APPORTS DE LA TAD POUR L'ETUDE DES CONDITIONS DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ENERGIE EN 1° ANNEE D'UNIVERSITE EN TURQUIE

Aysegul SAGLAM-ARSLAN
Karadeniz Technical University/Turquie
e-mail : asaglam-arslan@ktu.edu.tr
Mehmet Altan KURNAZ
Karadeniz Technical University/Turquie
e-mail : altankurnaz@mynet.com

Axe 1

Résumé
L'objectif de ce travail est de caractériser les choix didactiques de l'enseignement du concept d'énergie en première année universitaire en Turquie.
La plupart des travaux portant dans notre pays, sur l'apprentissage d'un concept sont centrés sur l'étude des *misconceptions* des apprenants. L'objet de notre travail était, dans ce contexte, de montrer les apports de la théorie anthropologique de la didactique qui mettent en évidence les effets du rapport institutionnel à un objet de savoir (ici, l'énergie) au rapport personnel des étudiants.
Pour réaliser ce travail nous nous sommes placés plus précisément dans le cadre de l'approche praxéologique : nous nous sommes appuyés particulièrement sur l'ouvrage choisi par le responsable du module universitaire afin d'identifier les tâches proposées aux étudiants, les techniques associées à ces tâches et les éléments technologico-théoriques engendrant et justifiant ces techniques.
Dans cette communication nous nous focalisons particulièrement sur les types de tâches proposés aux étudiants.
Cette étude nous permet d'identifier deux caractéristiques essentielles de cet enseignement : la faiblesse du travail conceptuel à propos de l'objet énergie et l'abondance des types de tâches relatifs aux calculs numériques.

1. Introduction

Né en physique, le concept d'énergie est également présent dans d'autres disciplines: les sciences naturelles, les sciences de la société, sciences économiques et sociales. Ces différentes disciplines entretiennent des rapports différents à ce concept :

> *Les sciences physiques introduisent et formalisent le concept d'énergie qui est fondamental pour la discipline. Les sciences naturelles utilisent le concept pour expliquer le vivant, analyser son fonctionnement. Les sciences de la société, histoire, géographie, sciences économiques et sociales, se préoccupent de l'usage que les hommes et les sociétés ont fait ou font des sources d'énergie.* » (Darot, 1986 cité par Bùi Thị, 2005)

Créé pour quantifier les interactions entre différents phénomènes le concept d'énergie, selon Martinas (2005), est considéré presque toujours des manières très différentes. En effet il s'agit d'un concept relativement abstrait qui n'a pas une seule définition acceptée par les scientifiques (Sefton, 2006). Ces caractéristiques du concept d'énergie peuvent être une source de difficultés pour les apprenants. Un regard rapide aux travaux antérieurs met en évidence l'existence de difficultés, d'obstacles et de conceptions erronées des apprenants au concept d'énergie (Watts, 1983; Warren, 1983; Kemp, 1984; Nicholls & Ogborn, 1993; Goldring et Osborne, 1994 ; Odell, 1997). A ce propos certaines recherches visent à décrire la manière la plus correcte et la plus efficace d'enseignement de ce concept (Kemp, 1984; Warren, 1986; Solomon, 1986; Brook et Wells 1988; Trumper, 1990; Viglietta, 1990; Huis et Berg, 1993), tandis que d'autres s'intéressent à découvrir les conditions de l'enseignement de l'énergie ainsi que ses effets sur l'apprentissage de ce même concept (Duit, 1984; Domènech et al. 2001).

Les résultats des travaux cités ci-dessus montrent qu'il existe des problèmes notables à propos de l'enseignement et l'apprentissage du concept d'énergie au niveau du collège et du lycée. Ces travaux montrent aussi l'absence des recherches faites au niveau universitaire. Est-ce que les problèmes détectés au niveau secondaires sont transposables au niveau supérieur? Cette question comporte deux aspects : un premier se focalise sur les conditions de l'enseignement du concept d'énergie alors que l'autre vise à décrire les conditions de l'apprentissage de ce même concept.

Dans ce travail nous nous limitons au premier aspect et à une seule discipline, à savoir la science physique. Le but essentiel de ce travail est donc d'identifier, par une analyse praxéologique, les caractéristiques de l'enseignement du concept d'énergie en première année de l'université, autrement dit, les caractéristiques du rapport institutionnel à l'objet énergie dans l'institution I : enseignement de l'énergie en première année universitaire en Turquie.

2. Problématique et méthodologie du travail

Pour réaliser ce travail nous nous plaçons dans le cadre de la théorie anthropologique de la didactique développée par Chevallard (1989). Ce cadre théorique nous permet d'introduire la notion fondamentale de rapport institutionnel pour identifier les conditions de l'enseignement du concept d'énergie dans l'institution I.

Ce travail cherche donc, dans un premier temps, des éléments de réponses à la question suivante : Quelles sont les caractéristiques du rapport institutionnel à l'objet énergie dans I? Avant de nous intéresser plus précisément à celles du rapport personnel des étudiants sujets de I.

Etant donnée l'absence de programmes officiels au niveau universitaire et de manuels utilisés systématiquement au niveau national turc, nous avons analysé l'ouvrage, intitulé *Serway Physics* (Turkish press, fifth edition), choisi par le responsable du module universitaire. Pour analyser ce manuel nous avons décidé d'utiliser l'approche praxéologique. Ce choix a été fait car cette approche propose une méthode d'analyse détaillée des caractéristiques de l'enseignement d'un objet de savoir dans une institution précise :

> *Le rapport institutionnel à un objet, pour une position institutionnelle donnée, est façonné et refaçonné par l'ensemble des tâches que doivent accomplir, par des techniques déterminées, les personnes occupant cette position […]".* (Bosch et Chevallard, 1999).

En lien avec la notion de praxéologie, nous nous sommes posés les questions suivantes : Quels types de tâches caractérisant l'étude du concept d'énergie sont-ils abordés ? Quelles sont les techniques les accompagnant ? Quels sont les discours technologiques qui justifient, expliquent ces techniques ? Existe-t-il des théories expliquant ces technologies ?

Dans cette communication, nous nous contentons d'apporter des éléments de réponses à la première question portant sur les types de tâches. Ceci nous donnera des indices à propos des choix didactiques de l'institution I à propos de l'enseignement de notre objet d'étude.

3. Analyse des Caractéristiques de l'Enseignement Actuel du Concept d'Energie

L'analyse du corpus universitaire montre que notre objet d'étude se trouve dans deux parties du manuel intitulées "Travail et Energie Cinétique" et "Energie Potentielle et Principe de Conservation de l'Energie ".

L'analyse des exercices et des problèmes non résolus nous permet de répertorier 293 tâches. Ces tâches se classent en 50 types de tâches ponctuelles dont les plus fréquemment rencontrés (plus de 10 fois) sont présentés dans le tableau suivant.

	Types de Tâches	Effectif des tâches	%
T_1	Calculer la vitesse d'un système	44	%15
T_2	Calculer le travail d'une force	42	%14
T_3	Calculer l'allongement *a* d'un ressort	17	%06
T_4	Trouver la force nette s'exerçant sur un système	13	%04.3
T_5	Calculer l'énergie potentiel d'un système à un instant *t*	11	%03.7

Tableau 1 – Répartition générale des différents types de tâches les plus fréquemment observés

On peut déjà constater que parmi les 5 types de tâche les plus souvent rencontrés qui représentent 43% des 293 tâches proposées, 4 sont relatifs aux calculs numériques.

La prédominance du calcul

Pour aller plus loin, et pour identifier les principales attentes institutionnelles nous avons cherché les principales caractéristiques des différents types de tâche proposées par l'institution.

L'étude des 50 types de tâches précédemment identifiées permet de distinguer quatre principales caractéristiques[1].

- Type de tâches se résolvant par des techniques de calcul numérique s'appuyant sur des formules physiques (noté : calcul).
- Type de tâches exigeant la mise en fonctionnement, pour un système physique donné, d'éléments technologico-théoriques explicités dans le cours, pour expliquer un phénomène (noté : explication).
- Type de tâches demandant de comparer certaines caractéristiques énergétiques de deux ou plusieurs systèmes physiques par des techniques diverses (noté : comparaison).
- Type de tâche exigeant l'utilisation ou l'interprétation d'un graphique et donc la mise en œuvre d'un changement de registre (noté : changement de registre).

Principale caractéristique du type de tâche		Effectif (%) des tâches correspondantes
1	Calcul	250 (%85.32)
2	Explication	25 (%8.53)
3	Comparaison	12 (%4.1)
4	Changement de registre	6 (%2.05)

Tableau 2 - Classification des tâches rencontrées

[1] Dans la suite dans notre travail (que nous ne présentons pas dans cette communication), nous reprenons ces caractéristiques lors de l'étude des principales praxéologies enseignées.

Le tableau précédent montre que les tâches les plus fréquemment proposées (%85.32) se résolvent par un calcul numérique et que les tâches exigeant un changement de registre sémiotique au sens de Duval (1993) viennent en dernier lieu. Les tâches nécessitant une explication à propos de certaines caractéristiques d'un système ou une comparaison entre différentes propriétés d'un ou plusieurs systèmes sont fortement minoritaires.

Ceci débouche sur le fait que les attentes institutionnelles portent essentiellement sur la réalisation de travaux qui nécessitent l'application d'une formule ou d'une loi physique puis des calculs mathématiques dits simples. Autrement dit une première caractéristique du rapport institutionnel à l'objet énergie dans I est l'accent mis sur les calculs plutôt que sur l'étude des phénomènes physiques et notamment du concept énergie et de ses différentes représentations.

Le statut outil-objet

Le résultat ci-dessus, qui nous interroge sur la place des travaux conceptuels sur l'énergie, nous a conduits à nous interroger sur le statut de l'énergie dans des problèmes proposés. Pour cela, nous avons classé les types de tâches en fonction du statut, objet ou outil, du concept d'énergie dans ces dernières.

Nous considérons que le concept est intervient dans son aspect objet si l'accomplissement du type de tâche porte sur des caractéristiques de ce concept (ex : calculer l'énergie d'un système, expliquer la transformation de l'énergie se réalisant dans un système). Nous dirons que le concept intervient en tant qu'outil si l'accomplissement du type de tâche débouche sur des résultats qui ne sont pas forcément relatifs à ce concept (ex : calculer l'accélération ou la vitesse d'un système physique).

Le tableau suivant montre les sujets avec lesquels les types de tâches sont en relation.

	Sujet physique avec lequel les types de tâches sont en relation	**Effectif (%)**	
Objet	le travail	6	12%
	l'énergie cinétique	5	10%
	la puissance	3	6%
	l'énergie potentielle	2	4%
	la conservation de l'énergie	2	4%
	Autres	3	6%
	TOTAL	21	42%
Outil	la force exercée sur un système	6	12%
	la vitesse instantanée ou moyenne d'un objet	5	10%
	la distance parcourue	4	8%

	les constantes physiques	4	8%
	la masse d'un objet	1	2%
	TOTAL	20	40%
Autre	types de tâches non relatifs au concept d'énergie	9	18%

Tableau 3 –Regroupement des types de tâches selon le statut de l'énergie

L'un des premiers résultats apparaissant sur ce tableau porte sur la quasi-égalité entre le nombre de types de tâches où est en jeu le statut objet de l'énergie et celui des types de tâches où intervient le statut d'outil.

Ce tableau récapitulatif témoigne également de l'existence en nombre non négligeable de types de tâches qui ne sont pas relatifs au concept d'énergie : ces derniers types de tâches se focalisent plutôt sur des sujets étudiés antérieurement, comme calculer l'accélération d'un système, trouver la raideur *k* d'un ressort élastique, etc.

En fait les types de tâches routinières dans I nécessitent, soit de calculer l'énergie (cinétique ou potentielle) d'un système, soit d'utiliser l'expression d'énergie comme un outil pour atteindre un autre but (par exemple calcul de vitesse …).

De plus, ces types de tâches calculatoires sont parfois accompagnés d' « aides » à la résolution qui proposent soit une formule à appliquer, soit une technique à mettre en œuvre, soit les hypothèses à faire sur le système à étudier.

Ces résultats confirment la faiblesse relative, dans I, du travail conceptuel à propos du concept d'énergie.

On peut donc se demander comment le rapport institutionnel existant dans I, centré sur le calcul, permet aux étudiants de donner du sens au concept d'énergie :

- Quels liens font-ils entre les différentes variétés d'énergie (potentielle, cinétique, électrique, etc.) ?
- Peuvent-ils expliquer la conservation d'énergie d'un système ?
- Peuvent-ils passer d'une représentation de l'énergie à une autre, ce qui est fondamental pour l'apprentissage de ce concept,
- Peuvent-ils faire le lien entre les concepts de force, de travail, d'énergie
- …

On peut également se demander si les étudiants accomplissent avec succès les tâches de calcul routinières dans I.

4. En guise de conclusion

Revenons au questionnement initial qui nous a conduit à mener ce travail. Comme nous l'avons souligné précédemment nous voulions mettre en évidence les caractéristiques générales de l'enseignement du concept d'énergie en 1° année universitaire.

Dans cette communication, nous nous sommes focalisés particulièrement sur les types de tâches proposés aux étudiants. En effet la précision des types de tâches présentes et la caractérisation des tâches routinières, relativement à un objet de savoir précis, permet de connaître les attentes institutionnelles au niveau de l'apprentissage de ce même objet.

Malgré la présence d'un grand nombre de types de tâches, on peut constater la quasi-absence de types de tâches exigeant une étude conceptuelle de l'énergie ainsi que la part très grande prise par les types de tâches de calcul par rapport aux autres types de tâches. Ces résultats sont compatibles avec les résultats d'autres recherches (Goldring et Osborne, 1994).

Références

Bosch M., Chevallard Y. (1999), La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 19(1) 77-123, Grenoble : La pensée Sauvage.

Brook, J. A. and Wells P. (1988), Conserving the circus? An alternative Approach to the Teching and Learning about Energy, *Physics Education*, 23 (2), pp. 80-85.

Bùi Thị H. (2005) *Une étude didactique de la vie de l'Energie dans l'enseignement de la Physique, en France et au Vietnam: Des décalages entre savoirs à enseigner au Lycée et savoirs de la formation universitaire, peuvent-ils être source de difficultés pour les enseignants ?* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier-Grenoble.

Chevallard Y. (1989b), Le concept de rapport au savoir. Rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel, *Actes du séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique année 1988-1989*, LSD-IMAG, Grenoble, 211-236.

Domènech, J. L., Gil-perez, D., Gras-marti, A., Torregrosa, J.M., Guisasola, G., Salinas, J., (2001), Energy: How it is Taught and How it Might Be, *Third International Conference of the EUROPEAN Science Education Researh Association E.S.E.R.A "Science Education Research in the Knowledge Based Society*", Thessaloniki, Greece.

Duit, R. (1984), Learning to the Energy Concept in School-Empirical Results from The Philippines and West Germany, *Physics Education*, 19 (2), pp. 59-66.

Duval, R. (1993), Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée, *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*- IREM de Strasbourg, 5, 37-65.

Goldring, H. and Osborne, J. (1994), Students' Difficulties with Energy and Related Concepts, *Physics Education*, 29 (1), pp. 26-32

Huis C. and Berg E. (1993), Teaching energy: a systems approach, *Physics Education*, 28 (3) pp. 147-153.

Kemp, H. R. (1984), The Concept of Energy without Heat or Work, *Physics Education*, 19(5), pp. 234-240.

Kurnaz (2007), Universite 1. sınıf seviyesinde enerji kavramının öğretim ve öğrenim durumlarının analizi. Mémoire de DEA, Karadeniz Technical University.

Martinas, K. (2005), Energy in Physics and in Economy. Energy in Physics and in Economy, *Interdisciplinary Description of Complex Systems (INDECS)*, vol. 3(2), pp.44-58.

Nicholls, G. & Ogborn, J., (1993), Dimensions of Children's Conceptions of Energy, *İnternational Journal Of Science Education*, 15, 73-81.

Odell, J.L. (1997), Student Understanding of Conservation of Energy and Mass in Introductory University Science Courses, Mémoire de DEA, University of Maine- Orono.

Sefton, I. (2004), Understanding Energy, *Proceedings of 11th Biennial Science Teachers' Workshop*, June 17 and 18, The University of Sydney.

Solomon, J. (1986), When should we start teaching physics?, *Physics Education*, 21 (3), pp.152-154.

Trumper, R. (1990), Energy and a Constructivist Way of Teaching, *Physics Education*. 25 (4) pp. 208-212.

Viglietta, L. (1990), Efficiency in the Teaching of Energy, *Physics Education*, 25 (6), pp. 317-321.

Warren, J. W., (1983), Energy and Its Carriers: A Critical Analysis, *Physics Education*, 18 (5), pp. 209-212.

Warren, J. W. (1986), At What Stage Should Energy Be Taught?, *Physics Education*, 21 (3), pp. 154-156.

Watts, D.M. (1983), Some Alternative Views on Energy, *Physics Education*, 18 (5), pp. 213-217.