



RDST

Recherches en didactique
des sciences et des technologies

N° 8
2013

Activité d'élèves, activité d'enseignants en éducation scientifique et technologique

Dossier coordonné par
Jacques GINESTIÉ & André TRICOT

Dossier

- Jacques GINESTIÉ & André TRICOT
Activité d'élèves, activité d'enseignants en éducation scientifique et technologique 9
- Gilles ALDON & Karine BÉCU-ROBINAULT
Modélisation et représentations des états de l'eau par des élèves de SEGPA..... 23
- Dominique BELLEC & André TRICOT
Étude des systèmes techniques en enseignement secondaire : apports de la théorie de la charge cognitive..... 47
- Serge FRANC, Christian REYNAUD & Abdelkrim HASNI
Apprentissages en éducation à la biodiversité à l'école élémentaire : savoirs et émotions au sujet des arthropodes 65
- Isabelle KERMEN & Marcia Teixeira BARROSO
Activité ordinaire d'une enseignante de chimie en classe de terminale..... 91
- Éliane PAUTAL, Patricia SCHNEEBERGER & Patrice VENTURINI
De l'action à l'activité d'enseignants et d'élèves : une aide pour comprendre l'enseignement et l'apprentissage en sciences du vivant.....137

Compte rendu d'innovation

- Jean-François PABA, Jacques GINESTIÉ & Marie AGOSTINI
Enseigner le concept de milieu : exemple de processus d'aide à la prise en compte des conceptions initiales des élèves 139

Varia

- Dimitrios KOLIOPOULOS, Jean-Marie BOILEVIN, Sotiris DOSSIS, Eleni PARASKEVOPOULOU & Konstantinos RAVANIS
Rapport au savoir scientifique de futurs professeurs des écoles en France et en Grèce : le cas du pendule 163
- María-Eugenia SALAMANCA-ÁVILA, Mariane FRENAY, Cécile VANDER BORGHT & Thierry HANCE
Transformation de la représentation des concepts scientifiques en écologie chez des étudiants de l'enseignement supérieur 189

Rapport au savoir scientifique de futurs professeurs des écoles en France et en Grèce : le cas du pendule

Dimitrios KOLIOPOULOS

Université de Patras (Grèce)

Jean-Marie BOILEVIN

Université de Bretagne occidentale, EA CREAD

Sotiris DOSSIS

Eleni PARASKEVOPOULOU

Konstantinos RAVANIS

Université de Patras (Grèce)

RÉSUMÉ • Dans cet article, nous présentons les résultats d'une étude empirique visant l'identification des rapports personnels au savoir scientifique « pendule » d'étudiants grecs et français, futurs professeurs du primaire, avant d'envisager la construction d'un dispositif de formation commune. Préalablement à l'organisation d'une telle formation, il convient cependant d'identifier les assujettissements sensibles des sujets de la formation, assujettissements qui peuvent fonctionner en obstacle ou en appui à cette formation. Nous avons alors choisi le cas du pendule comme représentant des objets de savoir scientifique car il s'avère très favorable à une analyse simultanément culturelle, conceptuelle et méthodologique. Les résultats présentés ici mettent en évidence différents assujettissements. Nous analysons et discutons les similitudes et les différences de ces assujettissements dans l'institution grecque et dans l'institution française.

MOTS-CLÉS • Connaissance scientifique, pendule, rapport au savoir, institution.

Introduction

Face au phénomène de désaffection pour les sciences et/ou les études scientifiques, de nombreux rapports d'origine institutionnelle (par exemple, High Level Group on Science Education, 2007) préconisent de modifier les programmes scolaires et les méthodes d'enseignement (Boilevin, 2013). La formation des maîtres, et notamment celle des enseignants du primaire, devient alors cruciale pour

réhabiliter l'enseignement des sciences. Mais différents phénomènes peuvent intervenir dans la transposition didactique réalisée par les enseignants (Chevallard, 1991). On peut penser, par exemple, que leurs conceptions sur la science et ses méthodes ainsi que sur les savoirs scientifiques eux-mêmes peuvent jouer un rôle important. Pour envisager de nouveaux projets d'enseignement ou de nouveaux curricula, il semble alors nécessaire de prendre en considération le rapport des futurs enseignants aux objets de savoir et le rapport institutionnel à ces savoirs (Chevallard, 1992, 2003).

Cette étude se situe dans le cadre d'un projet de développement d'une formation commune de niveau master pour des étudiants grecs et français se destinant à devenir enseignant du primaire (master conjoint franco-hellénique). Cette formation vise en particulier le développement de savoirs en sciences pour promouvoir l'éducation scientifique à l'école.

Il existe de nombreux objets de savoirs scientifiques qui pourraient être étudiés dans cette formation commune : l'énergie, le temps, les modèles en sciences, etc. Nous faisons le choix de l'objet « pendule » comme un représentant pertinent de l'objet de savoir scientifique « temps ». En effet, certains chercheurs (Flandé, 2000, 2003 ; Sommerville, 1974) soutiennent que le phénomène du mouvement du pendule constitue ou devrait constituer un objet d'enseignement et/ou de formation important car il permet de mettre en valeur toutes les dimensions du savoir scientifique de façon parfaitement claire : la dimension culturelle (par exemple, sa relation avec la mesure exacte du temps ou la mise en valeur du cadre historique de la production du savoir scientifique qui y est liée), la dimension conceptuelle (par exemple, l'analyse du problème du mouvement isochrone du pendule) et la dimension méthodologique (par exemple, le contrôle des facteurs qui influencent la période du pendule) (Matthews, 2000 ; Koliopoulos & Constantinou, 2005 ; Dossis & Koliopoulos, 2005, 2007). Ces trois dimensions du savoir scientifique permettent alors de définir le rapport au savoir dans l'institution universitaire de formation.

Si on fait l'hypothèse que le thème du pendule doit faire partie du programme de formation des futurs enseignants du primaire, alors il convient de faire le point sur les connaissances préalables des étudiants se préparant à la fonction de professeur des écoles, relativement aux savoirs liés au pendule, et de repérer comment ces rapports pourraient éventuellement être utilisés pour exprimer les contenus de formation.

Le présent travail se réfère à une étude empirique visant la détermination des dimensions de ces rapports auprès d'étudiants – futurs professeurs des écoles – en France et en Grèce. Plus précisément, sont présentés ici les résultats de l'analyse des réponses à un questionnaire, à visée comparative, administré à des étudiants français de première année d'IUFM d'une part (avant la réforme obligeant les futurs enseignants à posséder un master pour être titularisé) et, d'autre part, des étudiants grecs en maîtrise de sciences de l'éducation.

Mais avant cette présentation, nous exposons les cadres théoriques utilisés (par rapport à l'objet « pendule » et par rapport au concept de « rapport au savoir »), puis la question de recherche et la méthodologie mise en œuvre.

1. Problématique théorique

Les institutions de formation auxquelles appartiennent les étudiants interrogés sont différentes. En Grèce, les étudiants se destinant à devenir enseignant du primaire suivent un cursus de sciences de l'éducation de type simultané où la formation disciplinaire et la formation pédagogique et didactique ont lieu en même temps (Ravanis *et al.*, 2010, 2011). En France, les étudiants doivent d'abord obtenir une licence disciplinaire avant de suivre une formation pédagogique et didactique ; la formation est de type successif (Chevallard & Cirade, 2009 ; Levain & Minary, 2010). Pour tenir compte de ces contextes institutionnels différents, il nous a semblé pertinent de situer notre étude dans un cadre théorique du rapport au savoir.

1.1. *Le pendule et les trois dimensions du savoir scientifique*

Dans l'histoire de l'appréhension et de la mesure du « temps qui passe », l'horloge à pendule (ou horloge à balancier) est précédée par différents types d'horloges : le cadran solaire, l'horloge à eau (clepsydre), le sablier et l'horloge mécanique. La faiblesse évidente des cadrans solaires et des horloges hydrauliques pour mesurer le temps (en fait, le cadran solaire repère un moment dans la journée alors que les horloges à eau repèrent des durées) avec précision a été corrigée dans une certaine mesure par les horloges mécaniques, apparues au début du XIV^e siècle. Celles-ci contribuèrent au passage du temps de l'Église et de l'heure inégale au temps séculier et aux heures identiques. Cependant, la grande faiblesse du mécanisme d'échappement des horloges mécaniques était que ledit mécanisme ne disposait pas d'une fréquence d'oscillation naturelle. S'occupant de « problèmes de longitudes géographiques », Galilée proposa une horloge mécanique remplaçant l'ancien mécanisme d'échappement par le pendule. D'après Matthews (2000), l'horloge pendulaire apparaît, d'une part, comme une solution à un problème culturel technologique et, d'autre part, comme le produit de l'analyse scientifique du mouvement du pendule, telle qu'elle apparaît dans le travail de Galilée (en particulier dans son texte *L'usage du cadran de l'horloge ou physique universel*, publié à Paris en 1939). Les éléments de base de cette analyse sont liés tant à la dimension conceptuelle qu'à la dimension méthodologique du savoir scientifique. Sur le plan conceptuel, la notion du mouvement isochrone du pendule est fondamentale et précède historiquement et logiquement toute analyse en termes de « forces » ou d'« énergie » qui, en appui sur une réflexion mathématique, peut la démontrer. Cette notion, qui apparaît dans ses œuvres *De Motu* (1590), *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1633) et *Discours concernant deux sciences nouvelles* (1638), découle à la fois de la « loi de la longueur » et de « la loi de l'amplitude » du pendule. Près de 50 ans après sa mort, le travail de Huygens a complété et corrigé

les principaux résultats de Galilée en montrant, en particulier, que la cycloïde, et non la courbe circulaire, est la courbe isochronique (Matthews, 2000).

Par ailleurs, sur le plan méthodologique, le travail de Galilée montre que l'explication mathématique précède toute démonstration empirique du mouvement isochrone du pendule. « L'expérience peut suggérer l'explication ou elle peut confirmer ou illustrer l'explication, mais elle n'est pas l'explication elle-même » (Matthews, 2000, p. 112). Le concept de mouvement isochrone naît donc au moment même où une nouvelle approche méthodologique des phénomènes physiques a pour résultat de transformer les objets « naturels » en objets des « sciences physiques » (Baltas, 1990).

Finalement, les trois dimensions du savoir scientifique (culturelle, conceptuelle, méthodologique) qui apparaissent dans le cas du pendule permettent de définir, d'une certaine façon, un rapport au savoir scientifique dans l'institution universitaire.

1.2. Théorie du rapport au savoir

Depuis une vingtaine d'années, la notion de rapport au savoir fait l'objet de recherches dans les milieux francophones de l'éducation. Très tôt, cette notion a croisé le champ de recherche des didactiques des disciplines (Maury & Caillot, 2003). Parmi les différentes théorisations développées, on peut distinguer trois approches distinctes : une approche clinique d'inspiration psychanalytique (Beillerot, Blanchard-Laville & Mosconi, 1996), une approche sociologique ou socio-anthropologique (Charlot, 1997 ; Charlot, Bautier & Rochex, 1992) et une approche anthropologique (Chevallard, 1992, 2003).

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi l'approche anthropologique des savoirs comme cadre théorique. Dépassant le modèle du sujet épistémique, la théorie anthropologique du didactique développée par Chevallard (1992, 2003), initialement en didactique des mathématiques, tente de prendre en compte les différences individuelles et les différents rapports qu'entretient un individu en fonction de l'institution dans laquelle il se trouve. Cette théorie distingue le rapport personnel aux objets de savoir construit par un sujet dans une institution donnée et le rapport institutionnel aux savoirs. Dans le cadre des enseignements scientifiques, cette approche théorique permet de rendre compte des effets des institutions sur le rapport personnel à un objet de savoir (Chartrain, 2003 ; Jegou-Mairone, 2009 ; Roustan-Jallin, Ben Mim & Dupin, 2002 ; Venturini *et al.*, 2004).

Cette théorie s'appuie sur plusieurs notions fondamentales (objet, institution, rapport institutionnel, rapport personnel, personne, assujettissement, etc.) que nous présentons succinctement. Un objet est « toute entité, matérielle ou immatérielle, qui existe au moins pour un individu » (Chevallard, 2003, p. 81). Le système de toutes les interactions qu'un individu peut avoir avec un objet (savoirs, savoir-faire, conceptions, compétences, images mentales, fantasmes, etc.) constitue son rapport personnel à l'objet. Le couple formé par un individu et le système de ses rapports personnels, à un moment donné de son histoire, constitue une personne.

Ce système des rapports personnels d'un individu évolue au cours du temps : « des objets qui n'existaient pas pour lui se mettent à exister ; d'autres cessent d'exister ; pour d'autres enfin le rapport personnel change » (Chevallard, 2003, p. 82).

« Une institution est un dispositif social "total" qui peut certes n'avoir qu'une extension très réduite dans l'espace social (il existe des "micro-institutions"), mais qui permet – et impose – à ses sujets, c'est-à-dire aux personnes qui viennent y occuper les différentes positions offertes dans l'institution, la mise en jeu de manières de faire et de penser propres » (Chevallard, 2003, p. 82). Selon ce point de vue, une classe, l'école, l'université, la famille ou encore la vie quotidienne, sont des institutions dans lesquelles différentes positions peuvent être occupées. Ainsi, en formation scientifique universitaire, peut-on évoquer la position d'enseignant-chercheur et celle d'étudiant. Mais un même individu appartenant à différentes institutions, son rapport personnel à un objet de savoir particulier peut être considéré comme un ensemble complexe de ses rapports aux objets dans le cadre des diverses institutions dans lesquelles il est inséré. Il est en ainsi du rapport personnel à l'objet de savoir « pendule » de chaque étudiant qui se développe à partir de son expérience à l'université mais aussi à partir de ses environnements quotidiens ou familiaux. « Dès sa naissance, tout individu est ainsi assujéti à – c'est-à-dire à la fois soumis à et soutenu par – de multiples institutions [...]. D'une manière générale, c'est par ses assujétissements, par le fait qu'il est le sujet d'une multitude d'institutions, que l'individu se constitue en une personne » (Chevallard, 2003, p. 83).

On appelle rapport institutionnel à un objet, défini pour une position, le rapport à l'objet qui devrait être idéalement celui des sujets de l'institution dans cette position. L'assujétissement de l'individu à une institution (re)modèle ou participe à la construction de son rapport personnel aux différents objets connus de l'institution. Par exemple, on peut considérer que les étudiants futurs enseignants du primaire, placés dans l'institution universitaire, devraient posséder des rapports à l'objet de savoir « pendule » conformes au rapport de l'institution université relativement à cet objet, s'appuyant sur les trois dimensions culturelle, conceptuelle et méthodologique. Ainsi, pour Chevallard, le sujet apprend en se conformant à un rapport institutionnel et finalement, « l'univers cognitif d'une personne est le fruit de l'assujétissement de [celle-ci] à une multitude changeante de positions institutionnelles, occupées par [cette personne] simultanément ou successivement » (Chevallard, 2003, p. 88).

Tout projet de formation cherche à modifier l'univers cognitif des sujets de cette formation, en visant la mise en conformité des rapports individuels des sujets dans cette institution aux rapports définis par cette institution relativement aux objets de savoir. Ainsi, « parce qu'elle prétend construire de nouveaux rapports, toute formation est potentiellement destructrice des rapports personnels qui pourraient faire obstacle à la mise en place des rapports visés, tandis que, en sens inverse, elle vient conforter certains rapports anciens, qui fonctionnent alors comme autant de

points d'appui de la formation projetée. L'organisation d'une formation suppose donc l'identification des principaux assujettissements sensibles des sujets de la formation, c'est-à-dire de ces assujettissements qui fonctionneront en obstacle ou en appui à la formation. Une telle identification conduit en fait à repérer, non des individus, mais des "espèces" de personnes, catégories définies par le fait de partager les mêmes assujettissements sensibles » (Chevallard, 2003, p. 93).

La théorie anthropologique du didactique développée par Chevallard permet ainsi de rendre compte des effets des institutions sur le rapport personnel à un objet de savoir et de dépasser le cadre du sujet épistémique souvent à l'œuvre en didactique des sciences. En effet, pour indiquer en quoi l'approche anthropologique de « rapport au savoir » permet de dépasser une approche strictement cognitiviste de la « connaissance », Maury et Caillot (2003, p. 20) notent que « toutes importantes qu'elles soient, les études portant sur les conceptions, ne prennent pas réellement en compte, de manière directe en tout cas, les effets du contexte institutionnel dans lequel se déroule les apprentissages. Elles apportent certes un éclairage très intéressant sur la relation élève/savoir, mais cet éclairage est insuffisant pour rendre compte de ce qui se noue réellement entre l'élève et le savoir dans la relation didactique », et nous ajoutons, dans une institution donnée.

1.3. Questions de recherche

La formation commune envisagée pour des étudiants français et grecs nécessite la construction de nouveaux rapports à l'objet de savoir scientifique pour promouvoir l'éducation scientifique à l'école. L'étude qui est présentée ici vise donc à repérer les principaux assujettissements des étudiants, futurs professeurs des écoles, à propos de l'objet pendule, lui-même représentant de l'objet savoir scientifique.

Nous souhaitons étudier les rapports des étudiants relativement aux trois dimensions du savoir scientifique et comment ses rapports évoluent (ou non) en regard du rapport institutionnel dans la perspective de la formation commune.

Les questions de recherche peuvent donc être énoncées ainsi : les rapports au savoir scientifique de futurs professeurs des écoles sont-ils identiques dans les institutions universitaires grecque et française ? Quelles sont les similitudes et les différences, si elles existent, et comment pourrait-on utiliser ces résultats comme base de planification pendant la formation commune envisagée ?

2. Le rapport personnel au savoir scientifique de futurs enseignants grecs et français concernant l'objet pendule

2.1. Méthodologie

L'échantillon est constitué de 100 futurs enseignants grecs et de 167 futurs enseignants français, soit un total de 267.

Dans le cadre de la présente étude, un questionnaire *ad hoc* est proposé aux étudiants avant l'enseignement concernant le phénomène du pendule. Il s'agit d'un

questionnaire légèrement modifié pour les besoins de cette recherche qui avait été créé dans le cadre d'une recherche plus vaste concernant l'enseignement du pendule simple au niveau du collège grec (Dossis & Koliopoulos, 2005, 2007 ; Koliopoulos, Dossis & Stamoulis, 2007). Ce questionnaire est organisé en trois groupes de questions. Le premier vise à déterminer les rapports aux savoirs des étudiants relativement à la composante culturelle du savoir scientifique, le second renvoie aux rapports aux savoirs relativement à la dimension conceptuelle et le troisième fait référence aux rapports aux savoirs relativement à l'aspect méthodologique. Chaque groupe est composé de trois questions fermées et les étudiants sont invités à justifier leur réponse pour plusieurs d'entre elles. Le texte complet du questionnaire figure dans l'annexe et en même temps sont notées les réponses considérées comme « correctes ». Les raisons pour lesquelles ces réponses sont considérées comme « correctes » sont commentées brièvement dans les paragraphes suivants.

Par les questions à caractère culturel on cherche à comprendre si les étudiants reconnaissent certains instruments de mesure du temps (q1), connaissent l'historicité de leur évolution (q2) et reconnaissent et justifient la possibilité qu'a le mécanisme de l'horloge à pendule de mesurer le temps avec une plus grande précision que le cadran solaire ou le sablier (q3). Ces questions pourraient nous indiquer si les étudiants possèdent un rapport au savoir concernant la relation du pendule avec une de ces caractéristiques culturelles : la mesure du temps. Un des objectifs est d'étudier si les étudiants connaissent les divers mécanismes utilisés historiquement pour la mesure du temps et notamment s'ils reconnaissent l'horloge à pendule parmi eux. Un autre objectif est de repérer si les étudiants sont capables de donner des explications pour montrer que l'horloge à pendule a émergé historiquement comme un mécanisme fiable pour mesurer le temps en raison principalement de l'augmentation de la précision fournie. Malheureusement, parmi les différents mécanismes proposés, ne figure pas l'horloge mécanique médiévale car elle n'a jamais été utilisée dans l'espace grec et nous avons donc émis l'hypothèse que ce mécanisme ne serait pas connu par les étudiants grecs.

Par les questions à caractère conceptuel, on cherche à déterminer les rapports aux savoirs des étudiants, rapports liés à la relation (qualitative) entre la période et le poids de l'objet accroché (q4), à la relation (qualitative) entre la période et la longueur du fil (q5) ainsi qu'au mouvement isochrone du pendule (q6). L'objectif ici est d'identifier le rapport au savoir des étudiants concernant les trois lois de la période d'un pendule simple (rapport au savoir développé pendant la scolarité ou pendant les études universitaires). Il convient de souligner ici que ces questions ne contrôlent pas la nature quantitative et mathématique des lois du pendule mais la dimension qualitative de façon à peu près exprimée par Galilée. Par exemple, l'objectif pour la question q6 est d'examiner si les étudiants conçoivent le mouvement isochrone (c'est-à-dire la stabilité de la période du pendule au cours du temps) de la façon dont Galilée le commente dans ses *Discours* : "truly remarkable [...] that the same pendulum makes its oscillations with the same frequency, or

very little different – almost imperceptibly – whether these are made through large arcs or very small ones along a given circumference. I mean that if we remove the pendulum from the perpendicular just one, two or three degrees, or on the other hand seventy degrees or eighty degrees, or even up to a whole quadrant, it will make its vibrations when it is set free with the same frequency in either case” (1633/1953, p. 450)¹. On pourrait justifier ce choix en affirmant que nous souhaitons plutôt savoir si les étudiants (qui par ailleurs n’ont pas fait d’études spécialisées en physique pour la plupart d’entre eux) sont capables de mobiliser un savoir scientifique approximatif, qui met en évidence les caractéristiques conceptuelles fondamentales concernant la période du pendule simple (constance au cours du temps, dépendance de la longueur du fil, indépendance du poids) que de savoir s’ils peuvent manipuler le mouvement du pendule comme un savoir scientifique appartenant au cadre conceptuel mathématisé d’oscillations linéaires.

Enfin, les questions à caractère méthodologique (q7, q8, q9), qui ne sont pas spécifiques de l’étude du pendule, devraient nous permettre de caractériser la dimension méthodologique du rapport au savoir scientifique des étudiants, par exemple la lecture de variables et la stratégie de leur séparation. Les trois questions méthodologiques sont totalement conformes au contenu du groupe des questions conceptuelles. C’est-à-dire que l’on cherche à comprendre si les étudiants sont capables d’utiliser correctement le choix méthodologique de base (contrôle des variables) permettant d’approcher le cadre conceptuel présenté ci-dessus.

Le traitement des données est réalisé à l’aide du logiciel SPSS (version 18). Pour chaque partie du questionnaire (aspects culturels, aspects conceptuels, aspects méthodologiques), nous présentons l’analyse des résultats selon quatre dimensions :

(1) Analyse globale comparative des échantillons grec et français (GR/FR). L’analyse réalisée s’appuie sur la construction de trois catégories de rapport au savoir pour chaque partie du questionnaire :

- scientifique : 3 réponses correctes sur 3 questions
- mixte : 1 ou 2 réponses correctes
- alternatif : 0 réponse correcte (et/ou « je ne sais pas »)

(2) Analyse comparative détaillée des questions sélectionnées

(3) Analyse comparative des justifications concernant les questions sélectionnées

(4) Analyse de correspondances pour les questions sélectionnées

2.2. Résultats de l’analyse

Nous présentons ci-dessous les résultats de l’analyse pour les trois parties du questionnaire.

1 « Tout à fait remarquable [...] que le même pendule accomplisse ses oscillations avec la même fréquence, ou avec très peu de différence – presque imperceptible – si elles sont faites par de grands arcs ou de très petits le long d’une circonférence donnée. Je veux dire que si on lâche le pendule de la perpendiculaire juste d’un, deux ou trois degrés, ou de l’autre côté de soixante-dix degrés ou quatre-vingts degrés, voire jusqu’à l’ensemble d’un secteur, il fera ses vibrations quand il est mis en liberté à la même fréquence dans les deux cas. ».

2.2.1. Culturel

(a) Analyse globale comparative (cf. tableau 1). Sur les 267 questionnaires recueillis, seules 261 réponses aux questions 1, 2 et 3 s'avèrent exploitables.

	GR		FR		TOTAL	
conceptions alternatives	0	0 %	0	0 %	0	0 %
conceptions mixtes	42	42,4 %	52	32,1 %	94	36,0 %
conceptions scientifiques	57	57,6 %	110	67,9 %	167	64,0 %
TOTAL	99	100,0 %	162	100,0 %	261	100,0 %

Tabl. 1 : dimension culturelle du rapport au savoir scientifique des étudiants.

Les résultats du test du chi2 [$\chi^2(1) = 2,843 ; p > 0,05$] montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français concernant les aspects culturels. Il apparaît alors que tant les étudiants grecs que les étudiants français disposent du même type de rapport au savoir pour la dimension culturelle du savoir scientifique concernant les mécanismes et les caractéristiques de la mesure du temps.

(b) Analyse détaillée de la question 3 (cf. tableau 2)

L'instrument de mesure du temps qui a la plus grande précision est ...	GR		FR		TOTAL	
i... le cadran solaire	10	10,0 %	20	12,2 %	30	11,4 %
ii... l'horloge à pendule	73	73,0 %	115	70,1 %	188	71,2 %
iii... le sablier	6	6,0 %	21	12,8 %	27	10,2 %
iv « Je ne sais pas »	11	11,0 %	8	4,9 %	19	7,2 %
TOTAL	100	100 %	164	100 %	264	100 %

Tabl. 2 : réponses des étudiants concernant la question 3.

Le tableau 2 montre que les résultats des deux échantillons sont semblables. D'ailleurs, les résultats du test du chi2 [$\chi^2(3) = 7,202 ; p > 0,05$] indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français. L'image globale concernant les aspects culturels offerte par les résultats du tableau 1 apparaît alors justifiée.

(c) Analyse des justifications concernant la question 3. Nous avons regroupé les réponses des étudiants selon six catégories (cf. tableau 3) :

- La précision de l'instrument est reliée à l'unité de mesure du temps. Par exemple : « *les minutes sont calculées ainsi que les heures* » (sujet 106) ; « *grâce aux mécanismes on peut connaître les minutes et les secondes* » (114) ;
- La précision de l'instrument est reliée à l'erreur de mesure dans un intervalle de temps. Par exemple : « *étant donné qu'il s'agit toujours de la même « quantité de temps», cela [le sablier] me semble plus précis* » (215) ;

- La précision de l'instrument est reliée au mécanisme de l'instrument. Par exemple : « *c'est le moyen le plus récent et donc le plus précis* » (122) ; « *elle [l'horloge à pendule] repose sur un principe mécanique et non sur une mesure visuelle imprécise d'ombre ou de quantité de sable* » (169) ;
- Réponses tautologiques, par exemple : « *les deux autres [instruments de mesure du temps] nous donnent l'heure à peu près, alors que la pendule nous donne l'heure exacte* » (91) ;
- Pas de justification ;
- Autre réponse non catégorisable.

Il apparaît que les justifications majoritaires (3 et 1) sont les mêmes dans les deux échantillons.

La précision de l'instrument est reliée...	GR		FR		TOTAL	
1... à l'unité de mesure du temps	30	30,0 %	53	31,7%	83	31,1 %
2. ... à l'erreur de mesure dans un intervalle de temps	0	0,0 %	4	2,4 %	4	1,5 %
3. ... au mécanisme de l'instrument	40	40,0 %	58	34,7 %	98	36,7 %
4. Justifications tautologiques	3	3,0 %	8	4,8 %	11	4,1 %
5. Pas de justification	26	26,0 %	42	25,1 %	68	25,5 %
6. Autre	1	1,0 %	2	1,2 %	3	1,1 %
TOTAL	100	100 %	167	100 %	267	100 %

Tabl. 3 : catégorisation des justifications des étudiants concernant la question 3.

(d) Analyse des correspondances pour la question 3. Dans cette analyse, nous cherchons à relier les justifications aux réponses de la question 3, d'une part, pour l'échantillon grec (cf. figure 1) et, d'autre part, pour l'échantillon français (cf. figure 2).

Dans les deux figures, la réponse correcte « ii » apparaît plutôt reliée aux justifications « 1 » et « 3 » (explications majoritaires). Cependant, l'analyse montre qu'il n'existe pas de groupes d'étudiants (grecs ou français) qui expriment une relation claire entre les réponses et les justifications concernant la question 3.

2.2.2. Conceptuel

(a) Analyse globale comparative (cf. tableau 4). Sur les 267 questionnaires recueillis, seules 260 réponses aux questions 4, 5 et 6 s'avèrent exploitables.

	GR		FR		TOTAL	
conceptions alternatives	51	51,0 %	95	56,9 %	146	54,7 %
conceptions mixtes	49	49,0 %	72	43,1 %	121	45,3 %
conceptions scientifiques	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %
TOTAL	100	100,0 %	167	100,0 %	267	100,0 %

Tabl. 4 : dimension conceptuelle du rapport au savoir scientifique des étudiants.

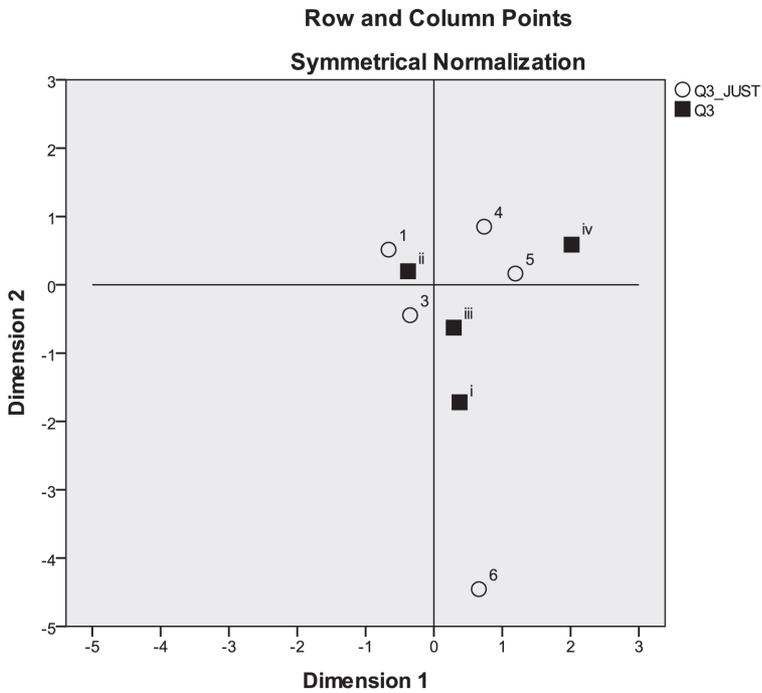


Fig. 1 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 3 (GR).

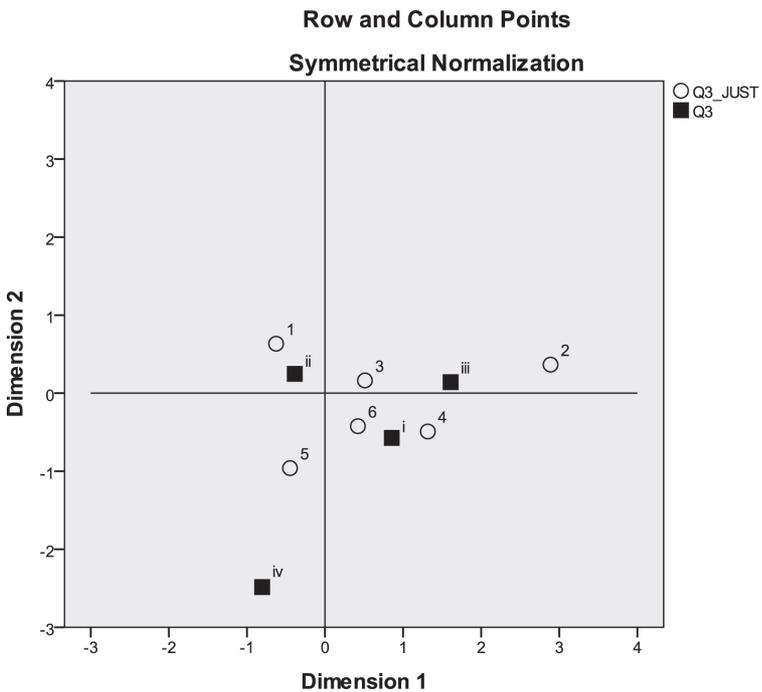


Fig. 2 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 3 (FR).

Les résultats du test du χ^2 [$\chi^2(1) = 0,875$; $p > 0,05$] montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français concernant les aspects conceptuels. On constate qu'il n'existe pas de rapport au savoir de type scientifique, dans le sens où les étudiants de notre échantillon ne disposent pas d'une vision cohérente de la dimension conceptuelle du savoir scientifique concerné. Il s'agit plutôt de rapport au savoir de type alternatif provenant du sens commun observé dans d'autres cadres institutionnels (Dossis & Koliopoulos, 2007).

(b) Analyse détaillée de la question 6 (cf. tableau 5)

La durée nécessaire pour exécuter une simple oscillation ...	GR		FR		TOTAL	
i...augmente	11	11,2 %	30	18,5 %	41	15,8 %
ii... diminue	58	59,2 %	83	51,2 %	141	54,2 %
iii... ne change pas	10	10,2 %	29	17,9 %	39	15,0 %
iv « Je ne sais pas »	19	19,4 %	20	12,3 %	39	15,0 %
TOTAL	98	100,0 %	162	100,0 %	260	100,0 %

Tabl. 5 : réponses des étudiants concernant la question 6.

Les résultats du test du χ^2 [$\chi^2(3) = 7,202$; $p > 0,05$] montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français. L'image globale concernant les aspects conceptuels offerte par les résultats du tableau 4 est justifiée. En même temps, il semble que la majorité des étudiants grecs et français expriment des idées proches du sens commun (diminution de la durée nécessaire pour une simple oscillation) bien que les justifications correspondantes soient basées sur une utilisation erronée du savoir scientifique concerné (cf. tableau 6). Finalement, très peu d'étudiants grecs et français abordent le problème du mouvement isochrone du pendule.

(c) Analyse des justifications concernant la question 6. Nous avons regroupé les réponses des étudiants selon six catégories (cf. tableau 6) :

- La durée de l'oscillation est reliée à la vitesse/énergie. Par exemple : « *La durée pour exécuter une simple oscillation ne change pas car en même temps que la vitesse diminue, la distance diminue également* » (153) ; « *la longueur de l'oscillation diminue avec le temps. Comme la vitesse d'oscillation n'augmente pas, la durée de l'oscillation diminue avec le temps* » (153) ;
- La durée de l'oscillation est reliée à la distance. Par exemple : « *le poids de l'objet diminue l'amplitude et le temps de l'oscillation* » (215) ; « *[la durée... augmente] car l'amplitude diminue donc il faut plus de temps pour exécuter une simple oscillation* » (266) ;
- Réponses phénoménologiques. Par exemple : « *les mouvements du pendule se font plus lents donc le pendule met de plus en plus de temps pour aller de A en B* » (127) ;

- Réponses tautologiques. Par exemple : « [la durée... ne change pas] *la durée est toujours identique pour une amplitude plus petite* » (114) ;
- Pas de justification ;
- Autre réponse non catégorisable.

La durée de l'oscillation est reliée...	GR		FR		TOTAL	
1. ... à la vitesse/énergie	9	9,0 %	25	15,0%	34	12,7 %
2. ... à la distance	38	38,0 %	60	35,9 %	98	36,7 %
3. Justifications phénoménologiques	5	5,0 %	7	4,2 %	12	4,5 %
4. Justifications tautologiques	6	6,0 %	9	5,4 %	15	5,6 %
5. Pas de justification	36	36,0 %	65	38,9 %	101	37,8 %
6. Autre	6	6,0 %	1	0,6 %	7	2,6 %
TOTAL	100	100,0 %	167	100,0 %	267	100,0 %

Tabl. 6 : catégorisation des justifications des étudiants concernant la question 6.

Il apparaît que plus d'un tiers des étudiants grecs et français ne justifient pas leur réponse. De plus, il semble que la phénoménologie influence fortement les justifications car les étudiants utilisent des mots scientifiques mais au sens commun des termes (amplitude, distance, etc.).

(d) Analyse des correspondances pour la question 6

Dans cette analyse, nous cherchons à relier les justifications aux réponses de la question 6, d'une part, pour l'échantillon grec (cf. figure 3) et, d'autre part, pour l'échantillon français (cf. figure 4).

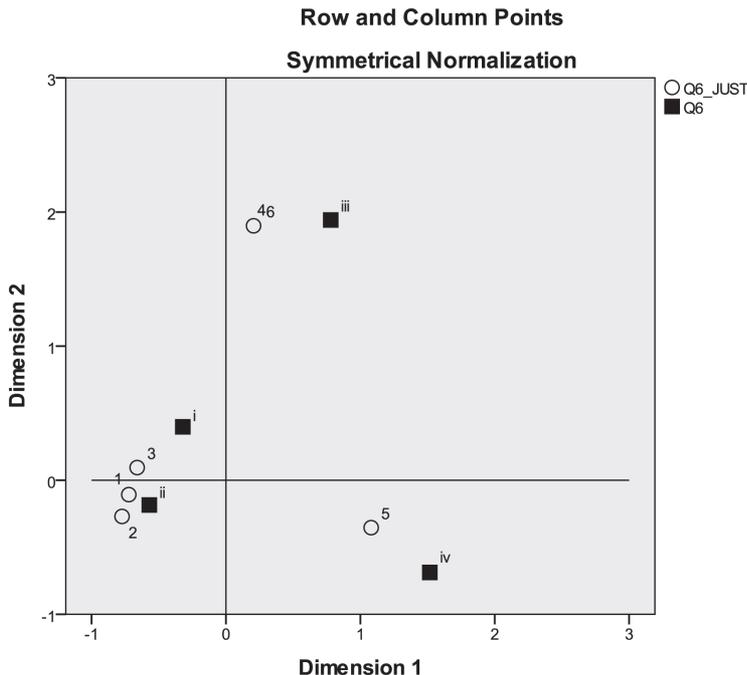


Fig. 3 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 6 (GR).

Il apparaît que les étudiants grecs donnant la bonne réponse ne la justifient pas correctement (recours aux justifications 4 ou 6).

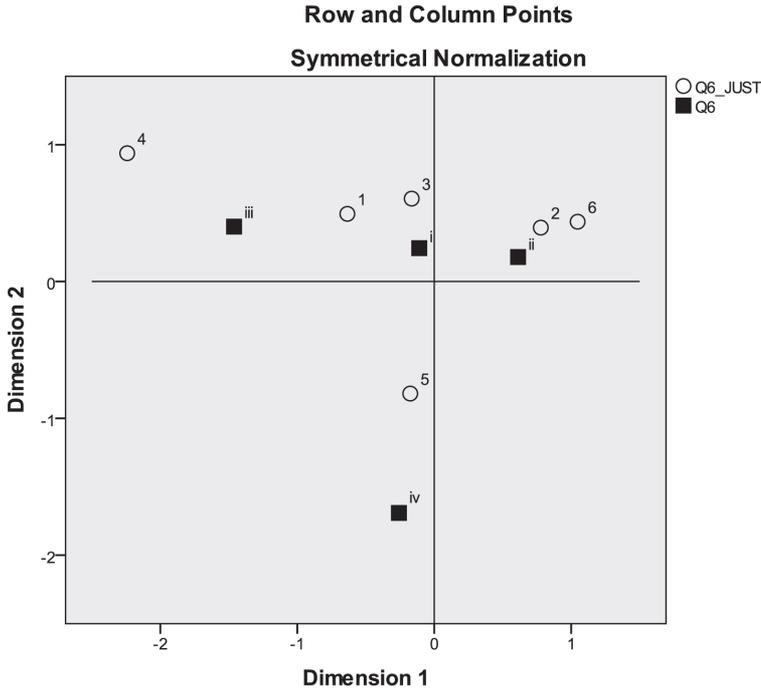


Fig. 4 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 6 (FR).

Il apparaît que les étudiants français donnant la bonne réponse rencontrent des difficultés pour la justifier correctement puisque seule une minorité utilise une justification convenable (justification 1) alors que d'autres s'appuient sur une justification tautologique (justification 4).

D'après l'analyse des deux figures, il apparaît qu'il n'existe pas de groupes d'étudiants (grecs ou français) exprimant une relation claire entre les réponses et les justifications concernant la question 6. Cependant, il semble qu'il existe deux groupes d'étudiants (un groupe d'étudiants grecs et son correspondant français) qui justifient la réponse juste (réponse iii) plutôt en donnant des réponses tautologiques. Finalement, nous pouvons dire que la dimension conceptuelle du rapport au savoir scientifique n'est pas encore assimilée.

2.2.3. Méthodologique

(a) Analyse globale comparative (cf. tableau 7). Sur les 267 questionnaires recueillis, seules 254 réponses aux questions 7, 8 et 9 s'avèrent exploitables.

Les résultats du test du chi2 [$\chi^2(2) = 11,248$; $p < 0,05$] soulignent une différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français concernant les rapports aux aspects méthodologiques des savoirs scientifiques.

La différence semble provenir du meilleur pourcentage de réponses correctes des étudiants français.

	GR		FR		TOTAL	
conceptions alternatives	12	12,1 %	8	5,2 %	20	7,9 %
conceptions mixtes	55	55,6 %	66	42,6 %	121	47,6 %
conceptions scientifiques	32	32,2 %	81	52,3 %	113	44,5 %
TOTAL	99	100,0 %	155	100,0 %	254	100,0 %

Tabl. 7 : dimension méthodologique du rapport au savoir scientifique des étudiants.

(b) Analyse détaillée de la question 7 (cf. tableau 8)

Pour tester l'influence de la position de départ sur la durée d'une simple oscillation, les pendules à utiliser sont...	GR		FR		TOTAL	
i... les pendules 1 et 2	12	12,1 %	16	9,8 %	28	10,7 %
ii... les pendules 1 et 3	49	49,5 %	122	74,8 %	171	65,3 %
iii... les pendules 2 et 3	1	1,0 %	4	2,5 %	5	1,9 %
iv... les trois pendules	24	24,2 %	12	7,4 %	36	13,7 %
v « Je ne sais pas »	13	13,1 %	9	5,5 %	22	8,4 %
TOTAL	99	100,0 %	163	100,0 %	262	100,0 %

Tabl. 8 : réponses des étudiants concernant la question 7.

Les résultats du test du $\chi^2(4) = 24,065$; $p < 0,001$ soulignent une différence significative entre les réponses des étudiants grecs et des étudiants français. On observe encore ici une grande différence entre les réponses correctes des étudiants grecs (45,9 %) et celles des étudiants français (74,8 %). Il apparaît aussi que les étudiants grecs donnent beaucoup plus de réponses erronées (par exemple 24,2 % à la réponse iv) que les étudiants français (7,4 %).

(c) Analyse des justifications concernant la question 7. Les réponses des étudiants sont ici regroupées selon quatre catégories (cf. tableau 9) :

- Réponse « méthodologique » où les étudiants utilisent un raisonnement basé uniquement sur des considérations méthodologiques (contrôle et séparation des facteurs). Par exemple : « le facteur à isoler est la position du point de départ, c'est donc la seule différence qui doit exister entre les pendules pour pouvoir effectuer une comparaison » (120) ; « il ne faut faire varier qu'un seul élément : la position de départ pour pouvoir comparer les durées d'oscillation » (212) ;
- Réponse « incomplète ou mixte » où les étudiants utilisent soit un raisonnement méthodologique incomplet soit un mélange d'arguments provenant de dimensions méthodologiques et conceptuelles du savoir scientifique. Par exemple : « Pendules 1 et 3 car il ne faut faire qu'un paramètre » ; « l'angle de départ est plus grand pour le pendule 1 que pour le 3. C'est donc pour eux que la position diffère » (191) ;

- Réponse « conceptuelle » où les étudiants se réfèrent uniquement à la relation entre période et position de départ du pendule. Par exemple : « [pendules 1 et 2] la durée d'une seule oscillation changera en fonction de la hauteur du point de départ » (211) ;
- Pas de justification.

	GR		FR		TOTAL	
1. Justifications « méthodologiques »	19	19,0 %	44	26,3 %	63	23,6 %
2. Justifications incomplètes ou mixtes	36	36,0 %	69	41,3 %	105	39,3 %
3. Justifications « conceptuelles »	14	14,0 %	12	7,2 %	26	9,7 %
4. Pas de justification	31	31,0 %	42	25,1 %	73	27,3 %
TOTAL	100	100,0 %	167	100,0 %	267	100,0 %

Tabl. 9 : catégorisation des justifications des étudiants concernant la question 7.

Comme pour la question 6 concernant la dimension conceptuelle, on trouve un grand nombre de réponses non justifiées. De plus, les justifications incomplètes ou mixtes sont majoritaires. Il s'agit ici d'une attitude observée dans d'autres cadres institutionnels (Dawson, 2002).

(d) Analyse des correspondances pour la question 7. Dans cette analyse, nous cherchons à relier les justifications aux réponses de la question 7, d'une part, pour l'échantillon grec (cf. figure 5) et, d'autre part, pour l'échantillon français (cf. figure 6).

D'après l'analyse, il semble que les étudiants grecs justifient leurs réponses correctes en utilisant un raisonnement purement « méthodologique », c'est-à-dire qu'ils se réfèrent clairement à une technique de contrôle de variables. Il apparaît que ce n'est pas le cas pour les étudiants français puisque il semble que ces étudiants ne forment pas un groupe qui utiliserait clairement ce type de raisonnement. Il apparaît aussi qu'il existe deux groupes d'étudiants (un groupe d'étudiants grecs et son correspondant d'étudiants français) qui utilisent un raisonnement « conceptuel » quand ils choisissent la réponse i (pour tester l'influence de la position de départ sur la durée d'une simple oscillation, les pendules à utiliser sont les pendules 1 et 2).

3. Discussion – Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté les résultats d'une enquête visant l'identification des rapports au savoir scientifique « pendule » d'étudiants grecs et français, futurs professeurs du primaire, avant d'envisager la construction d'un dispositif de formation commune. Cependant, la formation initiale des maîtres s'appuie sur des perspectives différentes en France et en Grèce. Dans ce dernier pays, la formation disciplinaire et pédagogique est simultanée alors qu'en France, elle est successive. Ces organisations des études offrent aux étudiants grecs l'identité professionnelle du pédagogue qui déploie des compétences pour des objets d'enseignement divers et aux étudiants français l'identité du spécialiste d'une

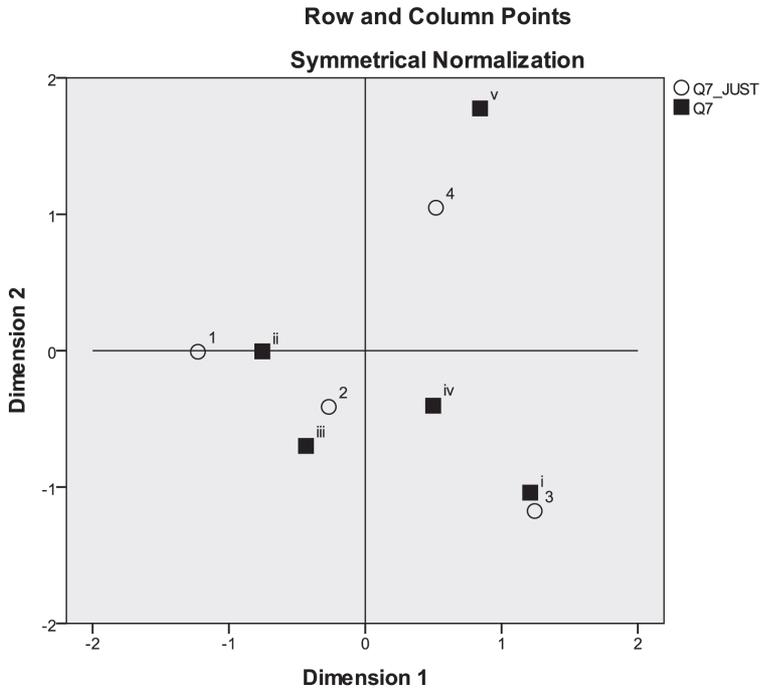


Fig. 5 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 7 (GR).

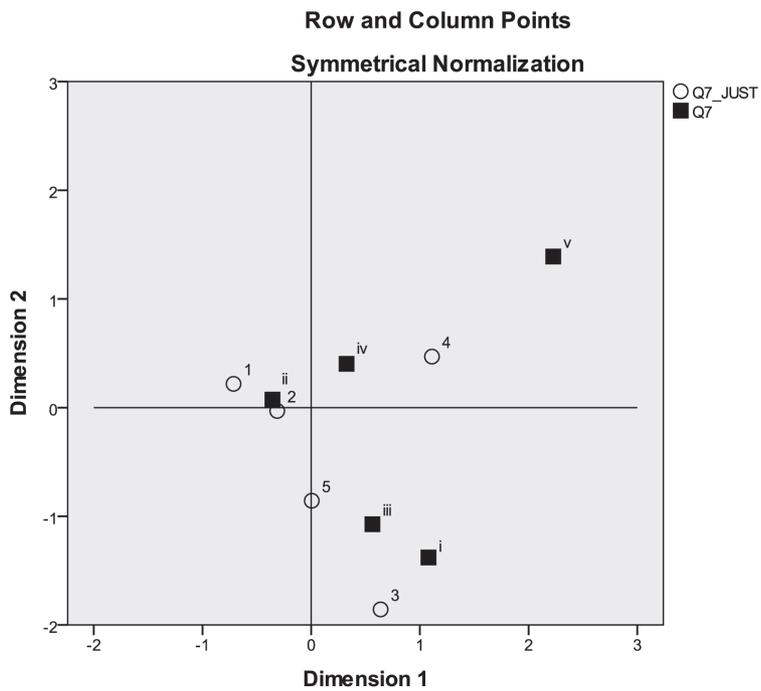


Fig. 6 : analyse de correspondance réponses-justifications pour la question 7 (FR).

discipline qui doit assumer les fonctions d'un éducateur. Ainsi, les orientations éducatives des deux parcours de formation des professeurs construisent des profils diversifiés au niveau des rapports aux savoirs préalables à l'action pédagogique, aux pratiques didactiques et à la gestion de la classe. Il s'agirait donc de réfléchir aux conditions nécessaires pour mettre en relation ces deux systèmes de formation avant d'envisager la mise en place d'un master conjoint franco-hellénique visant notamment le développement de l'éducation scientifique à l'école obligatoire. Mais avant d'envisager une organisation d'une telle formation, il convient d'identifier les assujettissements institutionnels des sujets de la formation, assujettissements qui peuvent fonctionner en obstacle ou en appui à cette formation (Chevallard, 2003).

Nous avons alors choisi le cas du pendule comme représentant des objets de savoir scientifique car il s'avère très favorable à une analyse simultanément culturelle, conceptuelle et méthodologique. Les résultats présentés ici mettent en évidence différents assujettissements.

Au niveau culturel, l'assujettissement semble le même pour les étudiants grecs et français. Les rapports aux savoirs des étudiants grecs et français relativement à la dimension culturelle de l'objet de savoir scientifique « pendule » semblent voisins et indépendants de l'institution de formation. Il semble donc possible de s'appuyer sur cet assujettissement pour construire une formation commune puisque les étudiants grecs et français se comportent, non comme des individus, mais comme « des espèces de personnes » (Chevallard, 2003).

La dimension culturelle est une condition nécessaire pour bâtir une formation commune en éducation scientifique ; elle n'est cependant pas suffisante. Le rapport aux savoirs des étudiants grecs et français à l'objet pendule concernant la dimension conceptuelle s'avère éloigné du rapport institutionnel souhaité par les institutions universitaires grecque et française. L'assujettissement des étudiants grecs et français n'a pas permis un remodelage des rapports à l'objet de savoir scientifique « pendule » pour cette dimension. Il est donc très important de traiter cette dimension dans le cadre d'une formation commune à l'enseignement des sciences de la même façon pour les deux communautés étudiantes, de manière à remodeler les rapports à l'objet « pendule ». Par exemple, on pourrait construire des activités permettant le passage d'une approche de sens commun à une approche compatible avec les modèles scientifiques.

Concernant la dimension méthodologique, nos résultats montrent que l'assujettissement est différent dans l'institution grecque et dans l'institution française. Dans cette dernière, la dimension méthodologique est construite sur une approche expérimentale systématique des sciences, notamment à travers les travaux pratiques proposés dans l'enseignement secondaire. Il semble donc raisonnable de penser que le rapport des étudiants relativement à l'objet pendule concernant la dimension méthodologique est plus proche du rapport institutionnel attendu pour les étudiants français que pour les étudiants grecs. Par conséquent, il faudrait tenir

compte de cette différence dans la construction d'une formation commune, en insistant par exemple sur la dimension expérimentale du savoir scientifique avec les étudiants grecs.

Finalement, les résultats obtenus mettent en évidence différents assujettissements et semblent indiquer qu'il n'y aurait pas de différences significatives dans le rapport au savoir scientifique développé par les étudiants français et grecs sauf pour la dimension méthodologique.

Ces résultats affaiblissent l'hypothèse selon laquelle des institutions différentes amèneraient à la construction d'un rapport au savoir différent. Au contraire, ils semblent mettre en valeur le rôle primordial que jouent la nature et les caractéristiques du savoir scientifique spécifique pendant la construction du rapport à ce savoir.

Pour discuter cette question importante, nous pourrions affiner l'analyse des résultats de l'enquête en prenant en compte le fait que l'institution universitaire française distingue, contrairement à son homologue grecque, les étudiants scientifiques et non scientifiques. Nous pourrions aussi faire la même distinction au niveau de l'institution scolaire grecque et française en différenciant les types de baccalauréat. Nous pourrions aussi étudier l'effet de l'âge des étudiants sur le rapport personnel à l'objet de savoir scientifique « pendule ».

Pour confirmer nos résultats et vérifier qu'il n'y aurait pas de biais liés à l'objet de savoir utilisé, nous pourrions reprendre l'enquête avec d'autres objets de savoir, par exemple les objets « énergie » ou « modélisation ». Enfin, nous pourrions élargir le champ de la recherche en changeant de cadre culturel et de type d'institution pour sortir notamment du monde occidental.

Dimitrios KOLIOPOULOS

dkoliop@upatras.gr

Jean-Marie BOILEVIN

jean-marie.boilevin@espe-bretagne.fr

Sotiris DOSSIS

sdossis@upatras.gr

Eleni PARASKEVOPOULOU

eparask62@gmail.com

Konstantinos RAVANIS

ravanis@upatras.gr

BIBLIOGRAPHIE

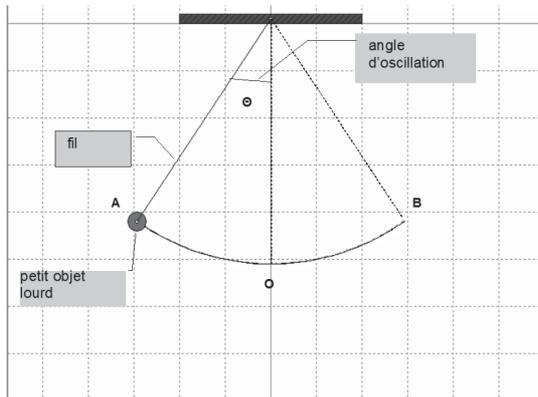
- BALTAS A. (1990). Once again on the meaning of physical concepts. In P. Nikolakopoulos, *Greek studies in the Philosophy and History of Science*, Amsterdam : Kluwer, p. 293-313.
- BEILLEROT J., BLANCHARD-LAVILLE C. & MOSCONI N. (1996). *Pour une clinique du rapport au savoir*. Paris : L'Harmattan.
- BOILEVIN J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants. Regards didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- CHARLOT B. (1997). *Rapport au savoir : éléments pour une théorie*. Paris: Anthropos.
- CHARLOT B., BAUTIER E. & ROCHEX J.-Y. (1992). *École et savoirs dans les banlieues et ailleurs*. Paris : Armand Colin.
- CHARTRAIN J.-L. (2003). *Rôle du rapport au savoir dans l'évolution différenciée des conceptions scientifiques des élèves. Un exemple à propos du volcanisme au cours moyen 2*. Thèse de doctorat. Paris : université Paris 5.
- CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée sauvage.
- CHEVALLARD Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspective apportée par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 12, n° 1, p. 73-112.
- CHEVALLARD Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury & M. Caillot, *Rapport au savoir et didactiques*, Paris : Fabert, p. 81-122.
- CHEVALLARD Y. & CIRADE G. (2009). Pour une formation professionnelle d'université : éléments d'une problématique de rupture. *Recherche et formation*, n° 60, p. 51-62.
- DAWSON C. (2002). Prior beliefs, control of variables strategies and interpretation of experimental data: three factors potentially affecting students' investigations of pendulums. In M. Matthews, *International Pendulum Project*, vol. 2, Sydney : université de Nouvelle-Galles du Sud [The University of New South Wales], p. 123-143.
- DOSSIS S. & KOLIOPOULOS D. (2005). The problem of Timekeeping with the Help of the Simple Pendulum: An Empirical Study of 14-15-year-old Greek School Students. In M. Matthews (éd.), *2nd International Pendulum Project*, Sydney : université de Nouvelle-Galles du Sud [The University of New South Wales], p. 65-78.
- DOSSIS S. & KOLIOPOULOS D. (2007). Comment les élèves du collège conçoivent le mouvement du pendule : une recherche empirique. *Skholê*, hors-série n° 1, p. 41-51.
- FLANDÉ Y. (2000). *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert, en sciences, à l'école primaire*. Thèse de doctorat. Paris : université Paris 7.

- FLANDÉ Y. (2003). Le pendule, comme support de teste d'hypothèses. Une séquence réalisée en CM1 à adapter pour la seconde ? *Bulletin de l'Union des physiciens*, vol. 97, n° 850, p. 85-102.
- GALILÉE G. (1633/1953). *Dialogues concerning the two chief world systems*. Berkeley : University of California Press.
- HIGH LEVEL GROUP ON SCIENCE EDUCATION. (2007). *Science Education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles : Commission européenne, direction de la Recherche.
- JEGOU-MAIRONE C. (2009). *L'enseignement de l'évolution des espèces vivantes à l'école primaire française. Rapports au savoir d'enseignants et d'élèves du cycle 3*. Thèse de doctorat, Marseille : université de Provence.
- KOLIOPOULOS D. & CONSTANTINO C. (2005). The pendulum as presented in school science textbooks of Greece and Cyprus. *Science and Education*, vol. 14, n° 1, p. 59-73.
- KOLIOPOULOS D., DOSSIS S. & STAMOULIS E. (2007). The use of history of science texts in teaching science: Two cases of an innovative, constructivist approach. *The Science Education Review*, vol. 6, n° 2, p. 44-56.
- LEVAIN J.-P. & MINARY J.-P. (2010). L'analyse de pratiques professionnelles en IUFM : dispositifs et niveaux d'institutionnalisation. *Recherche et formation*, n° 65, p. 125-137.
- MATTHEWS M. (2000). *Time for Science Education*. Amsterdam : Kluwer/Plenum.
- MAURY S. & CAILLOT M. (2003). Quand les didactiques rencontrent le rapport au savoir. In S. Maury & M. Caillot, *Rapport au savoir et didactiques*, Paris : Fabert, p. 13-32.
- RAVANIS K., BALIAS S., KARALIS T. & KOMIS V. (2010). La formation universitaire des enseignants du préscolaire et du primaire en Grèce : évolutions et perspectives. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, vol. 3, n° 1, p. 33-42.
- RAVANIS K., BALIAS S., KOMIS V. & KARALIS T. (2011). Éléments de réflexion sur la formation des enseignants en Grèce : expériences du cadre universitaire et perspectives. *Revista Educação Skepsis*, vol. 3, n° 2, p. 2034-2053.
- ROUSTAN-JALLIN M., BEN MIM H. & DUPIN J.-J. (2002). Technologie, sciences, filles et garçons : des questions pour la didactique. *Didaskalia*, n° 21, p. 9-42.
- SOMMERVILLE S. C. (1974). The pendulum problem: patterns of performance defining developmental stages. *British Journal of Educational Psychology*, vol. 44, n° 3, p. 266-281.
- VENTURINI P., CALMETTES B., AMADE-ESCOT C. & TERRISSE A. (2004). Travaux personnels encadrés en 1^{re} S à dominante physique : étude de cas et analyse didactique. *Aster*, n° 39, p. 1-37.

ANNEXE

Questionnaire

Tout d'abord lire ce texte



Pour construire un **pendule simple**, nous avons besoin d'accrocher un petit objet au bout d'un fil. Puis, nous fixons l'autre bout du fil et nous déplaçons l'objet de la verticale (position O) vers la position A. Si nous lâchons l'objet, il va alors se balancer.

Compléter les informations suivantes

a) Série du Baccalauréat obtenu :

b) Titre de la licence :

c) Sexe M : F :

d) Age : _____

1) Le cadran solaire, l'horloge à balancier et le sablier sont trois types d'horloge que l'espèce humaine a utilisé dans le passé pour mesurer le temps. Indiquez le nom de chaque type d'horloge sous la photographie correspondante.



2) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

Dans quel ordre chronologique pensez-vous que l'homme les a utilisé ?

- (i) D'abord l'horloge à pendule, puis le sablier et enfin le cadran solaire.
- (ii) D'abord le cadran solaire, puis l'horloge à pendule et enfin le sablier.
- (iii) D'abord le cadran solaire, puis le sablier et enfin l'horloge à pendule.
- (iv) D'abord le sablier, puis l'horloge à pendule et enfin le cadran solaire.
- (v) Je ne sais pas.

3) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

Parmi les instruments de mesure du temps suivants, quel est celui qui a la plus grande précision ?

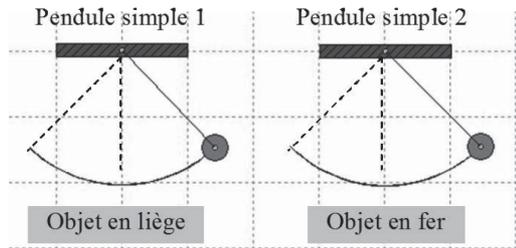
- (i) Le cadran solaire.
- (ii) L'horloge à pendule.
- (iii) Le sablier.
- (iv) Je ne sais pas.

Justifier votre réponse

4) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

Les deux pendules simples de la figure ci-contre diffèrent seulement par le poids de l'objet accroché. Si nous les laissons osciller librement, que va-t-il se passer ?

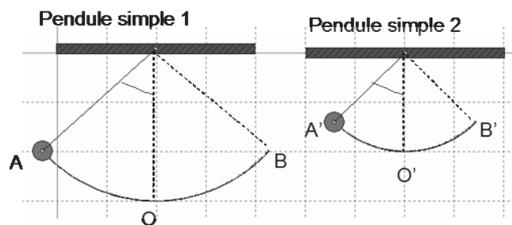
- (i) La durée d'oscillation du pendule simple 1 est plus grande que celle du pendule 2.
- (ii) La durée d'oscillation du pendule simple 2 est plus grande que celle du pendule 1.
- (iii) Les durées d'oscillation des deux pendules sont identiques.
- (iv) Je ne sais pas.

**Justifier votre réponse**

5) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

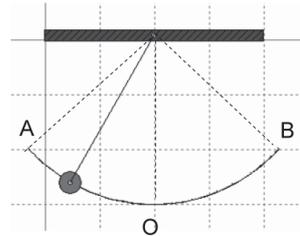
Les deux pendules simples de la figure ci-contre diffèrent seulement par la longueur du fil. Si nous les laissons osciller librement, que va-t-il se passer ?

- (i) La durée d'oscillation du pendule simple 1 est plus grande que celle du pendule 2.
- (ii) La durée d'oscillation du pendule simple 2 est plus grande que celle du pendule 1.
- (iii) Les durées d'oscillation des deux pendules sont identiques.
- (iv) Je ne sais pas.



6) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

Le pendule simple représenté sur la figure ci-contre peut osciller librement depuis la position A. Peu à peu, l'amplitude de l'oscillation diminue. La durée nécessaire pour exécuter une simple oscillation :

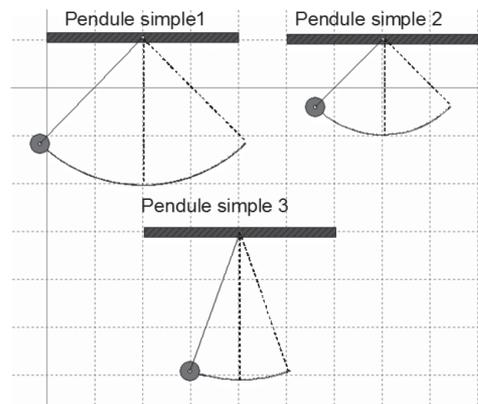


- (i) Augmente durant l'évolution du phénomène.
- (ii) Diminue durant l'évolution du phénomène.
- (iii) Ne change pas durant l'évolution du phénomène.
- (iv) Je ne sais pas.

Justifier votre réponse

7) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

La figure ci-contre représente trois pendules qui diffèrent deux par deux, soit par la hauteur du point de départ (plus ou moins haut), soit par la longueur du fil. Si vous voulez tester l'influence de la position de départ sur la durée d'une simple oscillation, quels sont les pendules à utiliser ?



- (i) Pendules 1 et 2.
- (ii) Pendules 1 et 3.
- (iii) Pendules 2 et 3.
- (iv) Les trois pendules.
- (v) Je ne sais pas.

Justifier votre réponse

8) Un étudiant étudie l'oscillation des pendules simples. Pour chaque cas, il laisse un pendule osciller et il note dans le tableau ci-dessous les résultats des mesures et des calculs :

Nombre d'oscillations simples	longueur du pendule simple (cm)	Durée des oscillations				Durée d'une oscillation simple(s)
		1 ^{er} essai	2 ^e essai	3 ^e essai	Moyenne	
10	50	7	7,10	7,10	7,1	0,7
10	100	10,1	10,0	10,1	10,1	1,0
10	150	12,3	12,2	12,3	12,3	1,2
10	200	14,2	14,2	14,1	14,2	1,4

Entourez la réponse qui vous semble correcte.

L'étudiant étudie les facteurs suivants :

- (i) La *durée* d'une simple oscillation **et** la *longueur du fil* d'un pendule simple.
- (ii) La *longueur du fil* d'un pendule simple **et** le *nombre* d'oscillations simples.
- (iii) Le *nombre* d'oscillations simples **et** la *durée* de celles-ci.
- (iv) Je ne sais pas.

Justifier votre réponse

9) Entourez la réponse qui vous semble correcte.

La figure ci-contre représente trois pendules simples qui diffèrent deux par deux, soit par le poids de l'objet, soit par la longueur du fil. Si vous voulez tester l'influence de la longueur du fil sur la durée d'une simple oscillation, quels sont les pendules à utiliser ?

- (i) Pendules 1 et 2.
- (ii) Pendules 1 et 3.
- (iii) Pendules 2 et 3.
- (iv) Les trois pendules.
- (v) Je ne sais pas.

