

Connaissances mobilisées pour préparer un cours de *sciences physiques*

Karine Bécu-Robinault, UMR ICAR (5191, CNRS, université Lumière-Lyon 2, INRP, ENS-LSH, ENS-Lyon), Lyon ; karine.robinault@inrp.fr

Le travail de recherche que nous présentons ici vise à explorer, à partir de trois études de cas, les connaissances mobilisées lors de l'activité de préparation d'un cours de sciences physiques en lien avec les ressources externes disponibles. À ces fins, nous avons fait passer des entretiens d'explicitation à trois enseignants ayant des degrés d'expertise différents. Ces entretiens ont été analysés sur la base de catégories de connaissances mises en œuvre et de leur origine en association avec les ressources externes mobilisées et les lieux de préparation. Même si les trois enseignants font appel à des connaissances et à des ressources externes différentes, les résultats montrent qu'ils mobilisent des connaissances en lien avec des textes institutionnels plus ou moins librement adaptés, en fonction des besoins liés aux situations d'enseignement et de leur niveau d'expertise. Par ailleurs, notre analyse indique que les deux enseignants plus expérimentés mettent en jeu des connaissances sur les difficultés d'apprentissage des élèves mieux adaptées aux réalités de l'enseignement que celles utilisées par l'enseignante débutante.

Le système des tâches constitutives du métier de l'enseignant, s'il offre certains aspects très lisibles, comme l'instruction des élèves et leur évaluation, est tout à la fois varié et mal délimité (Durand, 1996). Connaître l'activité de l'enseignant dans sa classe nécessite une étude de l'ensemble des tâches en rapport avec cette activité. Cet article se propose d'étudier les connaissances mises en jeu dans une activité habituellement peu accessible, malgré sa reconnaissance institutionnelle (France : MEN, 1997) : la préparation des cours. Ce choix n'est pas neutre. Une part non négligeable des décisions sur l'enseignement est prise pendant cette préparation. Elles dépendent notamment des conceptions de l'enseignant sur l'apprentissage, sur la discipline enseignée, sur les pratiques expérimentales (Orlandi, 1991 ; Coquidé, 1998 ; de Jong, 1998 ; Koliopoulos & Ravanis, 1998). Lors de cette activité de préparation, les professeurs mettent en jeu différentes connaissances et les articulent pour choisir des activités, des exercices, fractionner

la séance, choisir une forme de travail en classe, anticiper le temps, les réactions et les difficultés des élèves, gérer les traces écrites des élèves... Les décisions prises pendant cette phase de préparation restent le plus souvent implicites. Notre recherche vise à expliciter les connaissances mises en œuvre par l'enseignant préparant son cours, en s'appuyant sur des savoirs issus de la formation, de l'expérience et d'autres liés à son parcours personnel. Ainsi, nous postulons que la classe n'est pas le seul lieu d'élaboration des connaissances des enseignants. La professionnalité se construit aussi, en partie, à travers l'articulation des connaissances mobilisées hors la classe.

Les recherches sur les connaissances professionnelles des enseignants ont montré qu'elles sont liées, d'une part, à la discipline et, d'autre part, à la compréhension des difficultés d'apprentissage des élèves (Charlier & Charlier, 1998). La structure des connaissances des enseignants débutants et confirmés diffèrent en termes de cohérence (Van Driel *et al.*, 1998 ; Jones *et al.*, 1999). Les enseignants expérimentés ont développé une structure conceptuelle dans laquelle les connaissances sur la discipline, l'enseignement, l'apprentissage et les élèves sont agencées de manière cohérente. Quand ils enseignent, leur comportement respecte la cohérence de cette structure. Ce n'est pas nécessairement le cas des enseignants débutants qui, n'ayant pas encore développé une structure cohérente qui leur permet de respecter les contraintes liées à ces deux systèmes de connaissances, peuvent passer d'un système de connaissance à un autre, en fonction des caractéristiques de la situation. De fait, ils sont souvent déçus que leur enseignement, construit dans le souci de la discipline universitaire, ne permette pas suffisamment aux élèves d'apprendre, de comprendre. L'objectif à plus long terme de notre projet de recherche est d'apporter des éléments permettant d'interpréter comment un enseignant débutant parvient peu à peu à enrichir puis à agencer de manière cohérente ses différents systèmes de connaissances.

I. Cadre théorique

Le point de vue que nous développons sur la professionnalité enseignante se veut didactique, même s'il prend en compte de manière implicite des aspects sociaux liés à l'organisation du travail de l'enseignant. Dans le cadre de cette étude, nous articulons savoirs et connaissances, au sens de Brousseau et Centeno (1991), Conne (1992) et de Jonnaert *et al.* (2004). Jonnaert *et al.* différencient ressources, savoirs et connaissances. Deux types de ressources sont distingués : les ressources internes, d'ordre cognitif, et les ressources externes, de nature matérielle ou humaine, qui dépendent de la situation, du contexte. Les ressources externes comprennent les textes du savoir (comme les manuels, les livres et les programmes), les collègues, Internet, les cours précédents, les notes prises en formation. Les connaissances relèvent des ressources internes, elles sont

temporaires et sont adaptées en fonction de la situation, du contexte. Le savoir contrairement aux connaissances est codifié, il relève de l'écrit et est organisé pour être enseigné, appris, car jugé utile par une communauté. Les enseignants sont amenés à construire, modifier leurs connaissances en utilisant des savoirs en fonction des caractéristiques de la situation qu'ils traitent.

Catégoriser les connaissances professionnelles des enseignants revient souvent à distinguer discipline enseignée et pédagogie (Durand, 1996). Pour rendre compte de la richesse du répertoire de connaissances professionnelles, à l'instar d'autres études sur le développement des connaissances des enseignants (van Driel *et al.*, 1998 ; Angell *et al.*, 2004), nous avons fait le choix de nous appuyer sur la classification initialement introduite par Shulman (1986, 1987) qui partage les connaissances en deux grandes catégories¹. La première met en jeu les connaissances en lien avec les contenus à enseigner telles que :

1a – les connaissances disciplinaires sur les savoirs, liées dans notre cas aux sciences physiques ;

1b – les connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire (« *pedagogical content knowledge* », notées PCK dans la suite du texte), concernant des aspects liés aux caractéristiques spécifiques à l'enseignement ou à l'apprentissage de la physique ;

1c – les connaissances sur les programmes ou autres références institutionnelles, tant du point de vue des concepts à enseigner que des compétences exigibles.

La deuxième catégorie rassemble les connaissances ne relevant pas spécifiquement des contenus disciplinaires :

2a – les connaissances pédagogiques générales, en relation avec la gestion de la classe et des activités des élèves tant dans ses aspects organisationnels, temporels que matériels ;

2b – les connaissances sur les élèves, la classe et leurs caractéristiques ;

2c – les connaissances sur le contexte de l'établissement, de la classe ;

2d – les connaissances sur les buts et les valeurs de l'éducation.

Ces deux dernières connaissances, sortant du cadre strict de notre étude, ont été conservées du fait de l'influence qu'elles exercent nécessairement sur les choix des enseignants.

Dans l'item 1b, nous avons traduit « *pedagogical content knowledge* » par « connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire » au regard de la définition donnée par Shulman : « ces connaissances représentent l'alliance des contenus et de la pédagogie rendant compte de la manière dont des sujets, problèmes

¹ Cette catégorisation qui a fait l'objet de nombreuses adaptations successives depuis sa première publication nous est apparue adaptée à une analyse des connaissances mobilisées avant enseignement.

ou thèmes particuliers sont organisés, représentés et adaptés aux différents intérêts et capacités des apprenants, et présentés pour être enseignés » (Schulman, 1987, p. 8, notre traduction). Ces connaissances concernent, d'une part, les conceptions de l'enseignant sur les contenus disciplinaires à enseigner et, d'autre part, la compréhension des difficultés spécifiques des élèves, leurs conceptions (van Driel et al., 1998). Leur origine s'ancre dans l'observation des classes, la formation disciplinaire, la formation professionnelle et l'expérience d'enseignement. Les travaux postérieurs à ceux de Shulman ont fait apparaître que les PCK peuvent être relatives à l'enseignement de la discipline ou aux difficultés d'apprentissage des élèves. Dans cette lignée, nous avons opté pour une différenciation des PCK en relation avec l'apprentissage (ce qui implique une prise en compte explicite des élèves) et des PCK en relation avec l'enseignement (ce qui suppose une explicitation des stratégies pédagogiques en lien avec les contenus à enseigner).

En ce qui concerne les connaissances pédagogiques générales (2a), nous avons considéré qu'elles pouvaient relever de trois grandes catégories : l'organisation de la séquence d'enseignement (travaux pratiques, cours, exercices, évaluation), la gestion du temps consacré aux différentes activités et la gestion des activités des élèves (les traces écrites, les manipulations qu'ils peuvent faire, l'autonomie...).

Enfin, deux types de connaissances sur les élèves (2b) peuvent être distingués : celles qui concernent les connaissances antérieures des élèves (prérequis) et celles qui sont plus générales : caractéristiques d'une classe, difficultés spécifiques à un élève (autres que disciplinaires).

Dans cette étude exploratoire visant à spécifier les connaissances utilisées par les enseignants en amont de la réalisation effective d'une séquence d'enseignement dans la classe, nous souhaitons apporter une réponse aux questions suivantes : Quelles sont les ressources internes (connaissances) explicitées et les ressources externes (textes du savoir, collègues, Internet, etc.) mobilisées par l'enseignant lors de l'entretien lorsqu'il évoque la construction de son cours ? Quelle est l'origine de ces connaissances et le lieu de leur utilisation ? Comment les enseignants s'approprient-ils les ressources externes pour en faire des ressources internes ?

2. Méthodologie

2.1. Le choix d'une technique d'entretiens d'explicitation

Les entretiens d'explicitation (Vermersch, 1994) sont un outil d'exploration des moyens et méthodes utilisés par les enseignants pour préparer un cours. Ils permettent le récit de leurs actions à un moment donné, repéré dans le temps et dans l'espace en référence à une situation particulière de construction de cours

et non aux situations génériques de construction de séquences d'enseignement. Il s'agit de réduire au maximum les interprétations du sujet sur son action et donc de le placer en situation d'évocation. Il doit raconter précisément ce qui s'est passé, en évitant toute considération qui ne serait pas de l'ordre de l'action, mais de celui des opinions, des jugements ou des généralités. L'enseignant doit raconter comment il a fait pour préparer ce cours (et non tous ses cours). Le terme cours est pris volontairement dans un sens large (une ou plusieurs séances, un chapitre) sans être explicité à l'enseignant, pour ne pas l'influencer dans sa manière de parler de son activité. Lors de l'entretien, le professeur vient avec un cours qu'il a préparé peu de temps auparavant et les documents dont il s'est servi pour son élaboration.

La première partie de l'entretien a consisté à retrouver le moment où l'action (dans notre cas, la préparation du cours) a été conduite. Les questions doivent favoriser la narration de l'action et non l'interprétation de celle-ci, même s'il est difficile d'éviter, lors de son évocation *a posteriori*, les recherches implicites de rationalité. Lorsque l'enseignant s'interrompait dans l'évocation de l'action, ce qui provoquait une interruption du discours, nous n'avons pas laissé le récit s'arrêter et nous avons relancé à partir d'une question reprenant les interventions précédentes. Lorsque l'enseignant affirmait ne plus avoir de souvenirs, nous sommes revenus à la précision des conditions matérielles où l'action s'était déroulée.

2.2. Caractéristiques des enseignants interviewés

Il a été très difficile de trouver des enseignants volontaires pour réaliser des entretiens concernant leur activité de préparation des cours. Sur quarante-deux stagiaires IUFM contactés, seule une stagiaire a accepté. De manière identique, les enseignants plus expérimentés ont fréquemment refusé, prétextant ne pas être certains de pouvoir répondre aux questions concernant cette activité de préparation ; elle leur semble *a priori* difficilement discernable dans l'ensemble de leurs activités. Effectivement, cette activité a souvent une histoire complexe liée à l'expérience professionnelle de l'enseignant et elle est souvent intégrée à d'autres activités, ce qui, pour l'enseignant, rend inconcevable l'idée de l'isoler pour en parler. Nous avons toutefois enregistré (enregistrement audio uniquement) des entretiens avec trois enseignants de lycées différents, regroupant des populations issues de milieux socioprofessionnels relativement aisés. Nous avons choisi de catégoriser leur degré d'expertise au regard de leur expérience professionnelle générale, mais aussi de leur expérience au niveau d'enseignement pour lequel ils ont choisi d'explicitier la préparation du cours. Le premier entretien a été réalisé avec une enseignante stagiaire, donc débutante (elle n'a aucune expérience professionnelle en dehors de celle acquise au cours de l'année du stage). Selon la catégorisation d'Huberman (1989), cette enseignante serait à un stade de sa carrière caractérisé par des aspects de survie (être à la hauteur) et de découverte du métier, des élèves et de l'enseignement. L'entretien ayant été réalisé fin juin,

l'enseignante stagiaire, que nous appellerons Maya, commençait à avoir une petite expérience professionnelle, construite à partir de la classe de seconde qu'elle a en charge. Les deux autres entretiens ont été réalisés avec deux enseignants plus expérimentés de lycée. Toujours selon la catégorisation d'Huberman (1989), cette phase de la carrière des enseignants serait caractérisée par un besoin de diversification visant à majorer l'impact de l'enseignement sur les élèves. L'un des enseignants, Théo, agrégé en *sciences physiques*, enseigne en lycée depuis 11 ans, dont 9 ans en terminales S. Cet enseignant a intégré trois ans auparavant un groupe d'enseignants et de chercheurs visant à développer des séquences d'enseignement à partir de résultats issus de la recherche en didactique. L'entretien a été réalisé début septembre sur la base d'un cours préparé pour des terminales S. Du fait de son expérience professionnelle et plus particulièrement celle acquise avec les classes de terminales, nous qualifierons Théo d'enseignant expert. La deuxième enseignante, Léna, agrégée de *sciences physiques*, participe avec Théo au groupe d'enseignants et de chercheurs et, parallèlement, a contribué à l'élaboration de manuels scolaires depuis 3 ans. Elle a dix ans d'expérience, mais enseigne à des premières S pour la première fois l'année de la réalisation de l'entretien qui s'est déroulé fin septembre. De ce fait, nous la désignerons comme enseignante confirmée. Les deux enseignants expérimentés devraient, de par leur appartenance à un groupe de recherche, être plus enclins à échanger sur leur pratique avec les collègues de leur établissement. Cette différence avec l'enseignante débutante nous semble devoir être d'autant plus marquée que celle-ci est nouvelle dans son lycée, contrairement aux enseignants expérimentés, et qu'elle n'assume, en tant que stagiaire, que six heures hebdomadaires dans cet établissement. Les entretiens d'une durée approximative de 45 minutes ont été intégralement transcrits.

2.3. Grille d'analyse des entretiens

Afin d'étudier les connaissances mises en œuvre par les enseignants lors de la préparation d'un cours, outre la catégorisation des connaissances précédemment évoquée, nous avons choisi d'analyser, lorsque cela était explicité dans l'entretien, l'origine de ces connaissances. Cette origine peut être liée à des ressources internes (les connaissances construites par l'enseignant) ou à des ressources externes qui peuvent, à terme, devenir des ressources internes. Nous classerons l'origine des connaissances selon trois grandes catégories.

La connaissance peut être construite à partir d'un *texte institutionnel* (ressource externe) sur la discipline, les programmes, la pédagogie. L'enseignant fait alors référence à un texte reconnu institutionnellement, soit par la communauté savante (disciplinaire ou professionnelle), soit par une institution (ministère). Il peut être disciplinaire, s'appuyant sur la formation universitaire initiale de l'enseignant, de type didactique, associé à la formation reçue à l'IUFM, ou bien imposé par l'institution (les programmes publiés par le ministère).

La connaissance peut également être issue d'un échange sur les pratiques (ressource externe). C'est le cas des astuces données par les maîtres de stage ou par les collègues, voire par les forums de discussion. De telles connaissances ne visent pas *a priori* à devenir des savoirs formalisés. Elles sont le fruit d'une pratique quotidienne d'enseignants agissant dans des situations similaires.

La connaissance peut trouver son origine dans l'expérience professionnelle individuelle (ressource interne), notée *expérience acquise* dans le tableau I. Elle est propre à chaque enseignant.

Les ressources externes dont l'enseignant dispose sont de différentes natures : matériel, fiches techniques, fiches de TP, livres, programmes, collègues...

Les catégories utilisées pour l'analyse des entretiens sont synthétisées dans le tableau I. Les catégories de ressources internes, ou connaissances, seront à mettre en relation avec l'origine explicitée (interne ou externe) et les ressources externes mobilisées.

Tableau I. Grille d'analyse des entretiens

Catégories de connaissances	Origine des connaissances	Ressources externes
Connaissances sur la discipline	Texte institutionnel	Matériel
Connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire	Échange sur les pratiques	Livres Manuels
PCK – apprentissage	Expérience acquise	Internet
PCK – enseignement		Programmes
Connaissances sur les programmes		Collègues
Connaissances pédagogiques		Notes de formation
Pédagogique – organisation		Cours précédents
Pédagogique – temps		
Pédagogique – activités		
Connaissances sur les élèves		
Élève – général		
Élève – apprentissage		
Connaissances sur le contexte		
Connaissances sur le but		

Certaines catégories de connaissances peuvent être *a priori* associées à des origines ou ressources externes, comme la connaissance sur les programmes originaire de textes du savoir institutionnel (le savoir à enseigner) et associée à la ressource externe composée des textes du programme officiel (dans ce cas précis, l'origine et la ressource peuvent être confondues : dans les entretiens, nous l'avons codé comme ressource externe uniquement lorsque l'enseignant fait explicitement référence à ce qu'il a lu) ; la connaissance sur les élèves peut être soit issue de l'expérience acquise, soit des textes institutionnels qui leur

permettent de faire des hypothèses sur les prérequis, en lien avec la ressource externe « programme ».

Les transcriptions des entretiens ont été analysées sur la base des catégories de connaissances, des origines et des ressources externes (tableau I) en indiquant les lieux dans lesquels elles sont utilisées. Concrètement, nous relevons dans les entretiens les interventions (phrases ou groupes de phrases) relevant explicitement d'une des catégories de connaissance, nous indiquons lorsque cela est explicité son origine, les ressources externes utilisées et les lieux. Nous avons codé les reformulations uniquement lorsqu'elles étaient séparées par d'autres ressources externes ou d'autres connaissances. Nous avons ensuite comptabilisé les différentes catégories pour chaque enseignant, sans donner à ces données chiffrées de valeur statistique.

3. Résultats

En remarque préliminaire, pour l'enseignante débutante, le mot cours a correspondu à la seule séance expérimentale, intégrée à un chapitre, alors que pour les deux enseignants confirmés, il s'agissait d'une séquence complète, correspondant à plusieurs séances et intégrant une séance expérimentale. Les trois enseignants ont choisi de centrer l'entretien sur la préparation de la séance à dominante expérimentale, même s'ils avaient amené une séquence complète. Ce choix ne nous semble pas anodin et révèle l'intention de nous montrer le caractère expérimental particulièrement contraignant de l'enseignement de *sciences physiques*. Il est également révélateur de l'investissement important des enseignants de *sciences physiques* pour ces séances particulières.

Si l'entretien était centré sur la préparation d'une séance, les enseignants ont systématiquement souhaité mettre en relation cette préparation avec d'autres séances et ce pour justifier soit leurs choix pédagogiques, soit les connaissances qu'ils pensaient être mobilisables par les élèves.

3.1. Organisation générale et traces de la planification

Certains aspects de la préparation sont communs aux trois enseignants. Ces résultats confirment ceux obtenus par Richoux et Beaufile (2003). En effet, les enseignants déclarent unanimement prendre en compte les impératifs liés au programme officiel, comme les concepts à enseigner, les compétences exigibles, le temps à consacrer aux notions traitées. L'importance accordée à ces impératifs, ainsi que le respect de ces contraintes sont variables d'un enseignant à l'autre, comme nous le montrerons par la suite. Par ailleurs, dans leur préparation, les enseignants avancent que la maîtrise des contraintes matérielles liées à l'expérimentation en classe est primordiale. Avant de prévoir une activité, ils doivent s'assurer de la disponibilité du matériel, connaître son fonctionnement. Enfin, ils

intègrent ce que les élèves ont fait lors des cours précédents et la compréhension qu'ils peuvent avoir des notions utilisées dans le cours.

L'enseignante débutante insiste sur d'autres aspects de la préparation : trouver une ligne directrice à sa séance (alors que les enseignants confirmés exposent un plan de la séquence complète « cours et expérience », la ligne directrice étant implicite), formuler des questions précises à adresser aux élèves pour les guider lors des expériences, prévoir les réponses des élèves, anticiper le fonctionnement de la classe et, enfin, aspect revêtant pour elle une importance primordiale, planifier la durée précise (à la minute, voir figure 3) des différentes parties traitées pendant la séance. À l'opposé, les enseignants confirmés n'hésitent pas à déborder du temps prévu officiellement, du fait des difficultés d'acquisition par les élèves de certaines notions complexes.

Nous avons demandé aux enseignants interviewés de venir avec les documents utilisés ou élaborés pour faire leur cours. Les traces écrites fournies par les trois enseignants sont différentes tant du point de vue de la quantité que du contenu. Les traces de planification du cours de Maya et Léna sont toutes deux très détaillées, alors que celles de Théo sont très succinctes. Tochon (1989) avait déjà indiqué que les traces écrites de la planification des enseignants étaient rares. Ces traces sont d'autant plus légères que l'enseignant est expérimenté (Durand, 1996). Ainsi, la différence entre les enseignants peut s'expliquer par le fait que les deux enseignantes font ce cours pour la première fois alors que Théo le fait depuis plusieurs années.

- Léna : Là je l'ai écrit pour la simple et bonne raison que ben c'est la première fois que j'ai des premières S et du coup j'ai un peu besoin d'écrire les choses
- Théo : La cinétique chimique, je l'enseigne depuis que j'ai des terminales

Les éléments écrits de Théo et Léna (figures 1 et 2) sont quasiment identiques à la fiche TP distribuée aux élèves et au cours qui sera noté dans leur cahier. Théo les décrit comme ayant une fonction d'aide-mémoire comportant des éléments à ne pas oublier, avec parfois l'écriture d'une « *équation de réaction mais [...] avec quelques années d'expérience on les a tellement écrites que a priori ça ne pose pas de soucis* ».

Figure 1. Extrait de la fiche de Théo

- I) **Approche expérimentale**
- 1) **Réaction entre les ions permanganate (MnO_4^-) et les ions fer II (Fe^{2+}):**
Dans un tube à essais introduire 2 mL de solution de permanganate de potassium, acidifier en ajoutant quelques gouttes d'un acide fort puis verser 1 mL de solution de sulfate de fer II.
- Observation : *La solution de permanganate se décolore quasi instantanément. La coloration était due aux ions permanganate qui ont donc été consommés lors de la transformation chimique*
- La réaction est une réaction rapide ;

La fiche de Léna est complétée par d'autres documents : une fiche trame récapitulant les différents chapitres, une fiche élèves et une fiche compétences exigibles distribuées aux élèves et une fiche professeur.

Figure 2. Extrait de la fiche élèves de Léna

Réaliser l'expérience suivante et la comparer avec les conclusions de Charles Dufay.

Attention: il faut tenir compte des mises en garde suivantes:

- Les électrisations sont délicates à réaliser : l'humidité de l'atmosphère gêne considérablement les expériences
- Il faut frotter fort les éléments entre eux (paille et mouchoirs....) et utiliser un sèche-cheveux lorsque les objets sont humides !
- Les forces mises en jeu sont faibles vis-à-vis des forces de contact, il faut donc être très attentif aux phénomènes qui sont légers et rapides.
- N'oublier jamais qu'un conducteur permet aux charges électriques de s'enfuir très vite ! Comme le corps humain est conducteur, les objets électrisés doivent être maintenus le plus éloignés possible de ce corps humain!!!
- Si vous avez besoin de décharger vos différents éléments entre deux manipulations, vous pouvez les tenir dans la main par exemple (voir remarque ci dessus)

1. Frotter une paille avec un mouchoir en papier et l'approcher d'une seconde paille suspendue (bien repérer le côté utilisé pour chaque paille: celui sans "accordéon"). Observer et schématiser.
Tapoter les deux pailles ensemble.
2. Réélectriser la paille non suspendue. L'approcher à nouveau de la paille suspendue. Observer et schématiser.
3. Reprendre la manipulation de la question 1. Puis électriser un morceau de verre avec de la peau de chat, l'approcher à nouveau de la paille suspendue. Observer et schématiser.
4. Conclure: les conclusions de Charles Dufay vous semblent-elles correctes?
5. Citer d'autres exemples de la vie courante où ce type d'« électricité » intervient. Les mettre en oeuvre si c'est possible.

Sur la fiche professeur de Léna, sont indiqués des commentaires sur les expériences (« un peu court »), des informations complémentaires sur les modes opératoires des expériences à réaliser et le matériel à utiliser. On peut également visualiser des commentaires pour optimiser les résultats des expériences : « attention, les pailles doivent être impeccables » (TP sur l'électrisation).

Les traces de Maya comportent non seulement les éléments que les élèves devront noter dans le cahier sous forme de phrases, mais également les questions qu'elle adressera à la classe, écrites telles qu'elle pense pouvoir les poser oralement aux élèves (figure 3). Elle indique précisément le temps qu'elle compte passer sur chacune des notions du cours (notons que cette forme très contraignante de planification n'est pas prototypique de celle adoptée par la majorité des enseignants, même débutants !).

– Maya : C'est en gras sur mon document, je m'impose à moi de dire, bon ben à 9 h 10 ou à 10h48 pour le deuxième groupe, je dois être arrivée ici.

Figure 3. Exemple de la fiche de cours de Maya

9h02 - 10h38

Nous allons travailler sur un simulateur Qu'est-ce que c'est ?

➤ Un programme qui reproduit ce qui se passerait dans la réalité.

Est-ce que cela se passerait comme cela dans la réalité ?

➤ Pas exactement mais presque

Un simulateur se base sur une modélisation de la réalité qui n'est pas la réalité mais un modèle, comme quand vous dessinez quelque chose. Ce n'est pas exactement ce que vous avez devant vous, pas comme une photo. Il manquera toujours des choses. Là c'est le même genre de chose.

Ici, à votre avis, quel type de gaz est considéré ? Un gaz quelconque ?

➤ Un gaz parfait

Qu'est-ce qu'un gaz parfait ?

➤ Un gaz où la pression n'est pas trop élevée. Où les molécules n'ont pas d'interactions entre elles.

Comment va varier la pression avec la quantité de matière ?

➤ Il y aura plus de molécules donc plus de chocs contre les parois donc la pression augmentera.

Allez-vous faire varier tous les paramètres en même temps pour tester vos hypothèses ?

➤ Non... blabla

3.2. Les lieux et ressources externes

Chaque entretien a débuté avec une question de la forme « *je vous ai demandé de venir avec un cours que vous avez préparé et que vous allez faire très vite. Où étiez-vous quand vous avez préparé ce cours, comment est-ce que cela s'est passé ?* ». Maya et Léna ont toutes deux déclaré avoir commencé la préparation à leur domicile. Théo s'est montré gêné par cette question, déclarant « *alors, c'est très compliqué parce que j'ai commencé à le préparer il y a plusieurs années* ». Sa réponse confirme les craintes ressenties par les enseignants expérimentés sur leur capacité à identifier ce moment de préparation. Pour l'aider, nous lui avons demandé de se resituer dans la préparation du cours de l'année, en lui demandant de se rappeler des adaptations faites pour cette année, le programme de terminale venant d'être rénové. Nous avons ensuite poursuivi l'entretien en demandant systématiquement aux enseignants de préciser les sources d'information nécessaires aux différentes étapes de la préparation du cours. Le tableau 2 récapitule les ressources explicitement citées par les enseignants.

Tableau 2. Nombre des ressources externes citées en fonction de leur type et des enseignants

Ressources externes	Maya	Léna	Théo
Matériel	1	3	14
Livres, manuels	5	13	8
Internet	0	9	1
Programmes	5	7	11
Collègues	6	9	12
Notes de formation	4	0	0
Cours précédents	3	1	4
Total	24	42	50

Les enseignants préparent leur cours sur deux lieux distincts : leur domicile et le lycée. Une étude parallèle faite avec des enseignants de mathématiques indique que leur lieu exclusif de préparation est le domicile (Coppé, 2006). Cette différence s'explique, au moins partiellement, par la nécessité des *sciences physiques* d'avoir recours aux dispositifs matériels. Le lieu de préparation du cours devient rapidement implicite dans l'entretien. Toutefois, tous les aspects matériels liés à l'expérimentation sont traités au lycée. L'enseignante débutante y utilise également les manuels scolaires mis à disposition. La préparation du cours est toujours débutée au domicile (consultation des programmes officiels et préparation d'une trame) et elle est poursuivie alternativement dans l'établissement (organisation des aspects matériels des expériences, concertation avec les autres enseignants) et au domicile (conception de la trame, rédaction des activités).

Les cours précédents ne peuvent *a priori* être utilisés que par des enseignants expérimentés, ayant déjà enseigné les années précédentes. Or, le tableau 2 indique que Théo et Maya citent cette ressource à plusieurs reprises alors que Léna ne la cite qu'une seule fois, ce qui s'explique par le fait qu'elle a des classes de premières S pour la première fois. Théo fait un cours sur ce thème à ce niveau d'enseignement depuis 9 ans, il n'est donc pas étonnant qu'il utilise cette ressource. Quant à Maya, une analyse plus fine de l'entretien montre que ce qu'elle nomme les cours précédents sont en fait les cours de l'année courante, qui ne recouvrent pas les mêmes contenus disciplinaires. Cette ressource externe, actuellement en cours de construction, est un des éléments qui va enrichir son expérience professionnelle.

– Théo : J'ai commencé à le préparer il y a plusieurs années. [...] Avant le cours, je regarde ce que j'avais écrit, ça me permet de me remettre en tête les réactions qui sont à ma disposition qui peuvent être étudiées simplement par les élèves et qui sont assez flagrantes.

– Léna : Il se trouve que je n'ai jamais eu de première S donc pour moi c'est un programme que je découvre, je l'ouvre plus facilement que pour d'autres classes [...] du coup j'ai un peu besoin d'écrire les choses pour me rendre compte ce qu'ils vont avoir comme support et puis aussi souvent pour me rendre compte des difficultés que je pourrais avoir que je ne vois pas forcément quand j'écris juste la trame.

Le fait d'enseigner un contenu nouveau modifie la pratique coutumière de Léna. Elle déclare préparer moins de supports écrits habituellement, mais, dans le cas présent, les notes écrites produites pour la préparation débordent du strict nécessaire pour réaliser l'activité prévue. Ces notes lui permettent d'avoir une vue d'ensemble de ce que les élèves auront à produire, écrire pour ce chapitre.

Une autre ressource apparaît comme essentielle pour les trois enseignants interviewés : les collègues de travail. Pour autant, ces collègues n'ont pas la même fonction pour chacun d'entre eux. Pour l'enseignante débutante, il s'agit avant tout de pouvoir comparer sa pratique avec celle d'enseignants plus expérimentés.

– Maya : Je sais bien que beaucoup d'enseignants font pas comme ça et puis même s'en sortent sans ça, mais moi c'est vraiment comme ça que je me sens bien [...] je sais pas comment travaillent, euh, d'autres, j'ai d'autres collègues qui travaillent aussi comme ça.

Comme nous l'avions postulé, Maya indique ne pas avoir réellement pu travailler en équipe avec d'autres enseignants de son établissement. C'est ce qui la différencie des deux autres enseignants qui s'appuient sur les autres enseignants de *sciences physiques*, essentiellement à des fins d'organisation, de minimisation du temps de préparation des activités expérimentales et de partage de difficultés d'élèves avec des astuces pour faire comprendre certaines notions.

- Léna : Si tu veux il y a eu la réunion formelle au début sur tout ce qu'on allait faire, et après il y a beaucoup d'informel qui se fait [...] dans les couloirs, à la cantine, au café...
- Théo : On s'était mis d'accord cette année pour essayer en terminale S de faire à peu près les mêmes TP surtout pour éviter des sorties et des entrées de matériel.

L'enseignante débutante consulte également d'autres types de collègues, spécifiques à son statut de stagiaire en situation : son maître de stage et des stagiaires en situation dans d'autres établissements. Ces rencontres lui permettent d'échanger des informations sur la réalisation d'expériences en particulier ou des retours sur la conduite et l'interprétation des expériences par les élèves.

Concernant les ressources utilisées au domicile, on trouve les manuels scolaires, le programme officiel mais aussi, pour l'enseignante débutante, des notes de formation et, pour l'enseignante confirmée, des documents Internet issus pour la plupart de la liste de diffusion physique-chimie². Elle sélectionne et trie des extraits en fonction de ses besoins précis (changements de programmes, expérience qui donne de bons résultats...) et ce, afin d'éviter d'être submergée par la masse d'informations disponibles.

Les références très fréquentes au manuel scolaire par Léna peuvent être expliquées du fait qu'elle a participé à l'élaboration d'un manuel pour la classe de première l'année précédente. Elle peut donc s'appuyer sur cette ressource externe qu'elle connaît et dont elle a fait sien le contenu.

3.3. Catégories et origine des connaissances mobilisées

Les connaissances explicitées dans les entretiens et leur origine sont présentées dans les tableaux 3 et 4.

Le tableau 3 indique que les connaissances explicitement convoquées par chacun des enseignants interviewés sont différentes. Toutefois, tous mobilisent des connaissances pédagogiques, disciplinaires et sur les programmes. Les connaissances sur les élèves sont fréquemment citées par l'enseignante débutante et par l'enseignant expert. Elles sont curieusement absentes de l'entretien réalisé avec Léna. De manière générale, Léna, moins à l'aise pendant l'entretien que Théo et Maya, a explicité beaucoup moins de connaissances que Théo et Maya. Ce manque d'aisance de Léna peut s'expliquer par sa difficulté à expliciter une action généralement menée dans un cadre intime (l'enseignant est seul, à son domicile et a toutes libertés pour organiser sa préparation comme il l'entend). De plus, même en dehors du cadre de l'entretien, Théo et Maya sont beaucoup plus prolixes que Léna. Enfin, Léna s'est contrainte à rester strictement dans le cadre fixé au début de l'entretien : la préparation du cours. De ce fait, elle a d'elle-même exclu de son

² physchim@listes.education.gouv

discours les liens existant entre cette préparation et les actions menées dans sa classe et, en conséquence, les aspects liés à la prise en compte de son expérience avec les élèves. Nous détaillons l'analyse des connaissances en fonction des origines explicitées plus loin dans le texte.

Tableau 3. Nombre d'items par enseignant relevant de chaque catégorie de connaissances

Catégories de connaissances	Maya	Léna	Théo
Connaissances sur la discipline	19	13	27
Connaissances pédagogiques liées au contenu disciplinaire (total)	20	7	20
PCK – apprentissage	13	5	16
PCK – enseignement	7	3	4
Connaissances sur les programmes	9	9	8
Connaissances pédagogiques (total)	32	14	14
Sur l'organisation	7	4	4
Sur le temps	21	6	2
Sur les activités	4	4	9
Connaissances sur les élèves (total)	37	3	43
En général	14	1	12
Sur ses apprentissages	23	2	31
Total	117	45	110

Le tableau 4 indique que les enseignants explicitent peu l'origine des connaissances mobilisées (au total, 58 explicitations de l'origine pour 272 connaissances). Cette origine n'a été discutée qu'en réponse à des questions très directives (« *comment sais-tu, qu'est-ce qui te permet de dire...* »). Lorsqu'ils la précisent, elle est essentiellement liée à l'expérience acquise, y compris pour l'enseignante débutante. Les textes institutionnels utilisés par les trois enseignants concernent les programmes officiels et la discipline. L'enseignante débutante fait référence à d'autres textes concernant les savoirs de type didactique (PCK en relation avec l'apprentissage). Cela s'explique du fait de la formation encore très présente, car récente, dans l'esprit de cette enseignante, mais aussi par le statut de chercheur en didactique de l'interviewer. De plus, nous l'avons interviewée non pas sur son lieu de travail comme les deux autres enseignants, mais dans nos locaux qu'elle connaissait pour être ceux d'une équipe de recherche en didactique. Elle indique par ailleurs que « *ça doit être affreux d'entendre ça pour un didacticien* ».

Dans un premier temps, nous détaillons les connaissances mises en œuvre dans les entretiens selon leur origine puis nous détaillerons les PCK et enfin nous analyserons comment les enseignants articulent ces différentes connaissances dans la préparation de leur cours.

Tableau 4. Nombre de connaissances citées en fonction de leur catégorie, de leur origine et des enseignants

Catégories de connaissances	Origine			Texte institutionnel			Échange sur les pratiques			Expérience acquise		
	Maya	Léna	Théo	Maya	Léna	Théo	Maya	Léna	Théo	Maya	Léna	Théo
Connaissances sur la discipline	1	1	2						1	2	3	3
PCK – apprentissage	1										1	
PCK – enseignement										1		
Connaissances sur les programmes	6	3	4								1	
Connaissances pédagogiques sur l'organisation												2
Connaissances pédagogiques sur le temps										4	1	1
Connaissances pédagogiques sur les activités				2				2				
Connaissances sur les élèves en général										2		2
Connaissances sur les apprentissages des élèves										4		7
Total par enseignant	8	4	6	0	2	4		2	4	13	6	15
Total par origine		18			6			6			34	

• **Analyse des connaissances selon leur origine**

Les *textes institutionnels* concernent essentiellement les programmes. Lors de son interview, Maya déclare consulter en tout premier lieu le programme. Elle indique reprendre tous les points du programme, chacun avec autant d'importance.

– Maya : Je suis dans une institution, l'institution me dit voilà tel programme, vous devez faire, voilà ce que les élèves doivent savoir faire quand ils arrivent en première, donc je me débrouille pour qu'ils sachent le faire, parce que c'est l'exigence de l'institution.

Pour cette enseignante débutante, on voit que le texte des programmes édictés par le ministère est une contrainte normative. Elle s'approprie les exigences de l'institution de manière à ce que son activité soit conforme aux prescriptions officielles. Ses connaissances sur les programmes correspondent pratiquement mot pour mot aux contenus spécifiés dans le texte de ce savoir institutionnel.

L'utilisation de ces textes du savoir par les deux enseignants confirmés est différente. Léna n'avait pas eu de classe de première S les années précédentes ; elle a ouvert le programme et lu la dernière colonne « *compétences exigibles* ». Il s'agit pour elle de nouveaux textes institutionnels qu'elle met en relation avec sa connaissance des programmes pour les autres niveaux d'enseignement. Lorsque nous lui demandons comment elle construit son activité à partir de cette seule colonne, elle indique que des idées figurant dans les autres colonnes, comme les activités expérimentales, apparaissent dans le travail, lorsqu'elle élabore son cours. Théo déclare entretenir le même type de rapport flexible avec les contraintes issues des instructions officielles. Il ajuste les objectifs explicités dans les programmes en fonction de ce qu'il estime être important pour que les élèves puissent apprendre et comprendre la physique. Il s'est construit une connaissance sur les programmes à partir des textes institutionnels. Cette transformation lui permet d'adapter cette ressource externe aux situations particulières d'action. Ainsi, le statut qu'il donne à ce texte officiel est différent du statut que lui donne l'enseignante débutante.

– Théo : Donc même si le programme évolue [...] on se base toujours un peu sur des choses auxquelles on a réfléchi au début.

Ainsi, pour l'enseignante débutante, les connaissances sur les programmes sont presque identiques au texte institutionnel. Ils constituent, en tant qu'« *exigence de l'institution* » une véritable contrainte pour l'activité de la classe et de l'enseignant. Pour les deux enseignants plus expérimentés, les connaissances sur les programmes sont une adaptation des textes officiels. Il s'agit de connaissances sur la manière de les lire, de construire leur interprétation et leur mise en œuvre dans la classe adaptées aux contraintes particulières de leur contexte d'enseignement. Cette ressource externe est une contrainte qu'ils se doivent de respecter, mais lorsqu'ils se l'approprient, les enseignants expérimentés la modifient en fonction des caractéristiques de la classe, de l'établissement. Cela est confirmé par l'analyse des

expériences acquises qui permettent aux enseignants expérimentés de restructurer leurs connaissances sur les programmes.

Une grande partie des connaissances pédagogiques est liée à l'expérience acquise. L'enseignante débutante insiste fréquemment sur les aspects temporels. Elle est consciente que sa gestion du temps à la minute est contestable, mais elle se l'impose pour gérer son stress qu'elle a tendance à communiquer aux élèves.

– Maya : On peut pas prévoir un cours à deux minutes près, mais on peut décider qu'à telle heure ça sera terminé, et qu'on sera arrivé à tel point. [...] Les élèves sentent tout de suite que je suis plus crispée, ils se crispent plus, il y a plus d'agitation.

Les deux enseignants expérimentés ont construit des connaissances relatives à une gestion du temps beaucoup plus flexible. Celle-ci est adaptée aux difficultés des élèves, à leurs différences. Leur expérience, une « *impression générale de carrière* » (Théo), leur indique la marche à suivre pour prendre en compte le temps d'apprentissage des élèves dans leur gestion prévisionnelle du temps d'enseignement.

– Théo : Si un élève pose une question et ben on laisse le cours de côté, puis on peut partir 10 mn à discuter là dessus, parce que sa question est importante et qu'il y a des choses à dire dessus.

– Léna : Après j'ai quand même un peu des habitudes, je sais que voilà ça, ça va tenir en gros en 1 heure 1/2, comme j'en ai 2 pages, ça va tenir en 3 heures

Tochon (1989, 1993) avait déjà noté que les enseignants expérimentés avaient recours, dans leur planification des leçons, à des réajustements permanents qui les libéraient des contenus d'enseignement et leur permettaient de mieux pouvoir prendre en compte la relation avec les élèves. Dans le cadre de nos entretiens, il est frappant de constater que la prise en compte du temps pour l'enseignante débutante est liée à des caractéristiques générales concernant les élèves (capter l'attention « *pendant les deux premières minutes, il va falloir que je capte leur attention* », ne pas perdre les élèves avec de longs discours « *je ne peux pas leur poser des questions pendant plus de 7-8 minutes* ») ou l'organisation de sa séquence (temps nécessaire à la réalisation d'une expérience « *il faut leur laisser 10-12 minutes* »), alors que pour les enseignants plus expérimentés, cette gestion temporelle est liée aux apprentissages des élèves (prendre en compte les questions des élèves, ce qu'ils peuvent produire en temps limité).

– Théo : On verra dans une demi-heure ce que je pourrai en faire quand ils me proposeront les expériences qu'ils ont faites.

– Léna : Une heure et demie, une page, on peut pas en faire plus.

Une autre part des expériences acquises met en jeu des connaissances sur les prérequis des élèves. L'enseignante débutante, qui n'a qu'une seule classe de seconde en responsabilité, se montre très affirmative, déclarant savoir ce que les

élèves ont appris, compris. Son discours comporte de fréquentes affirmations emphatiques concernant des expériences acquises à partir de sa relation avec les élèves (ce qui explique que le nombre d'interventions relatives à l'expérience acquise soit équivalent à celui de Théo).

– Maya : Je sais qu'ils ont très très bien compris toutes ces notions ; je savais quelles erreurs allaient faire les élèves [...] j'y suis arrivée de mieux en mieux au fur et à mesure de l'année.

Elle est pourtant consciente de ne pas avoir beaucoup de « *bouteille* ». Tout en s'interrogeant sur la façon dont elle pourra utiliser ses connaissances dans d'autres circonstances, elle cherche à se convaincre de l'importance de ce qu'elle vit dans sa classe pour son expérience professionnelle. Les deux autres enseignants ont déjà expérimenté le fait que les acquis des élèves sont très variables d'une classe à l'autre. Ils se montrent beaucoup plus sceptiques quant à la généralisation de ces acquis. Leurs discours montrent qu'ils savent qu'apprendre la physique est difficile, que certaines difficultés d'élèves sont récurrentes (ces difficultés s'apparentent parfois aux conceptions étudiées par la didactique) et que la présentation des notions doit prendre en compte ces difficultés, comme par exemple, partir du qualitatif avant d'introduire des aspects quantitatifs, voir clairement l'influence des paramètres lors de la réalisation d'une expérience. En ce sens, leur discours sur les acquis des élèves rejoint celui sur les PCK que nous détaillerons plus loin.

Pour que les enseignants explicitent leurs échanges sur les pratiques, il a souvent fallu sortir du cadre de l'entretien d'explicitation et poser des questions plus directives. Les enseignants confirmés témoignent d'échanges fréquents avec d'autres collègues sur le temps mis à réaliser une expérience ou sur les démarches pédagogiques à suivre. Ces échanges leur permettent de construire des connaissances sur les activités et expériences qu'il est possible de mener avec les élèves dans la classe. Ces partages, même brefs, n'en restent pas moins essentiels à l'organisation de l'enseignement au niveau de l'établissement. Notons qu'aucun des deux enseignants n'a parlé des échanges de pratique au sein du groupe de recherche. La préparation du cours et leur participation à ce groupe semblent être inscrites, de leur point de vue et pour le cours présenté, dans des registres très différents de leur activité professionnelle.

– Théo : C'est l'occasion aussi lorsqu'on a trouvé une manip qu'on n'a jamais faite, soit de la tester soi-même, soit de dire aux collègues est-ce que tu connais, est-ce que tu l'as déjà fait, est-ce que ça tient la route, est-ce que ça ne tient pas la route.

– Léna : Untel il a déjà fait le TP alors il sort en disant bon ben ce truc là ça va pas, machin, c'est trop court, il faudrait faire plutôt comme ci comme ça, et du coup moi j'ai l'impression que ça nourrit aussi toute ma réflexion et que ça peut m'amener à modifier des choses en fonction de ce que j'entends dans les couloirs.

L'enseignante débutante a peu de contacts avec les autres enseignants de son lycée, même si une concertation existe au niveau de l'établissement pour l'organisation des expériences à réaliser. Elle déclare pourtant avoir besoin de l'avis de ses collègues (de l'établissement, mais aussi les autres stagiaires en situation) pour « savoir quelles erreurs font les élèves, les erreurs typiques ». Ces échanges sur les pratiques semblent ainsi être essentiels pour tous les enseignants afin de donner une valeur plus universelle à l'expérience vécue dans leur classe.

• **Le statut des PCK**

Les PCK explicitées concernent majoritairement les stratégies pédagogiques mises en œuvre pour prendre en compte les difficultés d'apprentissage des élèves. Les PCK sur l'enseignement mobilisées par l'enseignant expert sont attachées à un contenu d'enseignement précis (la cinétique chimique). Pour l'enseignante débutante, ces PCK sur l'enseignement constituent une trame générale lui permettant de construire tous ses cours.

– Théo : Je regarde ce que j'avais écrit, ça me permet de me remettre en tête les réactions qui sont à ma disposition qui peuvent être étudiées simplement par les élèves et qui sont assez flagrantes [...] l'idée c'est qu'ils posent leur truc au bout de 10 minutes il ne se passe rien et puis à la fin du TP ils se disent ben tiens, il s'est passé quelque chose. [...] Qu'ils découvrent avec ces deux-là que les réactions [...] pouvaient être rapides ou lentes.
– Maya : Ce sont les questions que je leur pose qui initient l'émission d'hypothèses, ensuite ils trouvent leur expérience.

Ce dernier extrait illustre la volonté explicite de Maya d'appliquer un modèle, toujours le même, issu de son travail de mémoire professionnel : la méthode expérimentale. Pour Théo, comme pour Léna, ces PCK sont particulières à chaque contenu d'enseignement et s'adaptent aux éventuelles difficultés des élèves, à leurs particularités.

– Théo : Je les laisse dans une démarche plus personnelle, expérimentale, je vais voir un petit peu comment ils raisonnent eux.

A *contrario*, nous avons constaté que les PCK sur l'apprentissage avaient un caractère local pour l'enseignante débutante, alors que les enseignants confirmés leur donnent un statut plus général en les appliquant à un ensemble de situations plus étendu.

– Maya : Je savais qu'ils allaient à peu près me dire que ça reproduisait la réalité, que en fait on enregistrait dans l'ordinateur, tous les paramètres que l'on avait fait en vrai dans une expérience et où là évidemment ils se trompent complètement.
– Léna : Si tu leur fais un cours magistral et que tu es très très contente de toi en sortant, et puis après tu leur demandes, enfin tu fais une petite interro, tu regardes ce qui reste et puis, il reste pas grand-chose en fait.

Ce caractère local des PCK sur l'apprentissage se retrouve fréquemment dans les interventions de l'enseignante débutante. Malgré son enthousiasme et sa volonté de capitaliser les connaissances qu'elle est en train de construire, elle prend beaucoup de précautions quant à leur généralisation. Il semble qu'au fur et à mesure de l'expérience professionnelle, les PCK sur l'enseignement qui ont initialement un caractère général, voire idéologique, les empêchant d'être toujours très opérationnelles (Maya précise en fin d'entretien : « *je pense que si je refais ce cours, ça sera autre chose de plus réfléchi* »), se différencient sans doute en fonction des spécificités des contenus à enseigner, des caractéristiques des élèves et deviendraient alors plus efficaces. Cette différenciation irait de pair avec une meilleure prise en compte des élèves et de leurs difficultés d'apprentissage. Nous pouvons supposer que cette différenciation sera un des éléments permettant aux enseignants de donner un caractère de généralité aux PCK sur l'apprentissage.

• **Analyse des articulations entre les différentes connaissances**

Dans les entretiens avec les deux enseignants expérimentés, nous avons mis en évidence quelques articulations entre différentes catégories de connaissances, comme l'articulation entre connaissances disciplinaires (souligné) et PCK (en gras).

– Léna : C'est moi qui valide le contenu quoi, soit je le trouve bon et **intéressant**, soit je le jette parce que, soit il y aura des erreurs dedans mais c'est peu fréquent ou alors je ne les détecte pas, soit **j'accroche pas si tu veux à la manière de le présenter**.

– Théo : Il faut qu'il y ait une réaction lente et une réaction rapide donc il faut qu'il y en ait une qui soit lente et l'autre qui soit instantanée, **il faut qu'il n'y ait pas d'ambiguïté, que ça ne soit pas simplement le prof qui s'en soit aperçu mais que les élèves en soient convaincus**.

Du fait de la linéarité du discours lors des entretiens, il est difficile de reconstruire objectivement ces articulations. Ces articulations indiquent la mise en relation des différents systèmes de connaissances des enseignants expérimentés. Théo les explicite, non pas à partir de la tâche particulière de préparation du cours qu'il avait amené ce jour, mais à partir de l'analyse des actions précédemment menées dans sa classe. Effectivement, elles apparaissent lorsque nous demandons de préciser comment il fait des choix dans les expériences, la présentation des notions... À ce moment, l'enseignant sort de l'explicitation de la préparation du cours en particulier pour la mettre en relation avec des expériences professionnelles antérieures. Cette mise en relation montre que l'enseignant expert a organisé ses différentes expériences professionnelles de manière à réfléchir sur les actions conduites, dans un cas particulier, en relation avec d'autres situations d'enseignement et d'apprentissage. Si l'enseignante débutante utilise différentes catégories de connaissances, les articulations qu'elle établit entre ces connaissances n'ont pas été explicitées dans l'entretien. Cela peut être lié à l'absence d'expérience

professionnelle : elle n'a pas d'appui antérieur pour étayer l'explicitation de ces choix de mise en œuvre de son cours. Cette absence d'articulation est également à corrélérer avec ce que nous avons pointé dans notre cadre théorique concernant les différences de cohérence entre les systèmes de connaissances utilisés par les enseignants débutants et expérimentés. Les articulations entre les différentes connaissances seraient facilitées par l'expérience professionnelle.

4. Conclusion

Nous avons fait le choix d'étudier les connaissances mobilisées pour la préparation d'un cours à partir d'une catégorisation anglo-saxonne ne distinguant pas savoir et connaissance. Pour mieux comprendre l'origine de ces connaissances et comment elles sont mobilisées, nous avons introduit cette distinction ainsi que celle des ressources internes et externes. La grille d'analyse ainsi construite s'est avérée pertinente pour étudier l'activité habituellement peu accessible de préparation de cours. Elle nous a permis de repérer les connaissances mobilisées, l'origine de certaines de ces connaissances et comment les enseignants s'approprient les ressources externes pour en faire des ressources internes.

Notre étude indique que les trois enseignants ont eu recours pour préparer leur cours à des connaissances sur la discipline, sur les programmes, sur les PCK et sur la pédagogie. La mise en place d'une planification souple du cours, permettant une adaptation au terrain, aux difficultés des élèves, semble s'acquérir au fur et à mesure de l'expérience de l'enseignant. Cette souplesse est perceptible à la fois dans le document créé par l'enseignant, mais aussi dans les rapports que l'enseignant entretient pendant son cours avec le document conçu et avec les instructions officielles lors de la préparation. Ces instructions, perçues comme normatives par l'enseignante débutante, sont, pour les deux enseignants plus expérimentés, une référence certes officielle, mais n'entravant pas les démarches estimées nécessaires pour amener les élèves à une meilleure compréhension de la physique. Cela se traduit par une volonté de l'enseignante débutante à ne pas modifier, transformer ce texte de référence lorsqu'elle l'utilise, alors que pour les deux enseignants expérimentés, il s'agit d'une connaissance construite sur la base de ce texte, adaptée au contexte spécifique dans lequel ils enseignent. En ce qui concerne les connaissances pédagogiques, les règles que l'enseignant se donne pour la mise en œuvre de son support écrit de cours influencent la manière dont il pourra prendre en compte les difficultés des élèves pendant ce cours. Dans notre étude, ces règles ne permettent pas à l'enseignante débutante une prise en charge de ces difficultés en temps réel. L'enseignant expert, de par l'utilisation flexible de son support, peut modifier le déroulement de son cours dans le feu de l'action. Cette anticipation montre qu'il est conscient des différences entre temps d'enseignement et temps d'apprentissage. L'étude indique également que les enseignants expérimentés

donnent un caractère général aux PCK sur les apprentissages, ce qui leur permet d'anticiper les difficultés des élèves et d'adapter en conséquence les contenus et les méthodes. En ce sens, cette généralisation contribue à particulariser les PCK sur l'enseignement en fonction des spécificités des contenus à enseigner et des caractéristiques des élèves. L'ensemble des résultats indique que les connaissances de l'enseignante débutante sont fortement imprégnées des savoirs institutionnels, des convictions presque idéologiques issues de son expérience d'élève, de son mémoire professionnel. Si ces connaissances l'amènent à construire un cours ne lui permettant pas des ajustements en fonction des difficultés des élèves, elles constituent pour elle une assise tout à la fois rassurante et stable dans les débuts toujours un peu difficiles de l'exercice de cette fonction. Cette assise lui permet de donner une orientation générale à ces choix concernant les stratégies d'enseignement et les objectifs d'enseignement et, en conséquence, constitue les prémisses d'un agencement cohérent des différents systèmes de connaissances mis en œuvre dans la préparation de cours. Ces connaissances parfois normatives pourront être peu à peu adaptées pour devenir de véritables connaissances professionnelles prenant en compte les spécificités de contexte, les caractéristiques des élèves. Pour que ces connaissances puissent devenir de véritables outils d'action pour enseigner, s'articulant les unes avec les autres, il semble indispensable de confronter les contenus des textes institutionnels aux réalités du terrain, tant matériel qu'humain.

Enfin, la méthodologie utilisée n'a pas permis de montrer clairement les différentes articulations entre les connaissances mises en œuvre par les deux enseignants expérimentés. Si certaines ont pu être révélées, elles sont assurément plus complexes que ce que les entretiens montrent. D'autres entretiens plus directifs pourraient nous permettre d'avoir accès à ces articulations et d'analyser les connaissances que les enseignants mettent en relation lors de la préparation d'un cours. ■

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELL C., RYDER J. & SCOTT P. (2005). *Becoming an expert teacher: Novice physics teachers' development of conceptual and pedagogical knowledge*. Communication à *European Science Education Research Association Conference*, Barcelone, Espagne.
- BROUSSEAU G. & CENTENO J. (1991). Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol. XI, n° 2-3.
- CHARLIER E. & CHARLIER B. (1998). *La formation au coeur de la pratique, analyse d'une formation continuée d'enseignants*. Bruxelles : De Boeck.
- CONNE F. (1992). *Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique*. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol. XII, n° 2-3, p. 221-270.

- COPPÉ S. (2006). Les connaissances antérieures des professeurs de mathématiques à travers la préparation de séances de classe. Cas de stagiaires en fin de formation initiale. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Paris, janvier 2006.
- COQUIDÉ M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *Aster*, n° 26, p. 109-132.
- de JONG O. (1998). Point de vue de professeurs et de futurs professeurs de chimie concernant l'enseignement de la combustion. *Aster*, n° 26, p. 183-205.
- DURAND M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*. Paris : PUF.
- FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1997). *BO* n° 22 du 29 mai 1997.
- HUBERMAN M. (1989). Les phases de la carrière enseignante : un essai de description et de prévision. *Revue française de pédagogie*, n° 86, p. 5-16.
- JONNAERT P., BARRETTE J., BOUFRAHI S. & MASCIOTRA D. (2004). Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité. *Revue des sciences de l'éducation*, vol. XXX, n° 3, p. 667-696.
- JONES G., CARTER G. & RUA M. (1999). Children's concepts: tools for transforming science teachers' knowledge. *Science Education*, vol. V, n° 83, p. 545-557.
- KOLIOPOULOS D. & RAVANIS K. (1998). L'enseignement de l'énergie au collège vu par les enseignants. Grille d'analyse de leurs conceptions. *Aster*, n° 26, p. 165-182.
- ORLANDI É. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. *Aster*, n° 13, p. 111-132.
- RICHOUX H. & BEAUFILS D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física : análisis de prácticas de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, vol. XXI, n° 1, p. 95-106.
- SHULMAN L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, vol. II, n° 15, p. 4-14.
- SHULMAN L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, vol. LVII, n° 1, p. 1-22.
- TOCHON F. (1989). À quoi pensent les enseignants quand ils planifient leurs cours ? *Revue française de pédagogie*, n° 86, p. 23-33.
- TOCHON F. (1993). *L'enseignant expert*. Paris : Nathan.
- VAN DRIEL J., VERLOOP N. & de VOS W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. VI, n° 35, p. 673-695.
- VERMERSCH P. (1994). L'entretien d'explicitation en formation initiale et en formation continue. Paris : ESF.