

Exploration des connaissances procédurales et déclaratives dans l'enseignement : cas de la loi des mailles

AHLEM OUESLATI¹, RYM NAIJA²

¹ECOTIDI,
Institut Supérieure de l'Éducation
et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
oueslati.ahlem@gmail.com

²Institut Supérieure de l'Éducation
et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
rym.naija@uvt.tn

ABSTRACT

The implementation of a teaching in class, leads the teacher to have to mobilize different types of knowledge. Depending on the teacher, the context of his teaching, the analysis of the teacher's activity makes it possible to identify declarative and procedural knowledge relating to the knowledge taught, as well as pedagogical knowledge (PCK) related to the regulation of teaching. In this article, an example of an analysis of a teacher's activity is presented in the case of the teaching of the law of mesh in high school.

KEYWORDS

Procedural and declarative knowledge, knowledge content-related pedagogical (PCK)

RÉSUMÉ

La mise en œuvre d'un enseignement en classe, amène l'enseignant à devoir mobiliser différents types de connaissances. Suivant l'enseignant, le contexte de son enseignement, l'analyse de l'activité de l'enseignant permet d'identifier des connaissances déclaratives et procédurales relatives au savoir enseigné, ainsi que des connaissances pédagogiques (PCK) liées à la régulation de l'enseignement. Dans cet article, un exemple d'analyse de l'activité d'un enseignant est présenté dans le cas de l'enseignement de la loi des mailles au lycée.

MOTS-CLÉS

Connaissances procédurales et déclaratives, connaissances pédagogiques liées aux contenus (PCK)

INTRODUCTION

Les activités de l'enseignant nécessitent la mise en œuvre de différents types de connaissances notamment dans l'enseignement de la loi des mailles ; elles peuvent varier selon les enseignants et le contexte de l'enseignant (Altet, 2003). L'enseignement de la loi des mailles est important

pour la compréhension du fonctionnement des circuits électriques. Son apprentissage permet d'analyser les composants d'un circuit, de calculer les tensions aux bornes des composants et de résoudre des équations pour trouver des solutions précises, les équations différentielles ou les méthodes numériques, en fonction de la complexité du circuit et des grandeurs à déterminer.

Ce concept a fait l'objet de certaines recherches en didactique des sciences physiques. Citons, par exemple, Métioui et Levasseur (2011) qui se sont intéressés au raisonnement et conceptions des élèves sur les circuits en courant continu et les lois de Kirchhoff, en faisant une comparaison du contexte entre les élèves au Maroc et au Canada. Gacek Langlois (2021) présente dans le cadre de son mémoire une étude en didactique qui montre que le raisonnement linéaire causal génère des difficultés dans l'analyse des circuits électriques proposant ainsi le recours aux nouvelles technologies comme solution possible de remédiation. Kpokpolingou-Koyambesse (2022) a examiné l'activité expérimentale dans l'enseignement de l'intensité du courant en Centre-Afrique, et Slimi et al. (2019) analysent les pratiques d'un enseignant de physique lors de séances de travaux pratiques, portant sur la loi de distribution des tensions électriques dans un circuit électrique, en mettant l'accent sur la démarche d'investigation pour comprendre les motivations et les choix de l'enseignant, ainsi que les facteurs qui influencent ses pratiques pédagogiques.

Le travail de recherche présenté ici se concentre sur l'analyse des connaissances procédurales et déclaratives que les enseignants mobilisent lorsqu'ils enseignent la loi des mailles. En plus de cela, il examine également le rôle de l'enseignant en tant qu'acteur engagé dans l'activité d'enseignement, en mettant l'accent sur le développement du PCK (*Content Knowledge*) ou '*Connaissance Professionnelle du Contenu*'. En effet, ces connaissances sont importantes dans la construction du savoir par les élèves à partir de la mobilisation de leurs connaissances acquises. Dans le cas de l'enseignement de la loi des mailles, le but est de fournir aux élèves la possibilité d'une compréhension d'un concept tel que la loi des mailles, de leur montrer comment cette loi s'applique dans la pratique et de susciter leur intérêt pour le sujet (Cross, 2010). A cet égard, la mobilisation des connaissances, par l'enseignant, « *intégrera les notions de partage, d'échange, de passage, de diffusion, de traduction, d'utilisation, de mise en œuvre, de vulgarisation, d'appropriation* » (Khouiyi et al., 2022, p. 158), ou encore « *L'ensemble des processus cognitifs et pratiques qui visent à l'échange de divers savoirs (recherches, pratiques, expériences et cultures) dans le but de créer de nouvelles formes de connaissances pouvant servir à l'action* » (Elissalde et al., 2010, p. 38).

CADRE THÉORIQUE

Le modèle de connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK) de Magnusson et al. (1999) met en évidence l'importance des connaissances pédagogiques spécifiques des enseignants lorsqu'ils enseignent un contenu particulier. Le PCK permet aux enseignants d'adapter leur enseignement en fonction de ces éléments (connaissances procédurales et déclaratives), favorisant ainsi une meilleure articulation des connaissances procédurales et déclaratives dans leur pratique pédagogique.

Ainsi, pour étudier les connaissances procédurales et déclaratives mobilisées par l'enseignant, nous avons choisi de faire appel au modèle de connaissances pédagogiques liées au contenu (PCK) de Magnusson et al. (1999). Ce cadre considère que les connaissances pédagogiques de l'enseignant portent sur le contexte, les difficultés des élèves, les stratégies d'enseignements et l'évaluation.

Dans Diagne (2021), le résultat de recherche indique que pour enseigner, il ne suffit pas seulement de bien connaître le contenu disciplinaire. Il faut aussi comprendre comment les élèves apprennent (c'est-à-dire avoir des connaissances en psychologie de l'apprentissage) et

savoir comment enseigner de manière efficace en utilisant différentes méthodes (ce qui relève du PCK, ou Connaissances Didactiques et Pédagogiques). Petiot et al. (2016, p. 4) précisent que « *L'élaboration du concept de PCK marque un glissement vers une prise en compte du contexte de classe et, plus particulièrement, de la manière dont les enseignants parviennent à assurer l'adaptation aux situations concrètes d'exercice du métier et par des plans d'action consistant en une sorte de réflexion en acte et en une mobilisation de savoirs* ». Cross et al. (2016) soulignent l'étroite relation entre les PCK de l'enseignant et de ses connaissances procédurales et déclaratives : « *Si l'on se réfère au modèle de Magnusson et al. (1999), tel que présenté par ces auteurs, les intitulés des composantes (les connaissances sur les stratégies d'enseignement, les connaissances sur les difficultés des élèves ...) suggère qu'il s'agit principalement de connaissances déclaratives et explicites* » (Cross et al., 2016, p. 346). Ces auteurs affirment également que « *Des études plus récentes montrent cependant tout l'intérêt de considérer les connaissances procédurales (ou savoir d'action) et/ou implicites, notamment lorsqu'il s'agit de faire le lien entre PCK et apprentissages des élèves* ».

Différents aspects des connaissances procédurales et déclaratives

La littérature examine les connaissances procédurales et déclaratives dans l'enseignement en mettant en évidence un certain nombre de points essentiels. Ainsi, les connaissances sont définies comme un ensemble d'informations acquises par l'expérience ou l'apprentissage. Les connaissances procédurales concernent les compétences pratiques, les habiletés et les étapes concrètes que les enseignants utilisent pour mener leurs activités d'enseignement. Les connaissances déclaratives font référence aux principes théoriques, aux concepts et aux faits transmis aux élèves.

La connaissance est un concept épistémologique défini par le dictionnaire philosophique comme étant un ensemble d'informations stockées par le biais de l'expérience ou de l'apprentissage (a posteriori), ou à travers l'introspection (a priori). Selon les travaux d'Anderson (1983, 1985, 1993), un modèle du système cognitif humain a été proposé. Ce modèle suggère que les connaissances peuvent être stockées dans des mémoires distinctes chez les individus, chacune de ces mémoires ayant en propre un format et des caractéristiques (le format de la mémoire déclarative, le format de la mémoire procédurale et la mémoire de travail). Dans le domaine pédagogique, la connaissance déclarative concerne les informations, les concepts, les principes, les théories et les faits qui sont nécessaires pour comprendre ; la connaissance procédurale concerne le fait de savoir « comment faire » quelque chose. Selon Tardif (1992), il existe deux grands types de connaissances : les connaissances explicites et les connaissances implicites. Lorsque la connaissance peut être transmise d'un sujet à un autre par le biais d'une communication formelle, on parle de connaissance explicite. Si la connaissance se rapporte à des expériences personnelles ou à des modèles mentaux, on parle alors de connaissance implicite. Tardif (1992) considère aussi que les connaissances qui portent respectivement sur les faits, les règles et les principes sont déclaratives, et le comment faire est procédurale. Désilets (1997) considère que les connaissances déclaratives se manifestent par le savoir quoi faire, l'exposition des faits et l'expression des états du monde réel ou symbolique, alors que les connaissances procédurales surgissent par le savoir comment faire quelque chose, la description des procédures et des séquences d'actions. Pour Fischer (1998), les connaissances procédurales et déclaratives s'identifient par quatre critères : les connaissances déclaratives sont d'ordre verbal, s'apprennent vite, sont explicites et sont directement accessibles ; les connaissances procédurales relèvent de l'action, demandent un apprentissage long, sont implicites ou inconscientes et sont difficilement accessibles.

Question de recherche

Lorsqu'un enseignant aborde la loi des mailles lors d'une séance d'enseignement, il explique les principes théoriques en fournissant des exemples concrets, tandis que les connaissances procédurales peuvent être transmises en guidant les élèves dans la mise en place de circuits réels, en les aidant à mesurer les tensions et à résoudre les problèmes du circuit. Dans cette perspective deux questions de recherche sont attribuées à cette étude : Comment se mobilisent les connaissances déclaratives et procédurales de l'enseignant lors de l'enseignement de la loi des mailles ? Comment l'enseignant peut-il concrètement réguler ses connaissances procédurales et déclaratives dans le but de faciliter l'enseignement de la loi des mailles pour les élèves.

RECUEIL DES DONNÉES ET ANALYSE

Contexte de l'étude

Cet article présente une étude de cas exploratoire, l'analyse de l'activité d'une enseignante ayant plus que 20 ans d'expérience dans l'enseignement des sciences physiques, dont 12 ans avec la classe 1^{ère} année secondaire, Elle exerce dans un lycée situé aux alentours de Tunis, capitale de la Tunisie. Le nombre d'élèves présents à la séance était de 21 garçons et filles, âgés de 15 ans. Notre observation a été réalisée pendant une séance ordinaire de travaux pratiques (TP) de durée de 1 heure portant sur la loi des mailles, sans l'intervention du chercheur.

Dispositif de recueil des données

Dans le but de répondre à nos questions de recherche, les données recueillies découlent de deux sources :

1. un enregistrement vidéo de la séance de TP, avec une caméra fixée au fond de la salle et orientée vers l'enseignante, couvrant presque la totalité de la classe.
2. un entretien d'auto-confrontation enregistré par vidéo, a posteriori ; cet entretien s'appuie sur des questions semi-dirigées, dont le but est d'éclaircir certaines actions et activités effectuées par l'enseignante et d'expliquer ses choix.

Aperçu de la procédure d'analyse

Analyse des données par Transana

Pour agréer des réponses aux différents questionnements, nous envisageons une stratégie d'inférence et de déduction de la mobilisation des connaissances (Dahm, 2014), à partir des activités réalisées et identifiées à travers les verbatim et les discours déclarés par l'enseignant (Develay, 1993). En ce sens, l'identification s'appuie sur quelques verbes spécifiques prononcés qui peuvent être classés en deux catégories : la connaissance déclarative est associée aux verbes qui décrivent la loi des mailles comme « Définir, Décrire, Identifier, Expliquer, Rappeler, Reconnaître » ; la connaissance procédurale est associée aux verbes qui décrivent les actions qui peuvent être exécutées, comme « Calculer, Mesurer, Appliquer, Utiliser ».

Les données recueillies pendant la séance de TP et l'entretien d'auto-confrontation ont été transcrites avec le logiciel TRANSANA, 2.30bWin, 2002-2008 (voir figure 1).

Le logiciel Transana est conçu pour faciliter l'analyse des données qualitatives. Il offre des fonctionnalités telles que la création de transcriptions, la visualisation de vidéos, la navigation dans l'audio, la gestion de bases de données et l'identification de mots clés. Cependant, il convient de noter que les transcriptions se limitent au discours verbal et à certains comportements observables, sans prendre en compte d'autres formes de communication telles que les gestes ou les chevauchements de paroles. Dans le cadre de l'identification des

connaissances déclaratives et procédurales mobilisées, il est essentiel de se baser sur ce qui a été dit et fait en termes d'actions, ce qui peut être transcrit et analysé.

FIGURE 1



Base de données de Transana

La transcription du tableau 1 et 2, est divisée en thèmes et/ou sous-thèmes. A chaque thème, nous avons attribué des mots-clés qui sont des verbes appartenant au champ lexical des connaissances déclaratives et procédurales et prononcés par l’enseignante.

TABLEAU 1

Extrait d’un découpage thématique du thème 2 ; partie expérimentale ; phase de transition

Tdp	Locuteurs	Verbatim
1	P	Alors pour répondre à cette question, qu’est-ce qu’on doit faire ?
2	E	Mesurez la tension
3	P	Bon, allez-y, mesurez. Mesurer ? (L’enseignante fait des gestes de permission à tous les élèves) Où vous allez mesurer ? (Elle demande aux élèves de lever le doigt en ordre gestuel tellement et désigne un élève)
4	E1	Avec un voltmètre.

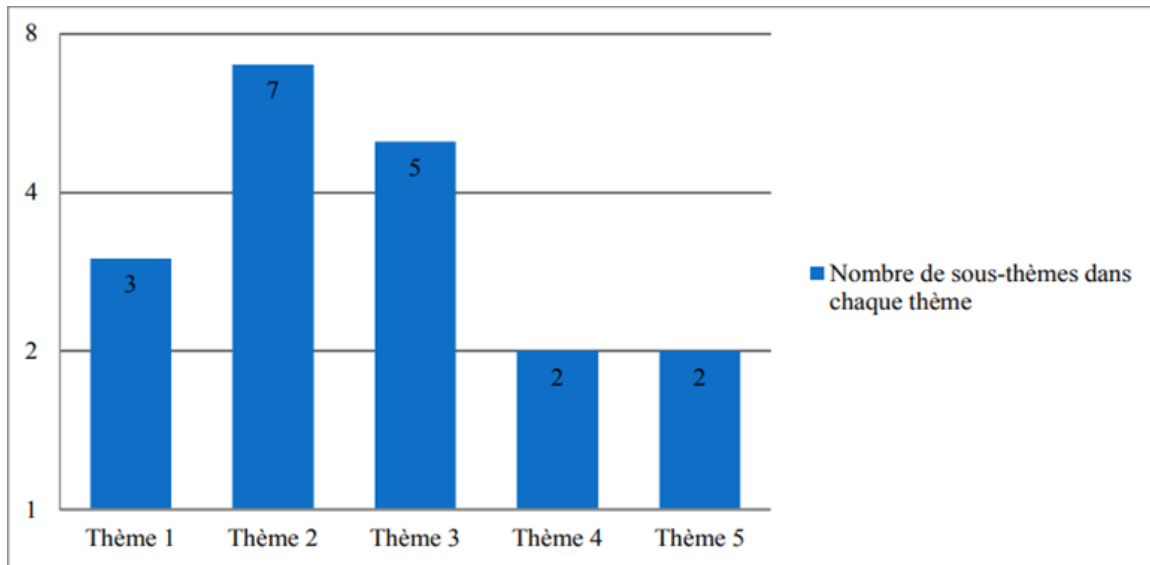
TABLEAU 2

Extrait de la transcription de l’entretien portant sur le choix du matériel utilisé

Locuteurs	Verbatim
C	Donc vous aviez varié les récepteurs ?
P	Oui, déjà ce montage, je l’utilise quotidiennement, dans la leçon des effets du courant électrique aussi, c’est pour ça que les élèves choisissent directement l’électrolyseur et la lampe.

Le découpage en thèmes et en sous-thèmes est effectué comme le représente le graphe 1 :

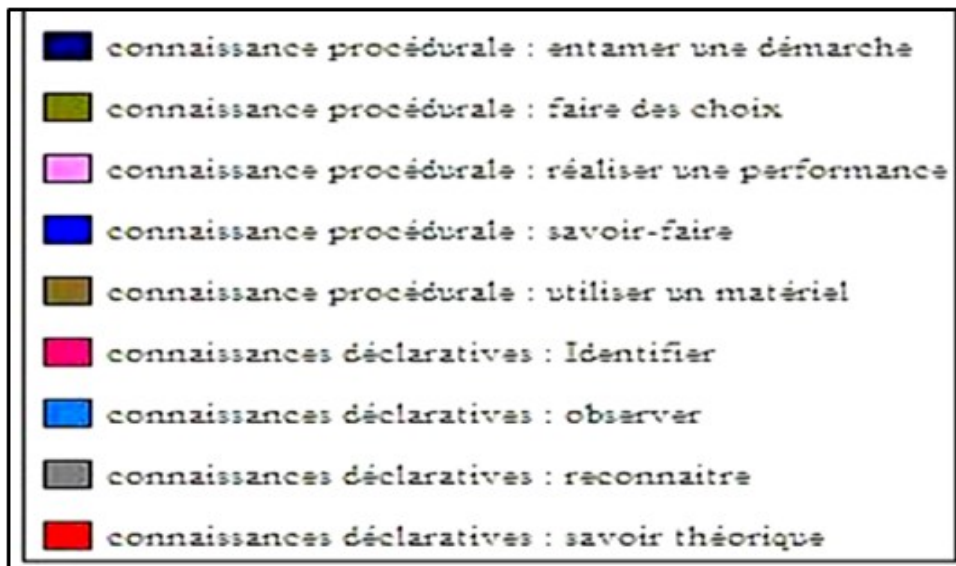
GRAPHE 1



Représentation du nombre de sous-thèmes dans chaque thème

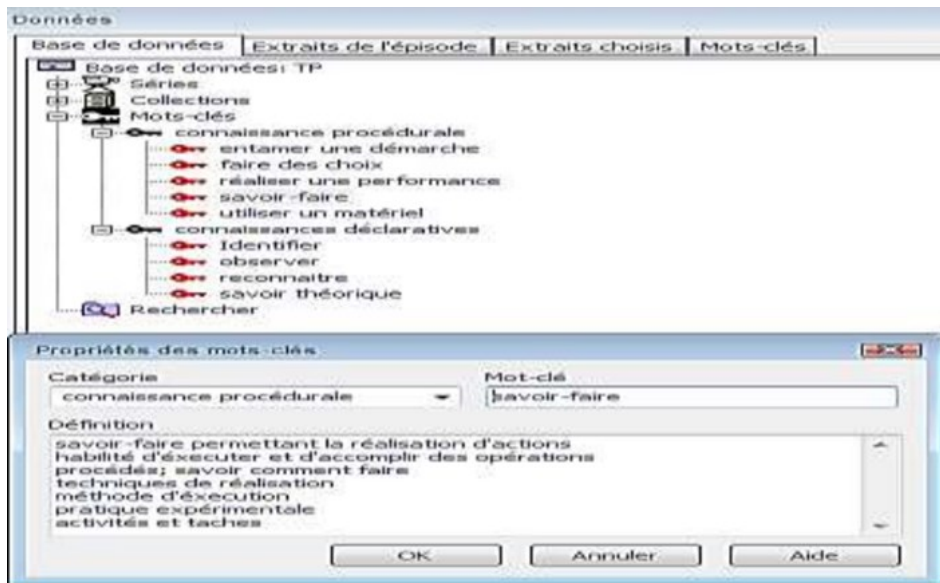
L’identification des connaissances procédurales et déclaratives le long de la séance se fait par l’analyse des épisodes interactionnels des thèmes et des sous-thèmes. L’affectation d’un mot-clé est effectuée comme le montre la figure 2. Les mots-clés sont sous forme de verbe, ou sous forme de vocabulaire, et choisis avec précision après lecture des transcriptions. Ces mots-clés permettent l’indexation des clips dans la base de données (figure 3).

FIGURE 2



Légende de la base de données

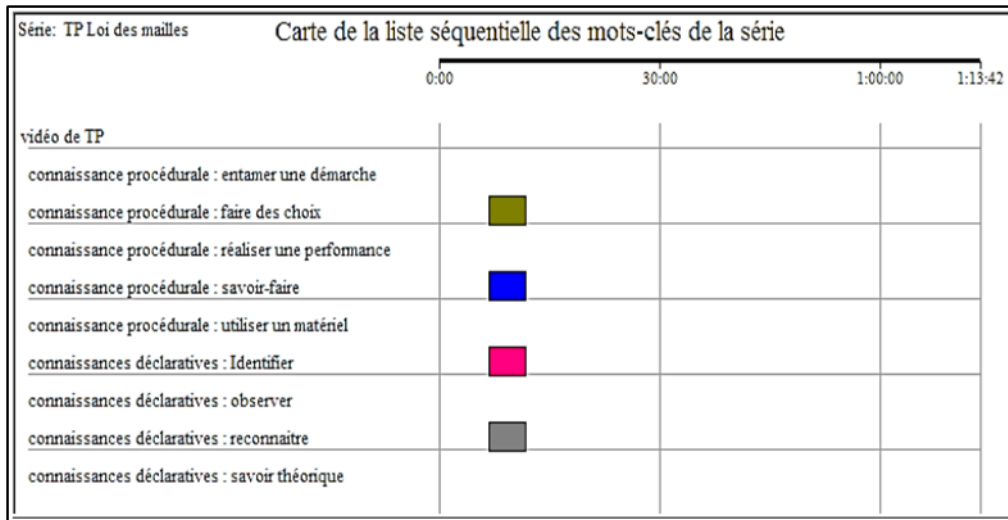
FIGURE 3



Les mots clés de la base de données

À ce niveau, pour chaque sous-thème, est associée une carte de liste séquentielle de mots-clés, chaque carte permettant d'identifier la connaissance la plus fréquente (figure 4).

FIGURE 4



Liste séquentielle des mots-clés du sous-thème 5 nommé par préparation orale du thème 2

Analyse des connaissances en termes de PCK

Un deuxième niveau d'analyse a permis d'analyser les connaissances procédurales et déclaratives en termes de connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire (PCK). Cette analyse est réalisée pour chaque composante des PCK, afin d'identifier qualitativement leurs présences. Nous avons utilisé les deux enregistrements vidéos effectués : la séance observée et l'auto-confrontation. Le tableau 3 est un exemple d'analyse.

Il s'agit ici d'étudier comment un enseignant articule ses connaissances pour les adapter et les réguler au contenu, le savoir enseigné, par l'intermédiaire des PCK appropriés.

TABLEAU 3

Extrait de l'analyse d'auto-confrontation de l'enseignante

Locuteurs	Production verbale
C	<i>Pour le choix des matériels vous y pensez beaucoup ?</i>
P	<i>Oui pour moi j'utilise le matériel le plus adapté pour l'élève et le plus reconnu pour éviter des questions inutiles à la leçon pour atteindre mon objectif sans perdre de temps. Si je propose par exemple un rhéostat comme dipôle, ils ne savent pas l'utiliser et ne le reconnaissent pas du coup ils vont demander c'est quoi ça ? Et là je serai obligée de répondre que vous verrez ce dipôle l'année prochaine et pour moi une telle réponse est inacceptable.</i>
C	<i>Vous utilisez ce montage dans tous les TP ?</i>
P	<i>Non, pas tous, par exemple dans les effets du courant, j'ai utilisé le moteur, l'électrolyseur et la lampe. Vous me comprenez ! Et dans ce TP, le moteur est difficile pour eux, donc je me limite à l'électrolyseur et la lampe seulement pour que leur confusion sur la tension soit la même s'élimine. Malheureusement dans le labo, on n'a que des lampes identiques, si elles étaient différentes, il n'y aurait pas de problème, mais, si cette question n'est pas résolue, il y a un risque que l'élève conserve cette confusion et la mémorise, ainsi, nous constatons ici que les élèves choisissent l'électrolyseur et la lampe.</i>

L'enseignante possède les connaissances sur le matériel disponible dans le laboratoire pour enseigner le TP ; elle affirme que « malheureusement dans le labo, on a que des lampes identiques ». Elle bénéficie aussi de connaissances sur le matériel nécessaire et adéquat au contenu enseigné, il semble qu'elle y réfléchisse préalablement. D'ailleurs elle affirme « dans ce TP le moteur est difficile pour eux donc je me limite à l'électrolyseur et la lampe seulement », ou encore « Oui pour moi, j'utilise le matériel le plus adapté pour l'élève et le plus reconnu ». Elle aborde même les difficultés auxquelles les élèves peuvent être confrontés et les conceptions erronées pouvant résulter du matériel disponible en laboratoire, afin d'éliminer toute confusion quant à l'égalité des tensions. Sinon, l'élève risquerait de conserver cette confusion et d'apprendre incorrectement, « pour que leurs confusions sur la tension est la même s'élimine ... Mais, sinon l'élève sortira avec cette confusion et il va l'apprendre ».

RÉSULTATS

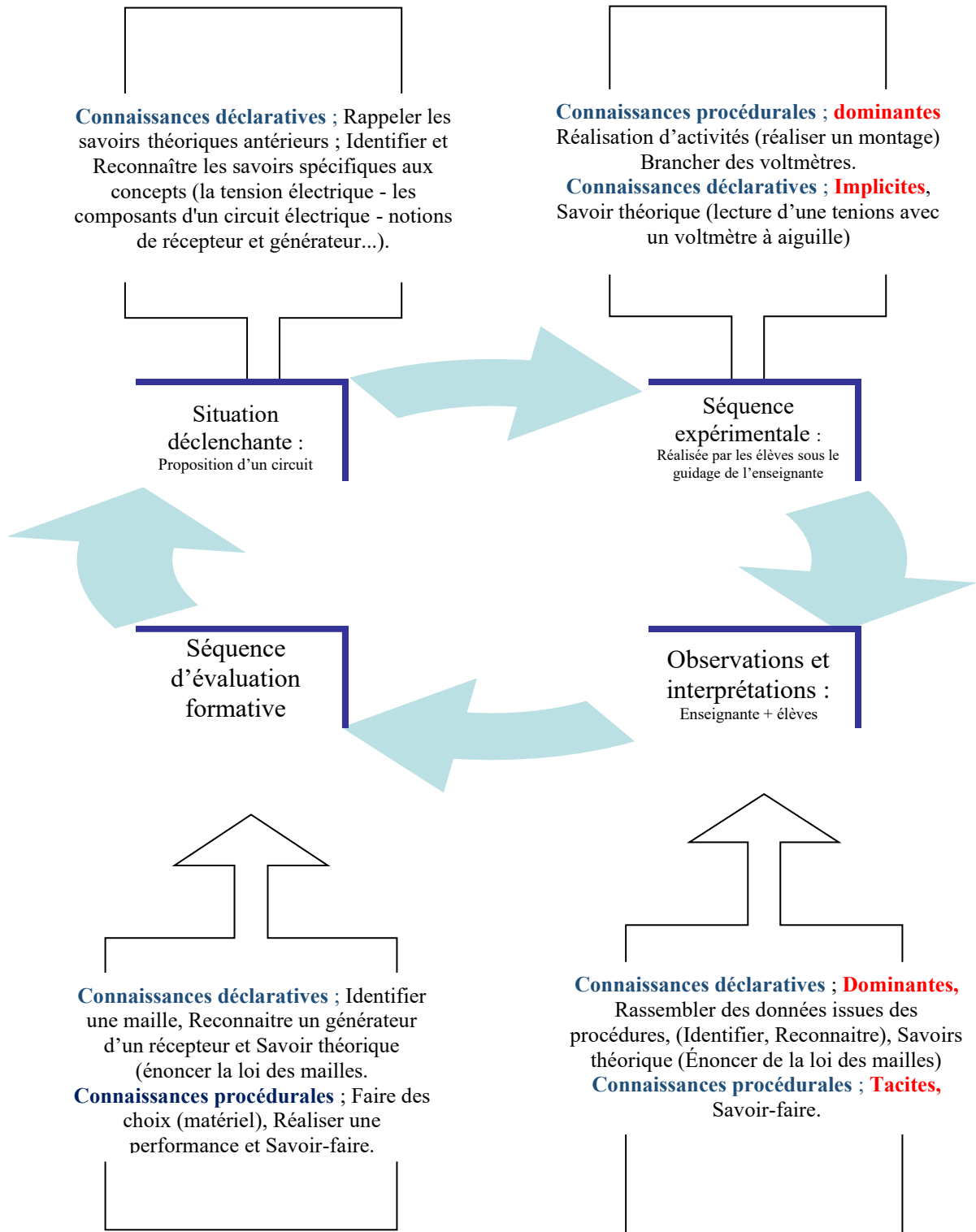
L'analyse de nos données en ce qui concerne la question de recherche sur l'articulation des connaissances procédurales et déclaratives dans l'enseignement de la loi des mailles en action donne : une reconstruction de la séance, en termes de connaissances mobilisées, représentée de la manière qui suit.

La situation déclenchante conduit l'enseignant à partager des connaissances de nature purement déclarative, en rappelant les acquis concernant tous les concepts liés à la loi des mailles, l'enseignante construit une base de connaissances essentielles pour le concept enseigné. Cette approche démontre son souci d'analyser en profondeur les concepts et de fournir des savoirs nécessaires pour atteindre les objectifs du programme.

Nous déduisons aussi que la présence des connaissances procédurales et déclaratives est très intensive dans la partie expérimentale ; dans cette partie, les connaissances procédurales de l'enseignante sont explicites et plus manifestes, elles se traduisent par la réalisation d'une performance ; organiser les groupes de travail, veiller sur le fonctionnement du matériel (générateurs – voltmètres – lampes - fils de connexion) chez les groupes d'élèves, aider les élèves à réaliser un montage électrique, savoir-faire (brancher un générateur - brancher le

voltmètre), faire des choix sur le type de montage électrique, entamer une démarche (prise des valeurs des tensions électriques) , utiliser un matériel (utiliser le voltmètre).

SCHÉMA 1



Structure des connaissances procédurales et déclaratives dans la séance de TP : loi des mailles

Alors que les connaissances déclaratives sont présentes de manière implicite, comme la relation utilisée pour lire la tension électrique sur un voltmètre analogique [$U = (\text{lecture} * \text{calibre}) / \text{Échelle}$], ainsi, nous pouvons considérer que c'est une phase de procéduralisation dans laquelle l'enseignante transforme les connaissances déclaratives déjà acquises en connaissances procédurales.

Dans la phase d'observation et d'interprétations, il y a dominance des connaissances déclaratives qui sont explicitées par l'enseignante, alors que les procédurales sont tacites.

L'enseignante transpose les données recueillies dans la partie expérimentale et les procédures effectuées, en des savoirs théoriques finalisés par l'énoncé de la loi des mailles. Quant à l'évaluation, l'enseignante mobilise les deux types de connaissances procédurales et déclaratives pour accommoder et renforcer les savoirs acquis par les élèves. Elle propose une activité dans laquelle l'élève est implicitement demandé à : choisir la maille convenable pour résoudre la question, choisir un sens arbitraire du parcours sur la maille (par exemple le sens des aiguilles d'une montre), représenter par des flèches la tension électrique (ces flèches ont le même sens que l'intensité du courant pour un dipôle générateur et de sens contraire pour un dipôle récepteur, donner le signe moins (-) aux tensions qui ont un sens contraire au sens de la maille, faire la somme de toutes les tensions y compris celle du générateur et cette somme est égale à zéro. L'alternance entre les deux types de connaissances nous informe que la transmission des savoirs n'est ni linéaire ni statique, mais en relation avec la situation.

La mobilisation des connaissances procédurales et déclaratives (schéma 1) nous a permis d'identifier des indicateurs en relation avec les composants des connaissances pédagogiques liées aux contenus PCK selon Magnusson, et al. (1999), tel que connaissances sur le contexte, connaissances des stratégies d'enseignement, connaissances sur l'évaluation, des connaissances pédagogiques reliés à la gestion de la classe. La comparaison des résultats entre la méthodologie d'analyse avec Transana et la méthode classique d'analyse de verbatim montre une certaine similitude de résultat, A titre d'exemple, lors de la séquence de situation déclenchante (schéma 1), il y a mobilisation des connaissances purement déclaratives à partir des prérequis donc construction d'une base de référence. L'analyse du verbatim montre à partir du tableau suivant le même résultat.

TABLEAU 1

Transcription des moments interactionnels sur l'identification des prérequis

Tdp	Locuteurs	Verbatim
1	P	<i>Maintenant si je veux considérer deux points par exemple de ces deux côtés, qu'est-ce que je peux mesurer entre les pôles de ces dipôles ?</i>
2	E	<i>L'intensité</i>
3	P	<i>Qu'est ce qu'on peut mesurer entre les bornes de ce dipôle ?</i>
4	E	<i>La tension.</i>
5	P	<i>La tension que nous avons notée par ?</i>
6	E	<i>U!</i>
7	P	<i>Alors, à l'aide de quoi peut-on mesurer la tension ?</i>
8	E	<i>Madame.</i>
9	P	<i>Oui ((elle désigne une élève))</i>
10	E	<i>Un voltmeter</i>
11	P	<i>À l'aide d'un voltmètre, qu'on doit brancher comment ? ((L'enseignante désigne un autre élève))</i>
12	E	<i>En parallèle</i>

Dans cet extrait (tableau 1), l'enseignante construit un répertoire de connaissances des prérequis d'élèves qui sont nécessaires pour enseigner la loi des mailles. La méthode d'analyse utilisée, Transana, nous fournit des informations sur certains éléments des connaissances pédagogiques de contenu (PCK), mais ces informations ne sont pas suffisantes pour les appréhender dans leur ensemble. Par conséquent, il devient essentiel de recourir à une analyse assistée par des discours d'auto-confrontation afin de renforcer notre compréhension de la manière dont les connaissances procédurales et déclaratives sont mobilisées.

Des extraits d'épisodes interactionnels, comme le Tableau 2, de la séance et de l'entretien d'auto-confrontation avec l'enseignante, a posteriori, permet d'identifier les composants manquants :

TABLEAU 2

Transcription des moments interactionnels sur le contexte : le programme

Locuteurs	Verbatim
C	<i>Avez-vous une idée sur ce qui est prescrite dans le programme au niveau du collège ?</i>
P	<i>Non pas vraiment, je sais qu'ils l'ont vue en arabe, mais je ne me repose pas du tout sur ce qui était enseigné, j'enseigne ce concept comme si c'est pour la première fois qu'ils l'apprennent. Parce que sûrement, il y aurait des élèves qui vont dire qu'on a jamais vu ce concept ou aussi que l'enseignant nous ne l'a pas enseigné ou bien qu'il n'y avait pas de matériels.</i>

La rupture des connaissances sur le programme officiel du cycle qui précède n'influe en aucun cas l'enseignement de la loi des mailles, toutefois la connaissance de l'enseignante se limite seulement au cycle secondaire puisqu'elle enseigne ce cycle depuis son recrutement.

TABLEAU 3

Transcription des moments interactionnels sur la connaissance du matériel

Locuteurs	Verbatim
C	<i>Vous utilisez ce montage dans tous les TP ?</i>
P	<i>Non, pas tout, par exemple dans les effets du courant, j'ai utilisé le moteur, l'électrolyseur, la lampe, vous me compreniez, et dans ce TP le moteur est difficile pour eux donc je me limite à l'électrolyseur et la lampe seulement pour que leurs confusions sur la tension sont la même s'élimine. Malheureusement, dans le labo, on a que des lampes identiques, s'ils étaient différents, y aura pas de problème, mais sinon l'élève sortira avec cette confusion et il va l'apprendre, ainsi, nous constatons ici que les élèves choisissent l'électrolyseur et la lampe.</i>
C	<i>Pour le choix des matériels vous y pensez beaucoup ?</i>
P	<i>Oui pour moi j'utilise le matériel le plus adapté pour l'élève et le plus reconnu pour éviter des questions inutiles à la leçon pour aboutir à mon objectif sans perdre de temps. Si je propose par exemple un rhéostat comme dipôle, ils ne savent pas l'utiliser et ne le reconnaissent pas du coup ils vont demander c'est quoi ça ? Et là je serai obligée de répondre que vous verrez ce dipôle l'année prochaine et pour moi une telle réponse est inadaptable.</i>

L'enseignante bénéficie de connaissances sur le matériel nécessaire et adéquat au contenu enseigné, elle y pense à priori, « *Oui pour moi, j'utilise le matériel le plus adapté pour l'élève et le plus reconnu* », elle précise les difficultés que peut rencontrer les élèves et les conceptions possibles que peut causer le matériel « *pour que leurs confusions sur la tension sont la même s'élimine ... Mais sinon l'élève sortira avec cette confusion et il va l'apprendre* ».

Les connaissances mobilisées par l'enseignante affirment les composantes de PCK, comme aussi, la construction des connaissances procédurales et déclaratives évolue au fil des temps à partir de l'expérience professionnelle, elles évoluent proportionnellement dans le sens où les connaissances se renforcent lorsque l'expérience et les compétences se développent au fur et à mesure des années de pratique.

Néanmoins, la problématisation du concept signale une ambiguïté, cela est observable dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Transcription des moments interactionnels pour identifier les savoirs relatifs à la loi des mailles

Tdp	Locuteurs	Verbatim
1	P	<i>La question est y a -t-il une relation entre ces différentes tensions ? C'est à dire ici comme pour l'intensité nous avons dit que $I = I_1 = I_2$</i>
2	E	<i>((En meme temp)) $I = I_1 = I_2$</i>
3	P	<i>La question d'aujourd'hui, la question aujourd'hui, y a -t-il une relation entre U_1 et U_2 et est- ce qu'ils sont aussi égaux ?</i>
4	E	<i>Non</i>
5	P	<i>Alors quelle est la relation ? vous avez la réponse Es ce qu'il y a une relation entre les tensions U, U_1, U_2?</i>
6	E1	<i>Non</i>
7	E2	<i>Madame, ils ne sont pas égaux</i>
8	P	<i>Pourquoi ne sont-ils pas égaux ? et pourquoi sont-ils différents ? •on a un problème ou non</i>
9	E1	<i>Non</i>
10	E2	<i>Oui</i>

La loi des mailles stipule que la somme des tensions dans une boucle fermée d'un circuit électrique est égale à zéro. Cette loi est basée sur la conservation de l'énergie électrique dans un circuit fermé. Dans la problématisation du savoir, l'enseignante se réfère à d'autres concepts intégrateurs de manière explicite et tacite avec mobilisation de connaissances déclaratives. Les concepts clés liés à la loi des mailles comprennent les tensions ; les tensions peuvent être représentées par des flèches orientées. Les sources de tension, telles que les piles ou les générateurs, forment une différence de potentiel électrique, elles peuvent être incluses dans les boucles fermées. Cependant, l'enseignante pose des questions sur l'intensité, la loi des nœuds et la différence de valeur, la comparaison des deux phénomènes permet de mettre en lumière les similitudes et les différences entre différentes observations « *C'est à dire ici comme pour l'intensité nous avons dit que $I = I_1 = I_2$* » et « *Pourquoi ils ne sont pas égaux ? et pourquoi sont-ils différents ? on a un problème ou non* ».

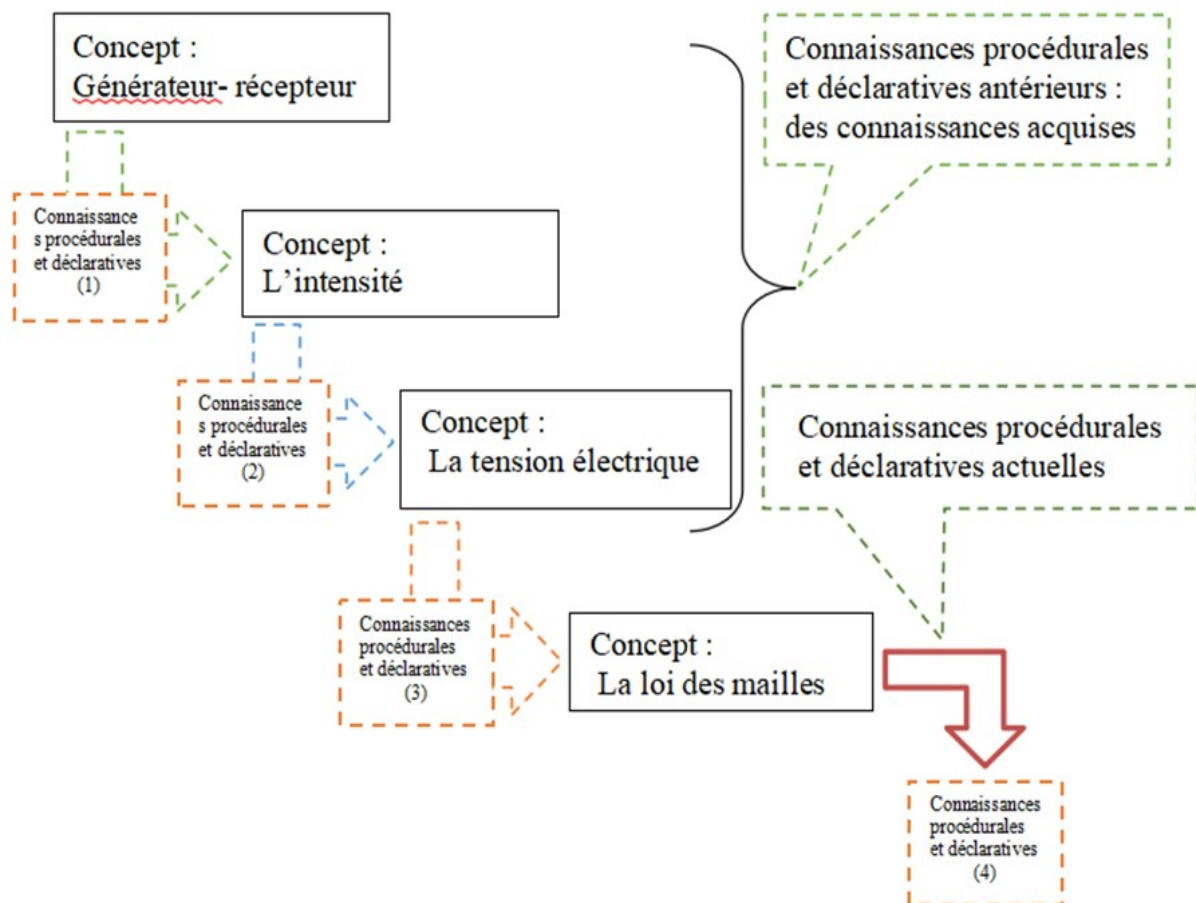
DISCUSSION ET CONCLUSION

Pour répondre à la première question de recherche, l'enseignement de la loi des mailles s'appuie sur l'organisation d'un tissage entre différents concepts médiateurs ; notion de tension électrique, récepteur-générateur, intensité électrique, qui sont essentiels lors de l'enseignement de la loi des mailles pour assurer l'enchaînement, l'évolution et la continuité des connaissances procédurales et déclaratives, d'où, leur progression est réalisée au fur et à mesure de la

construction du savoir. La mobilisation est dans ce cas considérée comme processus de transfert des connaissances (schéma 4).

En ce qui concerne la deuxième question de recherche, pour réguler les connaissances, l'enseignante prépare en avance un registre de connaissances procédurales et déclaratives, ce registre est dynamique, relatif aux savoirs enseignés auparavant, tels que la tension électrique, l'intensité de courant, la notion de générateur- récepteur. Ce registre, selon les dires de l'enseignante, s'améliore et se raffine avec l'expérience de l'enseignant d'une année à une autre, cela est illustré, chez l'enseignante, par sa capacité à mieux comprendre les besoins et les niveaux de compétence de ses élèves. Par exemple, au fil des années, L'enseignante a pu développer une connaissance régulée par la compréhension plus fine des erreurs fréquentes que font les élèves lors des branchements des circuits, sans tenir compte de la tension du générateur non adapté à la somme totale des tensions des récepteurs, cette connaissance régulée projetée sur une connaissance sur la stratégie de conservation de matériel en classe, nous inférons que l'enseignante mobilise ses connaissances procédurales et déclaratives en action.

SCHÉMA 4



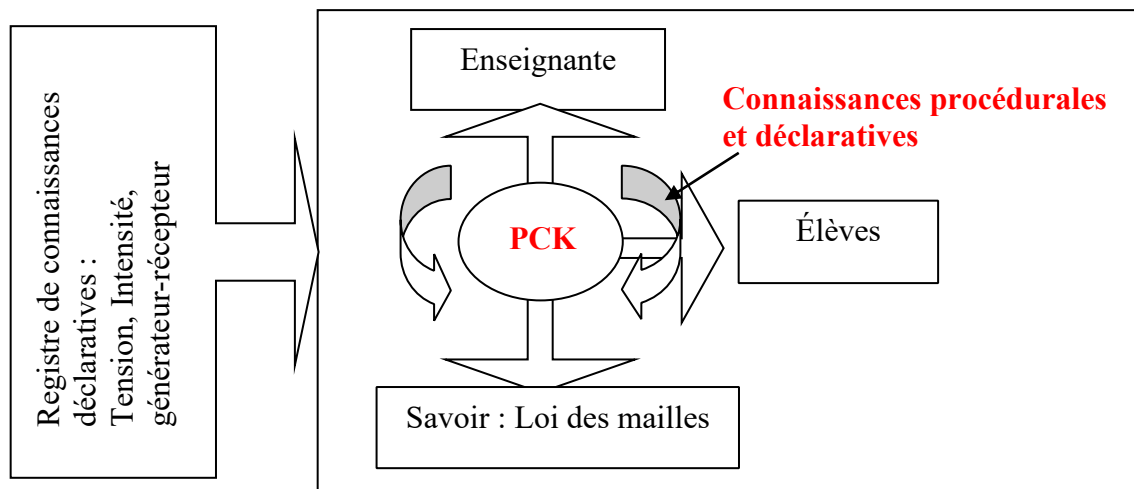
Processus de développement des connaissances procédurales et déclaratives liées à l'enseignement de la loi des mailles

En aval, la mobilisation des connaissances procédurales et déclaratives revient à la mobilisation des connaissances pédagogiques liées au contenu PCK comme l'indique Cross et al. (2016), d'où le schéma 5.

Notre travail a été réalisé sur une étude de cas pour montrer comment les connaissances procédurales et déclaratives sont mobilisées et régularisées. Les résultats obtenus nécessitent d'être testés sur un échantillon plus large puisqu'ils présentent certaines limites. Des

améliorations peuvent être apportées afin de le rendre plus pertinent. Nous proposons, ainsi, de multiplier l'échantillon d'études et de faire une étude quantitative.

SCHÉMA 5



Mobilisation des connaissances procédurales et déclaratives avec les PCK

RÉFÉRENCES

- Altet, M. (2003). Caractériser, expliquer et comprendre les pratiques enseignantes pour aussi contribuer à leur évaluation. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 10(1), 31-43.
- Anderson, J.-R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Harvard University Press.
- Anderson, J.-R. (1985). *Cognitive Psychology and its implications*. W. H. Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Anderson, J.-R. (1993). *Rules of the mind*. Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Cross, D. (2010). Action conjointe et connaissances professionnelles de l'enseignant. *Éducation et Didactique*, 4(3), 39-60.
- Cross, D., Molvinger, K., Munier, V., Bächtold, M., & Garcia, C. (2016). Étude quantitative et qualitative des connaissances d'enseignants de physique-chimie. Dans *Actes des 9e rencontres scientifiques de l'ARDIST* (pp. 338-343). Lens.
- Dahm, R. (2014). Les approches plurielles : Vecteurs du développement de la compétence métalinguistique des collégiens. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité. Cahiers de l'APLIUT*, 33(2), 72-99.
- Désilets, M. (1997). Connaissances déclaratives et procédurales : Des confusions à dissiper. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 23(2), 289-308.
- Develay, M. (1993). Pour une épistémologie des savoirs scolaires. *Pédagogie Collégiale*, 7(1), 35-40.
- Diagne, D. (2021). Le PCK : Une compétence qui permet de mieux enseigner. *Didaskein*, 2(2), 72-91.
- Elissalde, J., Gaudet, J., & Renaud, L. (2010). Circulation des connaissances : Modèle et stratégies. *Communiquer. Revue de Communication Sociale et Publique*, 3(4), 135-149.
- Fischer, J.-P. (1998). La distinction procédural/déclaratif : Une application à l'étude de l'impact d'un « passage du cinq » au CP. *Revue Française de Pédagogie*, 122(1), 99-111.

- Gacek Langlois, M. (2021). *Visualisations numériques des phénomènes électrocinétiques, un regard didactique sur l'existant. Raisonnement linéaire causal et enjeu de conception*. Master of Science in Learning and Teaching Technologies, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Genève, Suisse.
- Kpokpolingou-Koyambesse, J. P. (2022). *Place des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique en Centrafrique. Le cas de l'intensité du courant électrique en classe de troisième*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.
- Khouiyi, A. H., Guillemette, F. & St-Pierre, M.-J. (2022). La mobilisation des connaissances issues de la recherche dans l'accompagnement du développement professionnel. *Enjeux et Société*, 9(2), 150-172.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borke, H. (1999). Nature, sources, and development of Pedagogical Content Knowledge for Science teaching. In J. Gess-Newsome (Ed.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for Science Education* (pp. 95-132). Springer.
- Métioui, A., & Levasseur, J. (2011). Analyse des raisonnements d'élèves sur les circuits en courant continu et les lois de Kirchhoff. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 3, 155-178.
- Petiot, O., Visioli, J., & Bertone, S. (2016). Les connaissances mobilisées par l'enseignant en situation de classe : Quelle prise en compte du contexte ? *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 36, 151-166.
- Slimi, J., Kilani, C. B., & Boilevin, J.-M. (2019). Des pratiques ordinaires aux pratiques axées sur une démarche fondée sur l'investigation. Analyse de pratiques d'un enseignant de physique. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6 (2), 137-155
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique - L'apport de la psychologie cognitive*. Éditions Logiques.