

Étude de pratiques ordinaires : le cas de l'enseignement de l'acoustique à l'université

KAMEL ABDELLI¹, AHMED BEN JEMAA², MOEZ GUETTARI³,
AHLEM KERKENI BOULABIAR¹

¹UR 16S410 ECOTIDI : Éducation, Cognition, Tice et Didactique
Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
ebdellikamely@gmail.com
ahlemboulabiar@yahoo.fr

²EA 3875 CREAD
Université de Grenoble Alpes
France
ahmed.ben-jemaa@univ-grenoble-alpes.fr

³NMR in Polymers and Composites Laboratory
Institut Préparatoire aux Études d'Ingénieurs de Tunis
Université de Tunis
Tunisie
gtarimoez@yahoo.fr

ABSTRACT

In this article we propose a descriptive study of an ordinary teaching of sound waves for students of the first year of higher education. Our methodology consists of dividing the teacher-student action within the framework of the theory of joint action in didactics (TACD). The results showed that the sharing of responsibility for the advancement of knowledge is generally on the side of the teacher.

KEY WORDS

Ordinary education, TACD, acoustics, topogenesis, epistemic density

RÉSUMÉ

Dans cet article nous proposons une étude descriptive d'un enseignement ordinaire des ondes sonores pour les étudiants de la première année de l'enseignement supérieur. Notre méthodologie consiste à découper l'action enseignant-étudiant dans le cadre de la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD). L'objectif de cette étude est d'analyser et d'attribuer les responsabilités de l'avancer du savoir au cours de la séance.

MOTS-CLÉS

Enseignement ordinaire, TACD, acoustique, topogénèse, densité épistémique

INTRODUCTION

D'après Giordan (2002), « l'enseignement ne donne pas les résultats attendus et le rendement didactique -le savoir acquis par rapport au temps passé- est très faible, voire parfois nul. Un certain nombre d'"erreurs" de raisonnements ou d'idées "erronées" reviennent avec une reproductibilité déconcertante chez les élèves (ou les étudiants), même après plusieurs séquences successives d'enseignement. Pourtant, quand on observe la classe, l'ensemble du cours semble cohérent et logique. Les leçons sont globalement apprises » (Giordan, 2002, p. 48-50).

Dans ce même contexte, le phénomène ondulatoire est un concept abstrait en perpétuelle évolution à travers le temps, appartenant au domaine de la physique et reposant essentiellement sur des formulations mathématiques (Buty, 2000; Gil-Perez, 1993; Johsua, 1989). En effet, lorsqu'il est abordé dans un contexte éducatif standard, des difficultés d'enseignement-apprentissage semblent émerger, à la fois de manière universelle et de manière similaire. Concernant le cas particulier des ondes mécaniques, les résultats de plusieurs recherches (Abdelli, 2020; Ben Jemaa, 2017; Maurines, 1998, 2003; Tongchi & al., 2011) illustrent les difficultés d'apprentissage, que ce soit pour les élèves au lycée ou les étudiants à l'université. Suite à ce constat, il semble impératif d'étendre la recherche en didactique sur le processus d'enseignement-apprentissage du concept onde à l'université.

Dans cet article nous proposons une étude descriptive et compréhensive d'un enseignement des ondes mécaniques, plus précisément les ondes sonores, avec des étudiants du premier cycle à l'université. Alors que les étudiants ont étudié les ondes mécaniques au lycée, nous nous demandons quel est l'apport d'un enseignement ordinaire sur le processus d'apprentissage des concepts de base du phénomène sonore tels que l'ébranlement, le milieu de propagation et la célérité ?

CADRE THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans ce travail nous nous sommes référés à la théorie de l'action conjointe en didactique (Sensevy, 2011) car nous pensons que la TACD offre des outils qui permettent de décrire et de comprendre les interactions professeur-étudiants. Ainsi, nous présentons quelques concepts de ce cadre théorique utiles à notre étude. Nous débutons par le jeu didactique que Sensevy (2011) définit comme un jeu entre le professeur et les élèves où ces joueurs coopèrent entre eux, c'est-à-dire agissent de manière conjointe. Cet auteur explique que ce modèle des jeux permet de prendre en compte des aspects dynamiques des situations d'apprentissage en se basant sur les pratiques de classe. Le deuxième concept est celui du jeu épistémique qui « modélise une pratique humaine avec des savoirs » (Santini, 2021, p. 13). Ces jeux intègrent les usages des savoirs dans le contexte social. Le troisième concept est celui de la topogénèse utilisé pour décrire le partage des responsabilités entre enseignant et élèves dans les transactions didactiques. Le dernier est celui de la densité épistémique, qui est liée étroitement par la densité du savoir introduit dans le milieu. Ben Jemaa (2017, p. 29) utilise ces deux derniers concepts pour « évaluer la position topogénétique haute dans une transaction didactique, lorsqu'elle collabore plus au moins densément à l'avancée du savoir ».

Pour cette recherche nous avons choisi d'observer un enseignant (maître assistant) volontaire et expérimenté et une classe d'une vingtaine d'étudiants au premier cycle de la spécialité multimédia du département informatique dans une institution de l'enseignement supérieur en Tunisie.

Nous avons adopté la méthodologie d'observation dite aussi « vue synoptique » de la séance qui est produite d'un point de vue didactique en s'appuyant sur un recueil des données

basé sur un enregistrement vidéo de la séance d'enseignement. Grâce à une caméra fixe au fond de la classe, nous souhaitons mettre en place un dispositif de recueil des données à faible valence "expérimentale" mais réaliser un dispositif d'analyse à forte valence "clinique". (Marlot, 2012).

Notre méthode d'analyse s'appuie sur un découpage de l'action professeur-étudiant de taille et de granularité différente. Nous commençons par une description détaillée de ce qui se passe au cours de la séance d'enseignement. Ensuite, nous découpons la description ainsi obtenue sous des sections allant du plus grand au plus petit : la phase qui correspond à l'enseignement d'un des concepts visés, ensuite la scène qui correspond généralement à une interaction professeur-étudiant.

Nous avons choisi de découper la séance selon trois grains d'analyse (cf. tableau 1) : le premier grain « macro » se situe à l'échelle macroscopique et donne le profil général de la séance. Le deuxième grain « méso », à l'échelle mésoscopique, révèle les changements de jeu du professeur qui se traduisent par les différentes « scènes » et chaque scène représente un nouveau jeu d'apprentissage.

TABLEAU 1
Extrait de synopsis

Temps	Phases	Scènes	Déroulement	
			Rôle du professeur	Activités des étudiants
	Grain MACRO		Grain MESO	

Pour aboutir à une analyse pour l'enseignement ordinaire, nous sommes conduits à réaliser une analyse plus fine du niveau « méso », qui concerne les jeux didactiques effectués en classe dans le but de comprendre la nature de l'enseignement proposé par le professeur. Notre rôle se limite à l'observation et à l'analyse de ce qui est produit en classe. Étant donné qu'un jeu dure de dix à vingt minutes, nous avons décidé de faire un découpage plus fin en épisodes d'une durée de quelques secondes à quelques minutes. Nous pensons que ce découpage nous permet de visionner comment le jeu a été effectué et de repérer alors le basculement topogénétique enseignant-étudiant ou étudiant-enseignant. Cela nous renseigne ainsi sur les stratégies d'enseignement adoptées par l'enseignant.

Les principes de l'analyse des jeux didactiques

Les descripteurs de l'avancement du savoir

Notre analyse de l'avancée du savoir repose sur deux descripteurs, la *densité épistémique* et la *topogénèse* de chaque épisode. Ces descripteurs sont deux outils pour localiser les moments clés de la séance et nous pensons qu'ils sont utiles pour déterminer par qui et comment le savoir évolue au cours de l'enseignement, et déterminer ainsi l'implication ou non des étudiants dans ce processus.

La densité épistémique est évaluée qualitativement selon quatre critères (Ben Jemaa, 2017) :

- **Très élevée** : lorsque la quantité du savoir est très grande et que son introduction dans le milieu est très rapide.
- **Élevée** : lorsque la quantité du savoir est importante et que son introduction dans le milieu permet un suivi plutôt aisé par les étudiants.
- **Faible** : lorsqu'il s'agit d'un savoir déjà rencontré par les étudiants en sciences physiques.

- Très faible : lorsqu'il ne s'agit pas de savoirs spécifiques aux sciences physiques mais de savoirs et/ou savoir-faire qui sont liés à plusieurs disciplines ou issues de la vie quotidienne.

La topogénèse est un descripteur permettant d'identifier l'intervenant qui assure la responsabilité dans l'avancée des savoirs.

Elle est qualifiée de :

- TCP_H : Lorsque la position topogénétique de l'enseignant est haute alors elle est basse du côté de l'élève.
- TCP_B : Lorsque la position topogénétique de l'enseignant est basse alors elle est haute du côté de l'élève.
- Équilibré : La topogénèse est équilibrée (également appelée mixte), si les deux intervenants interagissent ensemble pour assurer l'avancée de savoir.

Construction des tableaux d'analyses

Pour réaliser notre analyse nous avons développé le tableau du synopsis primaire (cf. tableau 1) en adoptant des rectifications concernant les exigences méthodologiques : thème, jeu et épisode.

Nous avons ajouté deux colonnes, l'une pour l'avancée du savoir et l'autre pour les événements remarquables qui peuvent être la question d'un élève ou du professeur, une réponse ou une attitude.

TABLEAU 2

Structure du tableau d'analyse pour un enseignement ordinaire

Durée	Thèmes	Jeux didactiques	Episodes		Avancées du savoir		Evènements remarquables
			N	Description	Topogénèse	Densité épistémique	

Le quadruplet : « définir, dévoluer, réguler, institutionnaliser » (Sensevy et al., 2000, p. 266)

Le quadruplet peut être présenté comme suit :

- Définir le jeu : définir à quoi on va jouer et avec quoi (ce qu'on attend de l'étudiant, règles constitutives, définitoires du jeu mais pas la manière de jouer)
- Dévoluer : il s'agit de faire en sorte que l'étudiant accepte la responsabilité du jeu (faire accepter que la solution ne dépende que des connaissances qu'il a déjà, alors qu'il ignore la solution, produire un milieu adapté) et de jouer de la manière adéquate.
- Réguler : il s'agit de conduire l'élève à adopter les stratégies gagnantes au jeu, sans les lui donner.
- Institutionnaliser : c'est reconnaître les savoirs (légitimes) produits et fixer les manières de faire adéquates au jeu ; il s'agit du processus par lequel les connaissances sont confirmées.

ANALYSES ET TRAITEMENTS DES DONNÉES

Pour prendre en considération les divers niveaux de granularité dans l'analyse et la description de l'avancé du savoir, incluant la topogénèse et la densité épistémique, nous avons opté pour la création d'un tableau d'analyse. Celui-ci prend en compte trois niveaux d'analyse, comme suit :

Premier niveau d'analyse : Analyse des thèmes

À partir du synopsis, nous subdivisons la séance en thèmes d'enseignement. Nous constatons que ceux-ci répondent aux objectifs fixés au début de la séance par l'enseignant pour cette première séance. Il faut noter que ces objectifs nous ont été communiqués avant la séance par l'enseignant mais sans être annoncés explicitement aux étudiants. L'enseignant s'avère très attentif à la représentation mathématique d'une onde sonore et à la forme de sa solution (durée 20 min).

Deuxième niveau d'analyse : Analyse en jeux didactiques

Nous traitons les jeux en lien avec leurs thèmes d'origine, c'est-à-dire que nous gardons chaque jeu dans son contexte thématique. Par conséquent, nous effectuons l'analyse des jeux par thème en construisant des tableaux comme l'exemple du tableau 2.

Troisième niveau d'analyse : Analyse en épisodes

Chaque jeu est fragmenté en épisodes pour étudier finement les interactions entre enseignant-élève. Ainsi nous pourrions attribuer à chaque épisode les descripteurs d'avancée du savoir qui sont les critères de la topogénèse et de la densité épistémique

Le tableau d'analyse de la première séance ainsi construit, montre que la séance a duré 1 heure 30 minutes où l'enseignant a traité quatre thèmes : milieu élastique, notion d'ébranlement, célérité d'un ébranlement et représentation mathématique d'une onde et la forme de sa solution.

Thème milieu élastique

Ce thème dure 6 minutes 08 s ; il est constitué de deux jeux ¹:

- Jeu 2 : Présentation d'une expérience concernant le rôle du milieu dans la propagation sonore avec une vidéo (durée 2min27s).
- Jeu 3 : Définition d'un milieu élastique (3min41s).

Nous constatons ici que la topogénèse est du côté de l'enseignant.

Thème notion d'ébranlement acoustique

Ce thème est formé de six jeux dont la durée totale est de 33 minutes 30 secondes :

- Jeu 4 : Introduire la notion d'un ébranlement à partir d'une expérience numérique réalisé par le professeur avec une rétroprojection (5min37s).
- Jeu 5 : Définition d'un ébranlement sonore (3min21s).
- Jeu 6 : Ebranlement transversal (7min39s).
- Jeu 7 : Ebranlement longitudinal (6min32s).
- Jeu 8 : Ebranlement dans un milieu bidimensionnel pour « une sonore plane » (9min26s).
- Jeu 9 : Ebranlement dans un milieu tridimensionnel (6min32s).

Nous constatons dans ce thème que la topogénèse est majoritaire de côté de l'enseignant.

Thème célérité d'un ébranlement acoustique

- Jeu 10 : Notion de la célérité d'un ébranlement sonore.

Pour ce jeu, qui a duré 9 min, il n'y a aucune interaction verbale entre les étudiants et leur enseignant. Dès lors, la topogénèse est toujours du côté de professeur et la densité épistémique est importante et même élevée.

¹ Jeu 1 est servi pour introduire la séance.

- Jeu 11 : Mesure de la célérité d'un ébranlement acoustique.

La durée est 12 minutes 21 secondes avec une topogénèse major de côté du professeur et une densité épistémique élevée. Aussi, nous constatons que l'expérience proposée par l'enseignant était à travers un simulateur sur une rétroprojection ne comporte qu'un seul intervenant : l'enseignant.

- Jeu 12 : La célérité de l'ébranlement dépend des propriétés de milieu de propagation.

Ce jeu dure 6 minutes 43 secondes. La topogénèse est du côté professeur et la densité épistémique est très élevée.

Modélisation physique d'une onde acoustique

- Jeu 13 : La propagation des ondes acoustique est décrite et modélisée à l'aide des équations d'Alembert (Onde de d'Alembert, cas de corde vibrante, corde de Melde, onde acoustique dans un tube).

Ce jeu dure 15 minutes 11 secondes et la topogénèse est du côté professeur et la densité épistémique est très élevée. Nous pouvons donc conclure que ce jeu est joué en totalité par l'enseignant en absence de toutes interactions du côté des étudiants.

Les dimensions du quadruplet

En référence au quadruplet « définir, dévoluer, réguler et institutionnaliser », nous avons la possibilité de prendre position par rapport à chacun de ces éléments. Pour le premier, l'enseignant crée parfois les conditions de gain dans le cadre du jeu. Cependant, nous avons constaté que ces conditions ne génèrent pas les résultats escomptés. Pour ce qui est de la dévolution, elle est quasiment inexistante. En ce qui concerne la régulation, elle est introduite tout au long de la séance de cours. Enfin, en ce qui concerne l'institutionnalisation, la validation des connaissances des étudiants est systématiquement attribuée par l'enseignant. Bien qu'il expose les critères de validation, il demeure celui qui fournit les réponses.

CONCLUSION

Dans ce travail nous avons étudié l'apport d'un enseignement ordinaire sur l'apprentissage de l'onde acoustique à l'université. Pour cela, nous avons adopté une méthodologie d'analyse qui consiste en un découpage du synopsis à partir de l'enregistrement vidéo de la séance d'enseignement et construire ainsi un tableau d'analyse. Ce dernier comporte trois niveaux d'analyse à l'aide de descripteurs qui nous ont permis de distinguer la position topogénétiques de chaque intervenant et d'évaluer la densité épistémique correspondante.

Les résultats de l'analyse montrent que l'enseignant est en position haute toute au long de cette séance ; il guide et domine les transactions. Pour les étudiants, nous constatons que leur part de responsabilité dans les transactions didactiques est très faible (voir négligeable dans quelques situations).

Cette méthode d'enseignement ne permet pas la participation effective des étudiants en classe (la topogénèse est toujours haute du côté professeur). Dès lors, nous pensons que le rôle des étudiants est passif ; la fonction transactionnelle des étudiants est de suivre les jeux proposés par l'enseignant sans jamais pouvoir s'en emparer avec leurs propres empreintes réflexives, même s'il s'agit d'une intégration de la simulation numérique pour enseigner un concept abstrait. Il faut noter ici que dans un contexte d'étude différent (niveau secondaire), Ben Jemaa (2017), a néanmoins obtenu un résultat similaire sur le même concept onde. Il est

également pertinent de souligner que les recherches de Maurines (2003) indiquent que même après l'enseignement du concept au niveau supérieur, les étudiants éprouvent des difficultés à le saisir. Cette constatation suggère que ces difficultés d'apprentissage persistent, même dans des contextes variés.

À ce constat, ces contraintes générales pesant sur une utilisation de l'expérimental en situation didactique, il pourrait être éventuellement possible de construire un ensemble d'outils didactiques, comme ceux qui sont centrés sur une démarche hypothético-déductive et basée sur le processus de la modélisation numérique. Tout l'enjeu est de conduire les étudiants au travers de jeux de savoirs d'un traitement inconscient des procédures théoriques à un contrôle avéré des notions physiques propres à un concept bien déterminé. Et selon Tiberghien (1994), cela accroît un pouvoir d'intensifier les liens entre le champ expérimental et le monde des théories et des modèles. Cela pourrait s'effectuer par l'adoption d'une posture réflexive chez les étudiants lors d'une utilisation effective des nouvelles technologies telle que la simulation numérique dans le processus d'enseignement.

RÉFÉRENCES

- Abdelli, K. (2020). *Impact de l'usage de la simulation numérique sur l'apprentissage du concept des ondes sonores : Cas des élèves tunisiens en terminale sciences expérimentales*. Mémoire de master de recherche. Université virtuelle du Tunis, Tunisie.
- Ben Jemaa, A. (2017). *Une ingénierie didactique fondée sur une démarche d'investigation avec simulation pour enseigner les ondes mécaniques au lycée*. Thèse de doctorat. Université de Bretagne Occidentale et Université Virtuelle de Tunis, France et Tunisie.
- Buty, C. (2000). *Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique à l'aide d'une modélisation informatique*. Thèse de doctorat. Université Louis Lumière-Lyon II, France.
- Gil-Pérez, D. (1993). Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique. *Aster*, 17, 43-64.
- Giordan, A. (2002). *Une autre école pour nos enfants*. Paris: Delagrave.
- Johsua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster*, 8, 29-53.
- Marlot, C. (2012). Glissement de jeu d'apprentissage et capital d'adéquation des élèves : Une mise en synergie dans une étude de cas à l'école élémentaire. Dans B. Gruson, M. Loquet & D. Forest (Éds.), *Jeux de savoir* (pp. 131-154). Rennes, France: Presses Universitaires de Rennes.
- Maurines, L. (1998). Les élèves et la propagation des signaux sonores. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 800, 1-22.
- Maurines, L. (2003). Analyse des difficultés des étudiants à propos des concepts de phase et de surface d'onde, du principe de Huygens. *Didaskalia*, 22, 9-39.
- Santini, J. (2021). *Comprendre des concepts, l'articulation jeu didactique et jeu épistémique dans une théorie de l'action conjointe en didactique*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Sensevy, G., Mercier, A., & Schubauer-Leoni, L. (2001). Vers un modèle de l'action didactique du professeur. À propos de la course à 20. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20(3), 263-304.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4(1), 71-87.

Tongchai, A., Devi Sharma, M., Johnston, I. D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2011). Consistency of students' conceptions of wave propagation: Findings from a conceptual survey in mechanical waves. *Physical Review Physics Education Research*, 7(2). <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevSTPER.7.020101>.