La comparaison des disciplines

Pour faire ce lien en connaissance de cause, j'ai choisi un domaine professionnel, la maintenance automobile, un niveau scolaire, le BEP, et un domaine de connaissance, la mécanique. J'ai analysé le référentiel du diplôme du BEP Maintenance des véhicules Automobiles, et les manuels scolaires de technologie de l'automobile, et je les ai comparés avec le programme et les manuels de sciences de BEP.

La comparaison des instructions officielles des deux disciplines fait tout d'abord apparaître des différences, qui portent sur :

➤ les finalités

- pour la technologie du domaine professionnel considéré, il s'agit de la compréhension du fonctionnement du véhicule automobile en vue d'un diagnostic et de réparations.
- pour les sciences physiques, d'une acquisition de connaissances et de méthodes permettant leur construction.

➤ les points de vue sur les objets

- en technologie, les objets sont étudiés d'un point de vue synthétique, dans leur complexité, en fonctionnement, y compris dans des cas de dysfonctionnement. Ce sont des systèmes composés de plusieurs éléments liés entre eux, qui sont étudiés d'un point de vue fonctionnel, structurel et analytique.
- en physique, les objets sont étudiés d'un point de vue analytique. Seules sont prises en compte les caractéristiques pertinentes par rapport à l'étude à mener, visant à l'élaboration d'une loi ou d'un concept, ils sont idéalisés (il est question, en mécanique par exemple, du "solide").

➤ les concepts

- en technologie, les concepts centraux de la mécanique sont les "liaisons mécaniques" et "l'action mécanique", quand celui de la physique est la force. Quand la technologie se propose de décrire le mouvement d'un objet, elle prend en compte les deux mouvements possibles de l'objet - translation et rotation - et utilise le concept "d'action mécanique", qui regroupe ceux de force et de moment d'une force. La physique étudie de façon séparée les deux mouvements et utilise deux concepts différents, évidemment reliés entre eux : la force pour les phénomènes de translation, le moment d'une force pour les rotations. Par ailleurs, la technologie s'intéresse à des systèmes, composés d'éléments liés entre eux, et utilise le concept de liaison mécanique. Un des problèmes posés en mécanique est l'effet, sur un élément situé "en sortie" du système, de causes provoquées sur un élément de départ. Les techniciens sont alors amenés à parler de "force transmissible au niveau d'une liaison mécanique". De par cette propriété, le concept de force n'est pas identique à celui de la physique.

➤ les compétences à développer

Les deux disciplines ont des logiques propres et leurs priorités ne sont pas les mêmes :

- en technologie, la priorité est mise sur l'action sur le véhicule, et sur la compréhension de son fonctionnement. Ce sont donc les compétences traiter-décider et réaliser qui sont les plus importantes.
- en sciences, la logique qui apparaît dans les objectifs du programme de sciences de BEP est celle d'une construction de savoirs.

Mais, au delà des spécificités de chaque discipline, il est possible de faire un lien entre les sciences physiques et la technologie en ce qui concerne :

- les finalités, dans la mesure où la technologie fait référence à la physique et utilise certains savoirs enseignés en sciences physiques.
- les objets, car l'approche scientifique peut être envisagée comme une composante de l'approche technologique.
- les concepts, car le concept d'action mécanique, utilisé en technologie, recouvre celui de force et de moment d'une force, et les propriétés de l'action mécanique sont pour la plupart celles de la force et du moment d'une force. La seule spécificité de la technologie est la propriété de "transmission d'une force à travers une liaison mécanique". Les lois élaborées en physique ont également une portée universelle, et sont utilisées en technologie.
- les compétences, quand la recherche de paramètres influant sur un phénomène et l'émission d'hypothèses suivie d'une validation expérimentale peuvent être mises en parallèle avec la démarche de diagnostic de panne, exigée en maintenance automobile.

Considérer les sciences physiques, en L.P., comme une discipline de service par rapport à la technologie est ainsi légitime.

2. L'apprentissage des concepts de force et de pression

J'ai ensuite fait des propositions d'apprentissage des concepts de force et de pression pour des élèves de ce BEP. J'ai réalisé ces séquences auprès d'élèves de terminale, et en ai évalué la pertinence par rapport à l'objectif ci-dessus.

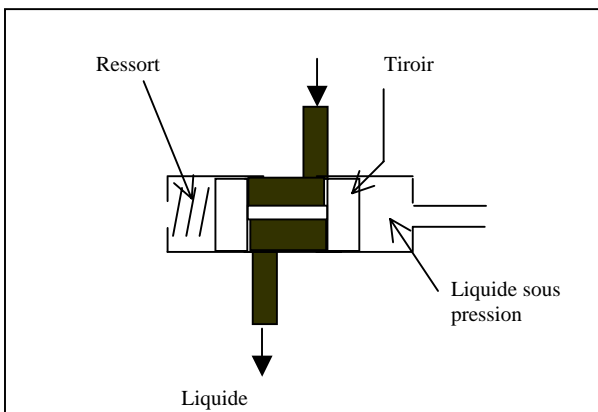
Mon premier choix a consisté à prendre appui sur des situations issues du domaine professionnel des élèves, qui posent un problème scientifique à résoudre dans la leçon.

Exemples :

Leçon 1 :

DESCRIPTION DE PHÉNOMÈNES OÙ UN OBJET EST IMMOBILE OU MIS EN MOUVEMENT.

1. Problème technique :



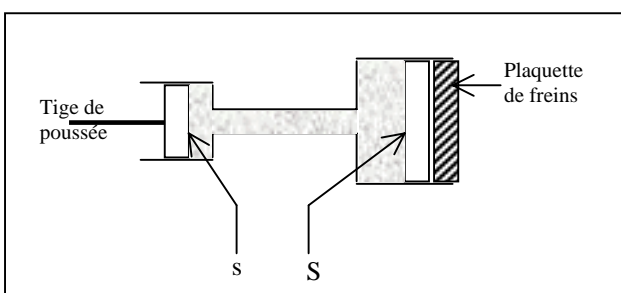
La figure représente une vanne hydraulique de commande d'embrayage et de freins. Selon la position du tiroir, le liquide pourra circuler ou être bloqué, et commander ainsi la mise en route ou l'arrêt du fonctionnement de l'embrayage ou des freins.

A quelles conditions un tel tiroir est-il maintenu en équilibre ou va-t-il être mis en mouvement ?

Leçon 8 :

ÉTUDE D'UN TYPE PARTICULIER DE FORCES LES FORCES PRESSANTES

1. Problème technique



Pourquoi, dans un système de freins à commande hydraulique, la surface du cylindre récepteur est-elle plus grande que celle du cylindre émetteur ?

J'ai privilégié les compétences convergentes avec celles exigées dans le domaine professionnel des élèves : pour la maintenance automobile, la recherche des paramètres influant sur un phénomène et l'émission d'hypothèses suivie d'une validation expérimentale. Pratiquement toutes les leçons ont ainsi comporté une phase expérimentale, où les élèves manipulaient par groupe, pour chercher à valider une hypothèse formulée auparavant. Par exemple : longueur d'un ressort selon différentes positions d'une poulie modifiant la direction de la force exercée sur lui ; influence des paramètres (poids de l'objet, dimension de la surface de contact, nature de la surface) sur la force de frottement statique limite ; extension des propriétés de la pression d'un gaz à un liquide.

Les leçons avaient ainsi la structure suivante :

- un problème technique, issu du domaine professionnel ;
- un problème scientifique, introduit par une série de phénomènes et un questionnement, puis formulation d'une hypothèse, portant sur l'influence des paramètres ou des relations entre grandeurs ;
- une phase expérimentale, permettant de valider ou d'invalider l'hypothèse formulée ;
- un moment de structuration, consistant en l'élaboration d'une loi ou d'une propriété du concept,
- l'utilisation du modèle pour résoudre le problème technique et d'autres problèmes.

J'ai privilégié certaines propriétés, certains cas particuliers rencontrés dans la technologie du domaine professionnel des élèves. Ainsi :

- la composition-décomposition des forces, y compris comme méthode de résolution des problèmes d'équilibres d'objets soumis à plusieurs forces. En mécanique automobile, la plupart des équilibres concernent des objets soumis à deux forces. L'équilibre d'objets soumis à plusieurs forces peut s'étudier par la décomposition des forces selon deux directions ;
- les forces de frottement, dans le cas où elles s'opposent au mouvement éventuel de l'objet, mais également où elles provoquent la mise en mouvement de l'objet. C'est à cause du frottement du sol sur les pneus que la voiture avance !
- j'ai abordé la dynamique dans l'apprentissage du concept de force, et étudié les relations entre pression, volume et température, en dépassant le programme de BEP, puisque les élèves utilisent ces connaissances en technologie (j'ai utilisé pour cela une partie de l'horaire de l'enseignement modulaire).

La connaissance du domaine professionnel m'a également amenée à prendre certaines précautions concernant :

- le vocabulaire : j'ai préféré, pour désigner les objets en interaction, le terme "objet" plutôt que celui de "solide" ou "système". En effet, ce dernier terme peut prêter à confusion, les systèmes techniques désignant en technologie des ensembles composés de plusieurs éléments. Le terme "solide" ne convient pas non plus puisque j'ai proposé d'étudier des phénomènes dans lesquels interagissent non seulement des parties solides, mais aussi des liquides et des gaz. Je n'ai pas utilisé le terme "action de ... sur" pour ne pas entretenir d'ambiguïté avec le concept d'action mécanique de la technologie.

- les propriétés : la propriété de transmission des forces au niveau d'une liaison ne pouvant faire l'objet d'un compromis avec les propriétés du concept physique, j'ai présenté en parallèle, à titre d'information dans la leçon traitant des forces réciproques, la logique et le discours de la technologie et des sciences physiques :

* en sciences physiques, en mécanique, tous les objets sont considérés de la même façon, ce sont des objets d'étude. La mécanique permet d'étudier l'équilibre ou le mouvement de ces objets en fonction des autres objets en interaction avec eux. La force permet de décrire ce qui se passe entre deux objets, force exercée par l'un des objets sur l'autre.

* en technologie, il s'agit souvent d'étudier le fonctionnement de systèmes comprenant plusieurs éléments. Les différents éléments ont une fonction dans ce fonctionnement. En mécanique, un des problèmes qui se pose est la conséquence pour un élément (d'arrivée) des mouvements d'un autre élément (de départ). Les éléments situés entre les deux ont une fonction de transmission. En technologie, on parle de forces qui se transmettent d'un élément à un autre.

L'évaluation, qui a consisté en des tests avant et après apprentissage, et des entretiens auprès d'élèves ayant suivi les séquences, montre que les élèves ont progressé dans leur représentation des phénomènes en jeu dans le véhicule automobile. Ils mentionnent dans les entretiens de très nombreux objets où interviennent des forces, des systèmes qui fonctionnent selon le principe du levier et la "démultipliation" des forces (système de freinage par exemple), ou encore les systèmes hydrauliques et hydropneumatiques qui mettent en jeu la relation entre force et pression. Dans le test initial, ils expliquaient massivement le comportement d'une voiture sur une route (d'abord arrêtée sur une route en pente, puis roulant à vitesse constante et enfin freinant sur une route horizontale) en faisant intervenir les freins ou l'accélérateur, une partie mentionne les frottements dans le test final. Les élèves ont perçu et apprécié le lien avec leur domaine professionnel, en particulier en ce qui concerne les stratégies pédagogiques proposées, le problème technique posé au début des leçons et l'émission d'hypothèses suivie d'une validation expérimentale. L'un d'eux conclut "c'est ça qu'on nous a appris à faire en physique, une démarche de diagnostic". Une majorité d'entre eux affirme que les séquences ont constitué une aide pour leur formation professionnelle. Les sciences physiques ont ainsi été source de motivation pour les élèves, qui y ont trouvé un sens. Cette démarche demanderait à être poursuivie pour d'autres concepts et d'autres domaines professionnels.

Un article sur ce thème doit prochainement paraître dans le numéro 34 de la revue de didactique des sciences de l'INRP : ASTER.

Le texte de ma thèse et les leçons sur force et pression sont disponibles au Centre Ressources maths-sciences de l'académie de Créteil, au lycée Marx Dormoy à Champigny.

Béatrice Jouin PLP2 au lycée J-P. Timbaud, Aubervilliers.