



**HAL**  
open science

## Praxéologies de la réfraction de la lumière: analyse comparée en lycée général et professionnel

Arnaud Lucas, Luz Helena Martinez Barrera, Nicolas Décamp

### ► To cite this version:

Arnaud Lucas, Luz Helena Martinez Barrera, Nicolas Décamp. Praxéologies de la réfraction de la lumière: analyse comparée en lycée général et professionnel. 11e rencontres scientifiques de l'ARDiST, Mar 2021, Bruxelles, Belgique. pp.627-636. hal-03197420

**HAL Id: hal-03197420**

**<https://hal.science/hal-03197420>**

Submitted on 13 Apr 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **PRAXÉOLOGIES DE LA RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE : ANALYSE COMPARÉE EN LYCÉE GÉNÉRAL ET PROFESSIONNEL**

Arnaud Lucas<sup>1</sup>, Luz Helena Martinez Barrera<sup>2</sup>, Nicolas Decamp<sup>3</sup>

1 : Lycée Jehan de Beauce, Chartres Académie d'Orléans Tours

2 : Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR)

Université Paris XII - Paris-Est Créteil Val-de-Marne (UPEC)

3 : Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR)

Université Paris Diderot - Paris 7

Résumé : Cette proposition porte sur une analyse comparée des praxéologies de la réfraction de la lumière dans les cadres des enseignements général et professionnel. Notre étude s'appuie sur la Théorie Anthropologique du Didactique et vise à mettre en évidence l'influence des diverses institutions - auxquelles les enseignants sont assujettis - sur leurs pratiques déclarées. Nous nous intéressons plus particulièrement aux outils mathématiques mis en jeu et à la contextualisation des objets de savoirs. Les résultats de ce travail mettent à jour des différences significatives entre les praxéologies institutionnelles propres à chaque filière, dans le cadre de l'étude de la réfraction, mais également entre les praxéologies personnelles des enseignants, ces dernières résultant vraisemblablement d'assujettissements dominants différents selon la filière d'exercice.

Mots-clés : enseignement professionnel, réfraction de la lumière, théorie anthropologique du didactique, pratiques enseignantes déclarées

## **PRAXEOLOGIES OF THE REFRACTION OF LIGHT : COMPARATIVE ANALYSIS IN GENERAL AND VOCATIONAL HIGH SCHOOL**

Abstract : This proposal concerns a comparative analysis of the praxeologies of the refraction of light in the context of academic programs for general and vocational education. Our study is based on the Anthropological Theory of Didactics and aims to highlight the influence of the various institutions - to which teachers are subject - on their self-reported practices. We are particularly interested in the mathematical tools involved and the contextualization of knowledge objects. The results of this work reveal significant differences between the institutional praxeologies specific to general and vocational education, in the context of the study of refraction, but also between the personal praxeologies of teachers, the latter probably resulting from different dominant subjections according to the sector of practice.

Keywords : vocational education, refraction of light, Anthropological Theory of Didactics, self-reported teaching practises

## INTRODUCTION

En dépit de la réforme mise en place en 2009, visant à uniformiser, au moins dans sa forme, le baccalauréat professionnel et ses équivalents technologiques et généraux, la filière professionnelle conserve certaines caractéristiques particulières. En premier lieu, la juxtaposition de disciplines générales (parmi lesquelles figure la physique) et professionnelles, encourage l'élaboration de liens étroits entre ces deux types d'enseignements (Jouin, 2002; Scache, 1986). La bivalence des professeurs de filière professionnelle, notamment en mathématiques/sciences physiques, constitue une seconde spécificité. Enfin, le profil des élèves de sections professionnelles diffère également de celui de leurs homologues de filières générales. Marqués par des résultats scolaires fragiles en collège (Palheta, 2011) et une orientation parfois subie, ou à minima peu réfléchie (di Paola *et al.*, 2016), les élèves de filière professionnelle entretiennent, le plus souvent, un rapport au savoir complexe et peinent à donner du sens aux enseignements. Si la plupart considèrent le travail en atelier comme le principal moment d'acquisition de connaissances, d'autres au contraire réinvestissent les savoirs scolaires au détriment des savoirs professionnels jugés « peu légitimes à enseigner » (Jellab, 2001, p. 98).

Au delà des spécificités évoquées, les programmes de physique des filières générale et professionnelle comportent plusieurs sujets d'étude communs, à l'image de la réfraction de la lumière, enseignée en classes de seconde générale et de première professionnelle. Nous nous sommes donc penchés sur les différences dans l'enseignement de cette notion dans les deux filières.

La réfraction de la lumière a retenu notre attention pour deux raisons. En premier lieu, les lois de la réfraction impliquent l'utilisation de concepts mathématiques spécifiques à l'image de la mesure d'angles et de la fonction sinus. Aussi, nous semblait-il légitime d'émettre l'hypothèse que la bivalence des enseignants de filière professionnelle allait impliquer des pratiques différentes quant à l'enseignement de ces notions mathématiques appliquées à la physique. La deuxième raison résidait dans les difficultés liées à la compréhension de la réfraction de la lumière par les élèves, notamment dans le cas de situations contextualisées (John *et al.*, 2018). Vivement encouragée dans les programmes officiels, la contextualisation devait, selon toute vraisemblance, prendre des formes différentes : ancrées dans la vie courante en filière générale ; issue de pratiques professionnelles en filière éponyme. Ceci nous a conduit à étudier les types de contextes choisis par les professeurs et leur influence sur l'enseignement de la réfraction.

## CADRE THÉORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

La Théorie Anthropologique du Didactique (TAD), développée par Yves Chevallard, propose un ensemble de concepts, visant à décrire toute activité humaine et, en particulier, les activités didactiques. Issue de la didactique des mathématiques, la TAD a depuis été reprise dans de nombreuses disciplines, y compris en didactique de la physique (Pélissier & Venturini, 2016).

Ce cadre théorique s'appuie notamment sur les concepts d'individu et d'institution. Tout individu entretient un rapport personnel aux objets qui l'entourent. Pour autant, un individu n'est pas isolé mais appartient au contraire à de multiples institutions – en tant que sujet – qui définissent elles-mêmes des rapports institutionnels aux objets. Ainsi, les rapports personnels qu'un individu entretient avec les objets de savoir résultent de l'ensemble de ses assujettissements, pouvant être définis comme l'ensemble des contraintes, règles, consignes, que les institutions lui imposent, consciemment ou non (Maury & Caillot, 2003). Dans le cas d'un enseignant, l'établissement d'exercice, l'équipe pédagogique et la discipline enseignée sont autant d'institutions

dont il est l'un des sujets (Chevallard, 2003). Dans le cas particulier des enseignants de lycée professionnel (LP), la bivalence peut être ainsi considérée comme un double assujettissement à deux disciplines distinctes : les mathématiques et la physique.

En TAD, les rapports aux objets évoqués ci-dessus, peuvent être décrits par des praxéologies (Chevallard, 1999). Ces dernières sont constituées de deux blocs. Le premier – regroupant les tâches ou types de tâches,  $T$ , à réaliser et les techniques,  $\tau$ , pour y parvenir – décrit un savoir-faire, ou praxis. Le second – incluant un discours, nommé technologie et noté  $\theta$ , justifiant l'emploi de la précédente technique et une théorie,  $\Theta$ , à même de justifier à son tour la technologie – résume un savoir prenant la forme d'un discours théorique, le logos, sur le savoir-faire. La TAD offre ainsi des concepts à même de décrire la bivalence des professeurs de filière professionnelle, mais également de traduire les attentes des instructions officielles en termes de contraintes institutionnelles.

Au regard des concepts développés dans la TAD et en particulier, de l'influence des assujettissements sur les praxéologies personnelles, nous avons pu affiner notre problématique et énoncer les deux questions de recherche suivantes :

1. Quelles sont les praxéologies institutionnelles de l'enseignement de la réfraction en filière générale et en filière professionnelle et diffèrent-elles dans ces deux institutions (en particulier en ce qui concerne la place des mathématiques et la contextualisation) ?
2. Quelles différences l'assujettissement à des institutions spécifiques entraîne-t-il dans les praxéologies personnelles des enseignants de filières professionnelle et générale ?

## MÉTHODOLOGIE ET RECUEIL DE DONNÉES

Dans l'optique de reconstruire les praxéologies institutionnelles, en particulier le niveau théorique (logos), nous avons tout d'abord étudié le curriculum prescrit, incluant les programmes officiels et les quelques documents d'accompagnement disponibles sur Eduscol. Les cinquante-deux documents portant sur l'enseignement de la réfraction, issus des sites académiques disciplinaires et d'EduBase, conçus depuis la mise en place de la réforme des programmes en 2009-2010, ont ensuite été analysés selon les critères suivants. Les types de tâches attendues et techniques employées ont été déterminés pour chaque ressource afin d'établir des éléments de praxis institutionnelles. Les éventuels types de contextes – issus du champ professionnel, de la vie courante, d'éléments historiques – et la place accordée à ces derniers au sein de l'étude – simple situation déclenchante, contextualisation accompagnant toute l'étude – ont également été relevés.

L'analyse des documents (textes de travaux pratiques, exercices, sujets d'évaluations) utilisés en classe par huit enseignants (quatre de filière professionnelle, quatre de filière générale) – selon les mêmes critères que ceux employés pour les ressources institutionnelles – a permis, dans un second temps, de reconstruire des éléments de praxis personnelles. Une série d'entretiens semi-directifs d'une quarantaine de minutes, articulés autour de deux questions et d'une analyse de deux sujets constitués d'extraits d'activités institutionnelles, a permis d'établir des éléments du logos et ainsi d'inférer, au moins partiellement, les organisations praxéologiques personnelles de ces professeurs.

En raison de la structure hiérarchisée des différents éléments d'une praxéologie (théorie, technologie, technique, type de tâches), le choix a été fait de représenter les organisations praxéologiques sous la forme d'organigrammes, décrits dans la figure 1, inspirés des cartes conceptuelles régulièrement utilisées dans les études en didactique (Bosdeveix, 2017; Novak & Cañas, 2008).

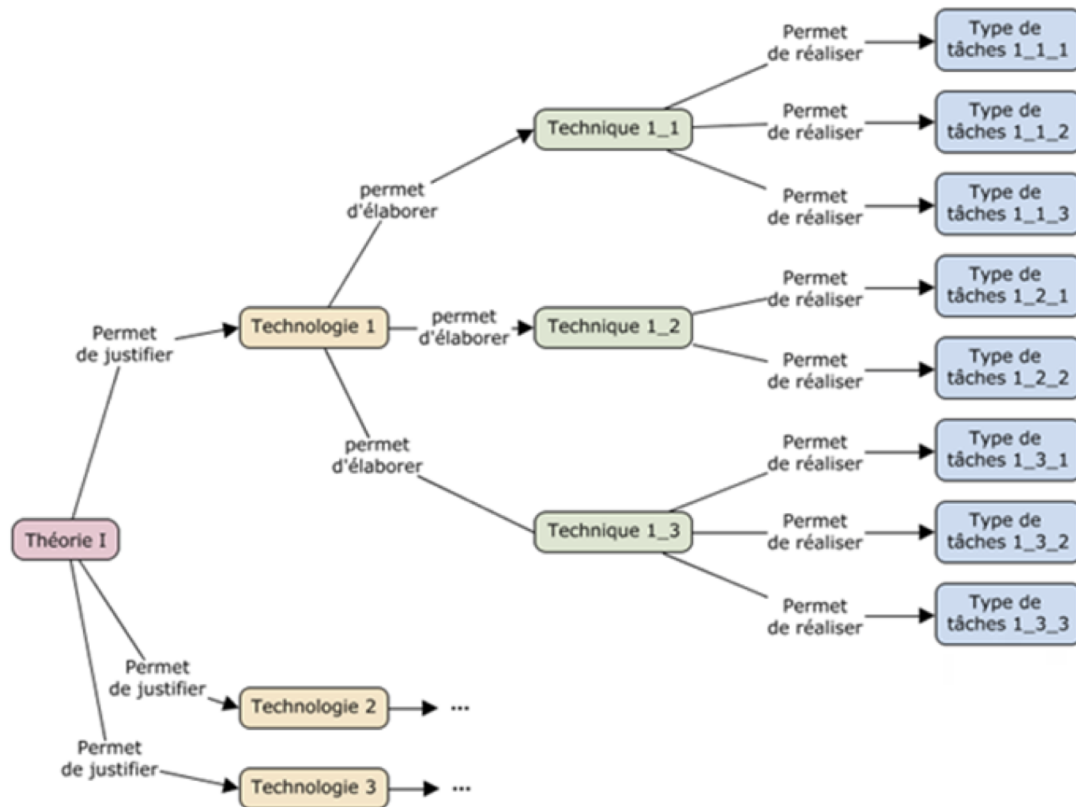


Figure 1 : type d'organigramme choisi pour représenter les organisations praxéologiques dans le cadre de ce travail

## RÉSULTATS

### PRAXÉOLOGIES INSTITUTIONNELLES DE LA RÉFRACTION

L'analyse du curriculum prescrit de baccalauréat professionnel permet de réaliser l'ébauche d'une d'organisation praxéologique institutionnelle de la réfraction dans laquelle on relève, en particulier, l'absence de techniques, comme l'atteste la figure 2, laissant, à priori, à la charge des enseignants la responsabilité d'élaborer cet aspect de leur praxéologies personnelles. Ce constat a des conséquences directes sur le sujet de cette recherche puisque, en tant qu'outils, il semble légitime de penser que les notions mathématiques utiles à l'étude de la réfraction se situent au niveau des techniques. L'analyse des ressources institutionnelles pour enseigner, disponibles sur les différents sites officiels, étoffe très nettement cette première amorce d'organisation praxéologique, en ajoutant un grand nombre de types de tâches différents et surtout de multiples techniques.

La même démarche, dans le cas de l'enseignement de la réfraction en filière générale, conduit sensiblement au même constat. Le curriculum prescrit ne permet pas d'ébaucher une organisation praxéologique complète de la réfraction, à l'image du programme officiel qui ne propose, une fois encore, aucune technique institutionnelle pour la résolution des différents types de tâches annoncés. L'unique document d'accompagnement comble quelque peu ce vide quand bien même l'organisation obtenue demeure embryonnaire. À l'instar de ce qui a été constaté en filière professionnelle, les ressources institutionnelles pour enseigner, disponibles sur les différents sites académiques, viennent nettement développer l'organisation praxéologique de la réfraction en filière générale.

La figure 2 permet de comparer les organisations praxéologiques institutionnelles, en filières générale et professionnelle, tout en mettant en exergue l'absence de techniques dans celles-ci.

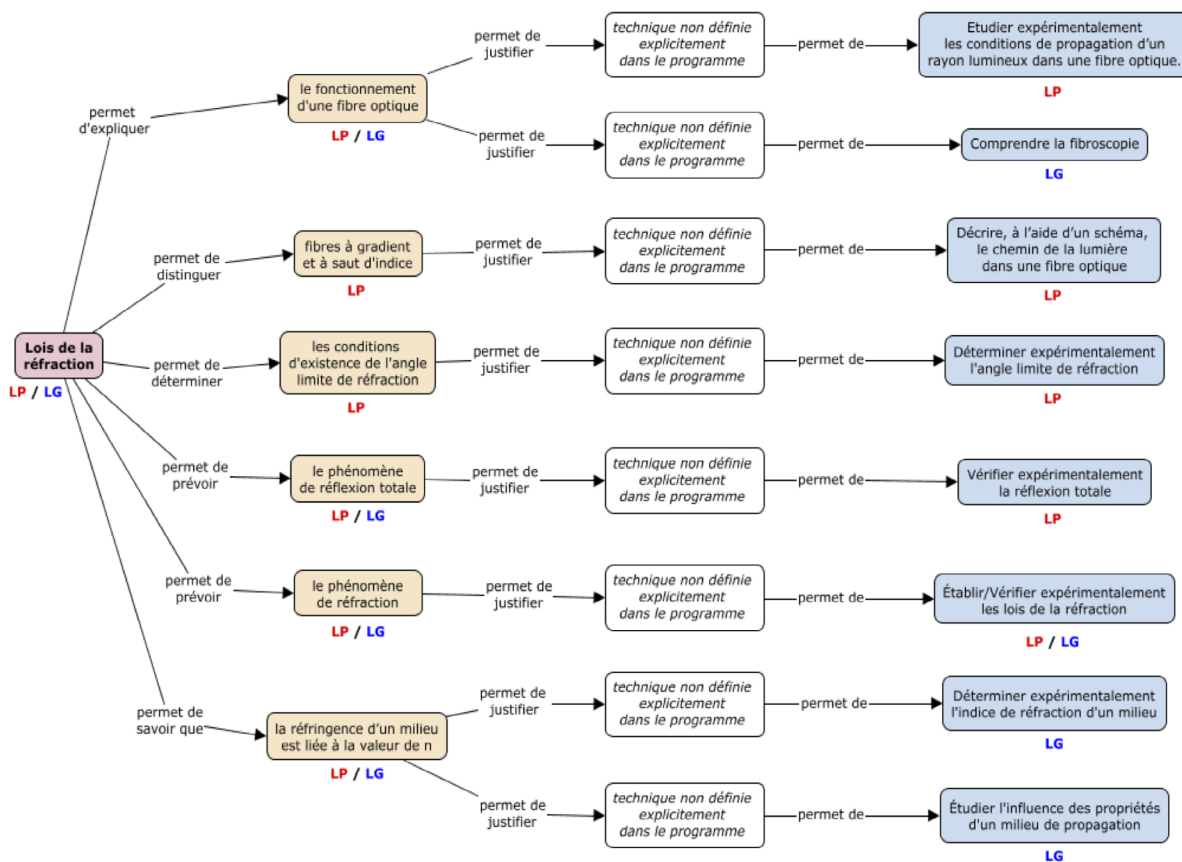


Figure 2 Ébauche d'organisation praxéologique institutionnelle obtenue à partir des seuls programmes officiels. Les mentions LP et LG indiquent que les éléments de praxéologies présentés sont issus des instructions officielles, respectivement de filières professionnelle et générale

### QUELQUES ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DES PRAXÉOLOGIES INSTITUTIONNELLES

L'organigramme de la figure 2 met en évidence des similitudes quant aux logos des organisations praxéologiques institutionnelles. De réelles divergences apparaissent, en revanche, lors de l'analyse des techniques présentes dans les ressources institutionnelles pour enseigner et dans les contextes employés.

En particulier, deux types de tâches caractéristiques de l'étude de la réfraction, « Vérifier/établir expérimentalement les lois de la réfraction » et « Mesurer la valeur de l'indice de réfrac-

tion d'un milieu » présentent des différences significatives quant aux techniques de résolution proposées au sein des organisations praxéologiques institutionnelles (voir annexe 1). En filière professionnelle, ces types de tâches seront préférentiellement accomplis en calculant le rapport des sinus des angles d'incidence et de réfraction. En filière générale, les mêmes types de tâches seront le plus souvent résolus par une méthode graphique, plaçant les sinus des angles sur deux axes.

Concernant la contextualisation, les résultats obtenus suite à l'analyse des ressources institutionnelles pour enseigner figurent dans le tableau 1. On peut constater que les praxéologies institutionnelles en LP s'appuient en définitive assez peu sur des contextes issus de pratiques professionnelles et qu'un pourcentage élevé de types de tâches ne présente aucune contextualisation. En filière générale, différents contextes sont proposés mais un quart des activités analysées demeure décontextualisé.

Type de contexte	En filière professionnelle (44 activités analysées)	En filière générale (33 activités analysées)
Pratique professionnelle	7 (16 %)	0 (0 %)
Vie courante	16 (36 %)	12 (36 %)
Contexte pédagogique	3 (7 %)	6 (18 %)
Contexte historique	0 (0 %)	7 (21 %)
Pas de contexte	18 (41 %)	8 (24 %)

Tableau 1 : Types de contextes des ressources institutionnelles

### QUELQUES ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DES ORGANISATIONS PRAXÉOLOGIQUES PERSONNELLES

L'analyse des ressources utilisées par les enseignants de lycées professionnels ayant participé à cette étude confirme l'emploi préférentiel du calcul du rapport des sinus pour résoudre les types de tâches évoqués précédemment. Les discours obtenus lors des entretiens permettent d'ébaucher un début de logos. Les mathématiques, en tant qu'institution, semblent peu influencer directement le choix de la technique, ce dernier étant essentiellement guidé par la classe, les enseignants de filière professionnelle s'attachant surtout à prendre en compte la fragilité scolaire de leurs élèves.

En termes de contextualisation, les ressources personnelles des enseignants s'appuient essentiellement sur la vie courante et peu sur les pratiques professionnelles. Par ailleurs, une proportion importante de tâches apparaît comme totalement décontextualisée. Deux raisons propres à l'enseignement de la réfraction pourraient expliquer ces résultats. En premier lieu, la multiplicité des spécialités ne permet pas toujours de trouver une pratique professionnelle authentique à même d'illustrer le phénomène de réfraction. Deuxièmement, l'étude de la réfraction s'accompagne d'un moment de « décontextualisation forcée » liée à l'utilisation d'un matériel spécifique perçu comme incontournable par les enseignants<sup>1</sup>, ce dernier point pouvant s'expliquer par les difficultés de certains professeurs à dépasser leurs habitudes et à adapter leurs pratiques expérimentales aux instructions officielles (Hirn, 1995).

En filière générale, l'analyse des ressources personnelles confirme également l'existence d'une

1 Ce matériel est constitué d'un demi-cylindre transparent, fixé sur un disque gradué en degrés et pouvant tourner autour d'un axe, permettant ainsi de modifier l'angle d'incidence de la lumière puis de mesurer celui-ci ainsi que l'angle de réfraction.

technique dominante pour la résolution des types de tâches précitées : la réalisation puis l'exploitation d'une représentation graphique. En revanche, le discours justificatif (logos) des enseignants semble peu développé, ce qui peut s'interpréter ainsi : faute de discours technologique mathématique, les professeurs se « réfugient » vers la technique institutionnelle dominante au sein de l'enseignement de la physique, utilisée tout au long du cursus en lycée : la résolution graphique.

Bien que fortement encouragée par la structuration thématique des programmes, la contextualisation des savoirs peine à impacter réellement les praxis personnelles des enseignants. L'exemple des contextes historiques est, de ce point de vue, symptomatique. Régulièrement présent au sein des ressources institutionnelles, sous la forme d'un type de tâches spécifique, les contextes historiques sont totalement absents des ressources personnelles analysées pour cette étude. Les enseignants justifient ce choix par les contraintes horaires imposées par le programme – désignant une fois encore la physique, en tant que discipline, comme institution dominante.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus semblent mettre en évidence des praxéologies institutionnelles spécifiques aux filières générale et professionnelle, qui se traduisent, en particulier, par l'emploi de techniques mettant en œuvre des outils mathématiques distincts lors de la réalisation de tâches centrales dans le cadre de l'étude de la réfraction de la lumière et par des contextualisations différentes des objets de savoirs, à l'image du contexte historique présent uniquement en filière générale.

Le discours des enseignants de lycées professionnels laisse toutefois transparaître l'influence d'autres assujettissements, différents selon les spécialités, qui, comme attendu en TAD, impliquent quelques écarts entre praxéologies personnelles et institutionnelles.

L'impact des praxéologies institutionnelles sur les organisations praxéologiques personnelles des enseignants se mesure, en particulier, au niveau des techniques employées - calcul du rapport des sinus en voie professionnelle et représentation graphique en voie générale - reflets des préconisations institutionnelles. Ce constat questionne l'intérêt qu'il y aurait à élaborer une praxéologie s'appuyant sur ces deux outils mathématiques, conformément aux travaux de Duval (1993) qui préconisent l'usage de différents systèmes sémiotiques d'un même concept pour une meilleure assimilation de ce dernier. C'est d'ailleurs la solution retenue par l'un des enseignants de filière professionnelle interrogé lors de notre étude.

Concernant la contextualisation, les enseignants de filière générale se sont détournés des activités inscrites dans un contexte historique, pourtant présentées comme des éléments de praxéologies institutionnelles par le biais du document d'accompagnement et des diverses ressources institutionnelles pour enseigner. À l'heure où les nouveaux programmes de seconde générale recommandent fortement « une mise en perspective des savoirs avec l'histoire des sciences » (MEN, 2019, p. 3), il serait sans doute judicieux de se pencher sur la conception de ressources à même de répondre à cet objectif. D'une manière plus générale, la proportion importante de ressources personnelles décontextualisées invite à réfléchir aux moyens d'ancrer davantage l'enseignement de la réfraction dans des situations concrètes et plus particulièrement sur le



caractère incontournable de certains dispositifs expérimentaux.

Quand bien même le travail réalisé tend à indiquer que certaines institutions imposent leurs contraintes – impactant de fait les praxéologies personnelles de professeurs – les données récupérées ne permettent pas d’expliquer totalement l’origine des choix réalisés, parfois presque inconsciemment, par les enseignants, en termes d’institution dominante. Cette limite trouve sans doute son origine dans le choix du corpus qui induit un biais en se limitant à une institution unique, « la physique », qui ne permet pas d’accéder aux autres institutions et à leurs praxéologies.

Notre étude pose, en outre, la question suivante : quel corpus délimite l’institution ? Les programmes officiels seuls ne permettent pas de reconstruire des organisations praxéologiques complètes, ce qui impose d’élargir l’analyse aux ressources institutionnelles des sites nationaux et académiques. Pour autant, toutes ces ressources, produites par des enseignants, peuvent-elles être considérées comme « réellement » institutionnelles ?

## BIBLIOGRAPHIE

- Bosdeveix, R. (2017). Les cartes conceptuelles dans la recherche en didactique : Usages, élaboration et analyse grâce au logiciel CmapTools. *Recherches en didactique*, 24, 83-103. <http://dx.doi.org/10.3917/rdid.024.0081>
- Chevallard, Y. (1999). L’analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-265.
- Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury & M. Caillot, *Rapport au savoir et didactiques* (pp. 81-104). Fabert.
- di Paola, V., Jellab, A., Moullet, S., Olympio, N. & Verdier, É. (2016). *Comment l’école amplifie les inégalités sociales et migratoires ?* (p. 56). CNETCO. [http://www.cnetco.fr/wp-content/uploads/2016/09/verdier\\_solo1.pdf](http://www.cnetco.fr/wp-content/uploads/2016/09/verdier_solo1.pdf)
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37-65.
- Hirn, C. (1995). Comment les enseignants de sciences physiques lisent-ils les intentions didactiques des nouveaux programmes d’optique de classe de quatrième ? *Didaskalia*, 6, 39-54.
- Jellab, A. (2001). Le sens des savoirs chez les élèves de lycée professionnel : Une approche sociologique. *L’Homme et la société*, 139(1), 83-102. <https://doi.org/10.3917/lhs.139.0083>
- John, M., Molepo, J. M. & Chirwa, M. (2018). Secondary school learners’ contextualized knowledge about reflection and refraction: A case study from South Africa. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 131-146. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1395331>
- Jouin, B. (2002). Les sciences physiques en lycée professionnel, discipline de service par rapport à la technologie. *Aster*, 34, 9-32. <https://doi.org/10.4267/2042/8786>
- Maury, S. & Caillot, M. (2003). *Rapport au savoir et didactiques*. Éd. Fabert.
- MEN. (2019). *Bulletin officiel spécial n°1 du 22 janvier 2019*. [https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634\\_an-](https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634_an-)

nexe\_1062989.pdf

- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them* [Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008]. Florida Institute for Human and Machine Cognition. <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Palheta, U. (2011). Enseignement professionnel et classes populaires : Comment s'orientent les élèves « orientés ». *Revue française de pédagogie*, 175, 59-72. <https://doi.org/10.4000/rfp.3052>
- Pélissier, L. & Venturini, P. (2016). Analyse praxéologique de l'enseignement de l'épistémologie de la physique : Le cas de la notion de modèle. *Éducation et didactique*, 10(2), 63-90.
- Scache, D. (1986). Pour l'introduction d'une composante technologique au LEP en Sciences Physiques. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 680, 409-426.

## ANNEXE

Comparaison des techniques employées pour la résolution de deux types de tâches caractéristiques de l'étude de la réfraction. Dans les colonnes de droite, figurent les nombres de fois où la technique est employée dans les ressources institutionnelles pour enseigner et le pourcentage correspondant.

Théorie $\Theta$	Technologie $\theta$	Techniques $\tau$	Types de tâches $T$	En LP	En LG
Lois de la réfraction	Le phénomène de la réfraction Etude de la déviation de la lumière	Mesure des angles, calcul des sinus et montrer que la relation $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ est vérifiée	Vérifier/établir expérimentalement les lois de la réfraction	1 (14%)	1 (9%)
		Construction de triangle rectangle et comparaison des côtés opposés		0 (0%)	1 (9%)
		Mesure des angles, calcul des sinus et représentation graphique $\sin i_2 = f(\sin i_1)$		2 (29%)	6 (55%)
		Mesure des angles, calcul des sinus et calcul du rapport $\sin i_1 / \sin i_2$		4 (57%)	2 (18%)
	La réfringence d'un milieu est liée à la valeur de n	Lors du passage air/milieu, mesurer les angles puis appliquer la relation de Descartes pour retrouver n	Déterminer l'indice de réfraction d'un milieu transparent	6 (50%)	2 (14%)
		Lors du passage milieu/air se placer à la limite de la réflexion totale et utiliser la relation $n = 1/\sin i_{1\_lim}$		1 (8%)	0 (0%)
		Mesure des angles, calcul des sinus et représentation graphique $\sin i_2 = f(\sin i_1)$		0 (0%)	12 (86%)
		Mesure des angles, calcul des sinus et calcul du rapport $\sin i_1 / \sin i_2$		5 (42%)	0 (0%)