

## **Construire et penser la coopération entre enseignement et recherche en didactique.**

Jacques Vince

Enseignant de sciences physiques, associé à l'IFÉ  
Lycée Ampère, Lyon

Le colloque *Dix Com ICAR* organisé à l'occasion des dix ans d'ICAR a mis à l'honneur le travail d'Andrée Tiberghien, qui m'a proposé de témoigner de son compagnonnage avec les enseignants et d'éclairer certains aspects de ce travail. Qu'elle en soit d'abord ici remerciée, d'autant qu'il n'était pas évident de convier à un tel colloque, parmi 15 chercheurs confirmés, un intrus dont l'activité professionnelle principale consiste à enseigner les sciences physiques en lycée.

Ainsi, plus qu'une communication de recherche, et à partir d'une expérience de collaboration singulière, ce qui suit se veut d'abord une description réflexive porteuse de pistes pour favoriser des coopérations entre enseignants et chercheurs en éducation. Pour questionner les conditions d'un travail collaboratif de long terme, au sein de différentes ingénieries, enrichissant et que nous voulons croire productif, entre enseignant(s) et chercheur(s) en didactique, je m'appuie donc sur mon (notre) expérience et sur ce que j'identifie comme des caractéristiques de l'activité d'Andrée Tiberghien et de notre relation de travail. Cela me conduira à expliquer d'où je parle, et comment j'ai pu articuler pratique enseignante et utilisation des problématiques et résultats de recherche. Exploiter cette expérience particulière pour délimiter *les* bonnes pratiques serait non seulement présomptueux mais discutable méthodologiquement. Il s'agit donc plutôt ici d'utiliser cet exercice réflexif critique pour tenter de mieux cerner en quoi cette coopération est fructueuse et les quelques raisons qui en ont fait une activité pérenne et mutuellement formatrice. Cette sorte d'introspection induit en conséquence une part de subjectivité qu'il ne serait pas honnête de nier et que j'assume donc bien volontiers.

Après avoir dégagé quelques idées visant à expliquer pourquoi la coopération, telle que je l'ai vécue, n'est pas évidente *a priori*, j'aborderai la spécificité des ressources co-élaborées, les temporalités parfois conflictuelles, les rôles de chacun et le problème du rapport des enseignants aux outils théoriques proposés par l'activité de recherche *pour* la production de ressources d'enseignement et de formation. Je pourrai alors tenter de dégager quelques conditions pour un compagnonnage fructueux, qui visera à outiller humblement les multiples expériences menées aujourd'hui, telles que celles opérant par exemple au sein du dispositif LÉA de l'IFÉ.

### **Se former en tant qu'enseignant par et avec la didactique.**

Dès ma formation initiale en physique, j'ai voulu devenir enseignant dans le secondaire. Comme beaucoup de mes collègues, lorsque l'Institution m'a donné le *permis d'enseigner* en 1994, j'avais l'impression de ne pas savoir le faire. Mais si on peut avoir cette impression dans d'autres contextes (celui du *permis de conduire* par exemple), j'avais la vague intuition que dans le cas précis de l'enseignement, la pratique n'allait peut-être pas suffire. Quand avais-je en effet appris ce qu'était l'acte d'enseigner... et surtout celui d'apprendre ? C'est là un défaut majeur, depuis partiellement corrigé, de la formation initiale des enseignants, en même temps qu'un relatif constat d'échec quant à l'influence de la didactique française, même toute jeune. Sachant que j'allais devoir entrer dans ma première classe, dans le cadre de la Coopération au Service National, avant une éventuelle année de « stage » (où j'aurais alors rencontré la didactique) je me suis demandé comment je pouvais parfaire ma formation d'enseignant, moins cette fois sur des aspects de contenus à enseigner (sur ce point, ma réussite au concours valait bien certification) que sur des aspects de transmission et

d'apprentissage de ces contenus. C'est alors que j'ai rencontré la didactique comme discipline, ainsi qu'Andrée Tiberghien et l'équipe COAST comme acteurs de cette discipline. Je m'engageais dans un DEA, avec l'objectif affiché de prendre le temps de réfléchir à des problématiques que je n'avais nullement rencontrées jusque-là. L'enjeu n'était pas de s'inscrire dans une formation *pour* la recherche (au sens d'activité professionnelle) mais *par* la recherche et *pour* l'enseignement. C'est à cette époque que je perçois que l'activité de modélisation est centrale dans l'apprentissage des sciences en même temps qu'elle constitue une difficulté majeure pour les élèves. Le cadre théorique des « deux mondes », même dans une version encore sommaire que la collaboration chercheurs-enseignants permettra de perfectionner, m'apparaît alors déjà très opératoire non seulement pour produire des activités d'enseignement mais également pour analyser les productions d'élèves et ma propre pratique. La nécessité d'aborder des problématiques épistémologiques au cours de cette découverte de la didactique et de l'activité de ses chercheurs me fait immédiatement percevoir que ma future activité d'enseignant va énormément y gagner. J'ai alors l'occasion d'exploiter cette double formation initiale (disciplinaire et plus sommairement didactique) pendant deux ans d'enseignement à l'étranger au sein d'un lycée français, sans intention de revenir à une activité de recherche. Ces deux années de pratique font écho à des réflexions entamées lors du DEA mais suscitent en moi beaucoup de questions : les mécanismes de transposition, ma découverte de l'importance des idées initiales et de la difficulté à les prendre en charge me poussent à poursuivre la réflexion. Même si je n'en avais aucune intention à la suite du DEA, la proposition d'Andrée de m'engager dans thèse tombe alors à point nommé. Je vois cette opportunité comme un moyen de poursuivre ma formation d'enseignant, luxe que ne peuvent pas s'offrir la plupart de mes collègues. Durant ces trois années, je m'enrichis d'échanges, de découvertes méthodologiques et théoriques, et je goûte aux premières expériences de coopération entre enseignants et chercheurs puisque je participe en tant que doctorant aux groupes dits « de recherche-développement » déjà initiés par Andrée (d'abord à la demande d'une Inspectrice puis de sa propre initiative). Ces groupes, qui n'ont depuis cessé d'exister essentiellement sous le nom de SESAMES<sup>1</sup>, grâce au soutien financier de l'INRP puis de l'IFÉ, pratiquent une forme d'ingénierie puisque l'enjeu est de produire des ressources d'enseignement avec la double expertise de l'enseignant et du chercheur. De plus, puisque je bénéficie pendant la thèse d'un monitorat qui validera mon concours de recrutement sans intégrer l'IUFM, je contribue à la formation des maîtres (préparation au CAPES et à l'agrégation). À l'issue de cette thèse, je retourne comme prévu enseigner en lycée. Après trois ans d'enseignement à temps plein mais en poursuivant le travail de co-construction de ressources, je suis mis à disposition de l'INRP, rattaché à ICAR, pour la moitié de mon temps pendant sept années (figure 1). Pendant ces années d'alternance entre l'activité de recherche et l'activité d'enseignement, je ne perds jamais de vue le perfectionnement de mon activité professionnelle (l'enseignement) et d'une activité que je n'ai plus cessé d'exercer, la formation continue des enseignants, formation toujours étayée par la recherche et nourrie des ressources produites lors des ingénieries. Je continue donc à me former pour l'enseignement et la formation et je me dois de rendre hommage ici aux échanges que j'ai pu avoir durant cette période avec Pierre Gaidioz, enseignant comme moi, convaincu lui aussi de l'avantage qu'il peut y avoir à frayer avec les résultats de la recherche en didactique et au contact duquel j'ai aussi beaucoup appris.

Mon parcours a donc ceci de paradoxal : je n'ai pas découvert la didactique lors d'une étape qui aurait dû m'être imposée par ma formation d'enseignant (je suis d'une génération où le premier contact avec la didactique avait lieu à l'IUFM, à un moment qui n'est peut-être pas le plus opportun, mais que je n'ai donc jamais intégré), mais en prenant le temps de mener une

---

<sup>1</sup> Situations d'Enseignement Scientifique : Activités de Modélisation, d'Évaluation, et de Simulation

activité de recherche en didactique, accompagné par quelqu'un qui n'était pas directement impliqué dans des dispositifs de formation initiale. Quand j'observe le rapport conflictuel à la didactique que peuvent avoir construits certains collègues de ma génération, je me permets de penser que ce serait peut-être une piste à explorer : laisser le temps, après quelques années d'expérience d'enseignement au cours desquels des problématiques émergent, de pratiquer une activité de recherche ou une collaboration approfondie avec des chercheurs en didactique, à quelques conditions sur les postures desdits chercheurs, que je détaille par la suite. À défaut, et si le premier contact avec la didactique doit se faire lors de la première année d'enseignement, il faut sans doute construire une *didactique transposée* (au sens où le corpus de savoir qui y vivrait ne serait pas celui du chercheur mais aurait subi des transformations importantes au regard des finalités qui lui seraient attribuées), une didactique opératoire permettant de mener à bien le travail enseignant. Il me semble que les outils que nous avons développés lors de la longue coopération que je vais décrire ci-après, contribue à cette construction.

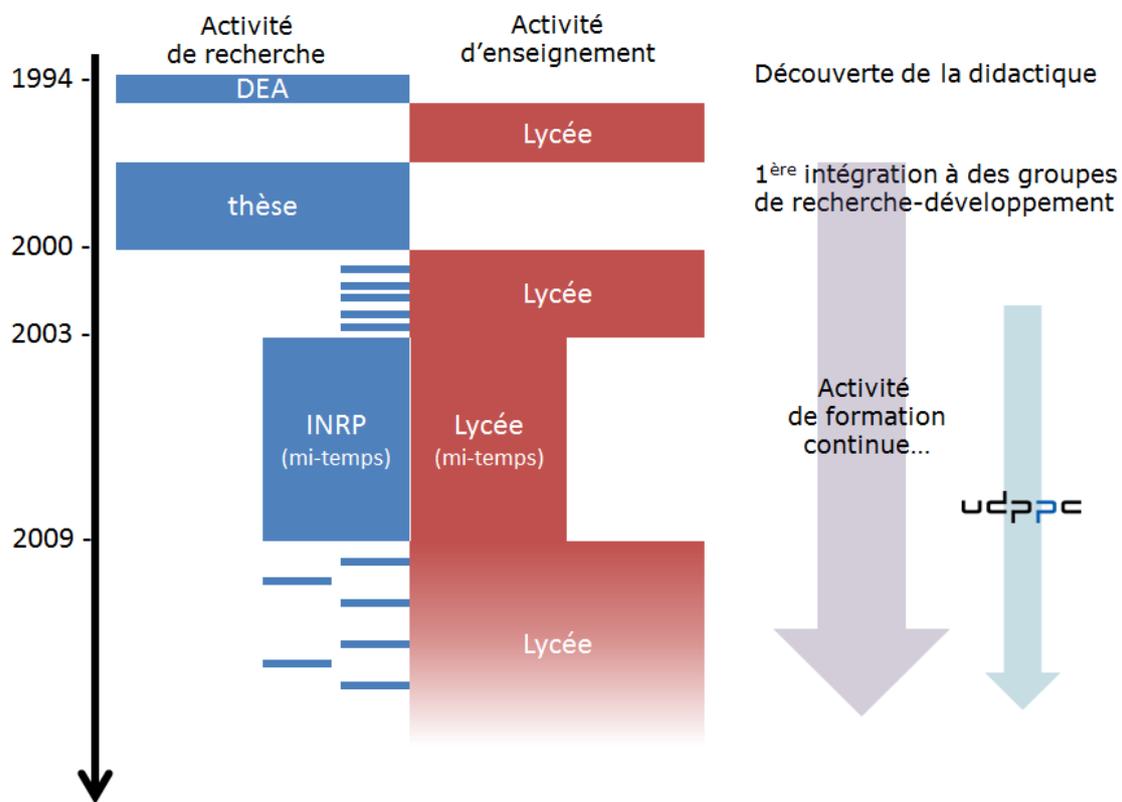


Figure 1 : Un parcours personnel de perfectionnement professionnel par la didactique et pour la pratique enseignante (les traits de la partie gauche indique la poursuite de collaborations avec des chercheurs pendant une activité d'enseignement à temps-plein).

Dès le début de ma carrière, j'ai été surpris devant le peu de cas que la plupart des enseignants de sciences physiques font des résultats de la recherche en didactique, encore moins des méthodologies qui y sont mises en œuvre. Il faut dire à leur décharge que la didactique elle-même, en tant que communauté, a souvent fait trop peu cas des problématiques enseignantes. La généralisation ou la diffusion des « ingénieries » sont trop peu effectuées, le vocabulaire utilisé est rebutant, les théories utilisées ne semblent pas opératoires pour la pratique enseignante, et certains enseignants voient même la didactique comme le refuge des professeurs qui en ont marre d'enseigner ! C'est tout le mérite d'Andrée Tiberghien d'avoir perçu ces écueils, il me semble, très tôt, et d'avoir sans cesse souhaité les surmonter, en

prenant conscience qu'elle y parviendrait *avec* les enseignants. Ce constat d'un rapport conflictuel entre la didactique (mal connue) et les enseignants est en totale contradiction avec mon recours quotidien à ce que j'ai appris de la didactique : je deviens ainsi rapidement un militant, en particulier au sein de l'Union des Professeurs de Physique et Chimie (UdPPC), d'un dialogue accru et d'échanges de pratiques sans rapport hiérarchique (voir plus loin). Le milieu associatif m'a aussi montré à quel point la didactique outillait la réflexion sur le sens de l'acte d'enseigner, sur la structuration et la cohérence des contenus et leur articulation avec les idées des élèves. Elle reste aujourd'hui un recours évident lorsque, pour l'UdPPC, je dois rencontrer des décideurs ou produire des documents d'analyse des programmes ou des pratiques.

Pour terminer cette longue description du contexte dans lequel je travaille avec Andrée, je dirais donc que je suis enseignant de sciences physiques, largement façonné par l'activité de recherche en didactique et par certaines de ses productions. Beaucoup d'enseignants avec lesquels nous travaillons au sein des groupes SESAMES nous disent souvent qu'après cette expérience collaborative, « rien ne sera plus comme avant ». Je reprends évidemment à mon compte cette modification profonde de notre profession d'enseignant mais je vais plus loin : cet outillage qui émerge de la coopération chercheurs-enseignants, que nous utilisons au quotidien, créant parfois de fortes tensions avec des prescriptions institutionnelles ou les pratiques en vigueur, mérite militance.

Enfin, cette instrumentation doit permettre la critique, du point de vue de la pratique enseignante, des résultats qu'est capable de produire et d'apporter la recherche en didactique. Cette critique résulte d'un regard « externe » qui est très différent mais complémentaire de la critique « interne » de l'évaluation classique par les pairs. L'enseignant va d'abord juger, au regard de sa pratique, de la pertinence des outils apportés en soutien aux difficultés vécues mais également de la faisabilité d'implémentation pour la préparation de ses ressources ou pour sa pratique de classe. Il pourra également, dans une moindre mesure, porter des critiques sur la méthodologie de recherche, le plus souvent au sujet de la portée des résultats et de leur généralisation à tous les publics d'élèves... Ce processus oblige le chercheur, s'il l'accepte, à prendre en compte la variété des pratiques. On comprend mieux pourquoi la co-construction produit *a priori* des outils plus opératoires que des outils seulement produits par la recherche et plus étayés que ceux qui seraient seulement construits par un collectif enseignant. Il me semble que la didactique des sciences française a mis du temps à adopter ce qu'Andrée Tiberghien a pratiqué très tôt. En phase de construction d'une identité de champ de recherche, la didactique n'a sans doute pas assez accepté cette critique externe qui accompagne inévitablement la coopération. Aujourd'hui, de très nombreux chercheurs travaillent avec des enseignants, ce qui constitue une évolution très positive tout en obligeant à théoriser les caractéristiques de ce travail.

### **Qu'est-ce que coopérer, pourquoi est-ce si difficile... mais si utile ?**

Andrée Tiberghien, dans son chapitre, explique bien comment, traditionnellement, les chercheurs en didactique ont d'abord questionné les relations entre le savoir, plus ou moins transposé, et les élèves, sans pour autant oublier que le professeur met en scène ces savoirs. Elle a listé quelques grandes théories prioritairement convoquées ou produites par le champ de la didactique pour étudier les deux pôles *savoir* et *apprentissage* du triangle didactique. Ce sont d'ailleurs ces deux pôles qui mobilisent également, même s'il n'en a pas conscience, l'activité de l'enseignant. Il n'est pas étonnant en ce sens que les travaux sur les conceptions soient ceux que les enseignants reconnaissent facilement comme les plus utiles : ce sont des travaux qui ne les concernent pas directement comme sujets d'étude. De fait, cette genèse des premiers travaux a créé une forte asymétrie du triangle didactique, qui concerne directement les questions de coopération entre enseignants et chercheurs (figure 2). Si la didactique en

était restée là, la coopération aurait peut-être été facilitée. Mais tout chercheur en didactique ayant le souci d'analyser des situations réelles de classe ne pouvait pas s'en contenter.

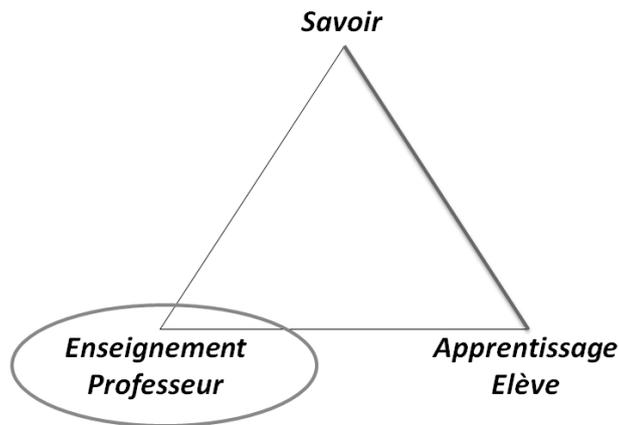


Figure 2 : Pour l'enseignant, le triangle didactique est asymétrique.

Progressivement, en particulier à partir des années 90 (soit près de 20 ans après le début de la didactique des sciences française), la prise en compte de ce troisième pôle (le professeur) a permis de questionner ses rapports aux savoirs mais aussi aux élèves. Son intégration au milieu en tant qu'objet d'étude (même parmi d'autres éléments) en a fait un élément observé, analysé : ceci a permis la mise au point de grandes théories telle que la TACD mais génère également un déséquilibre implicite qui peut induire une sorte de hiérarchie, qu'il convient d'avoir à l'esprit dans des logiques de coopérations : l'enseignant devient « étudié » par le chercheur. Cela crée de fait une méfiance qui nécessite de déployer d'importants efforts pour expliquer l'activité et les questions de recherche, qui doivent systématiquement éviter le terrain du jugement personnel. Ce long travail qui consiste à s'appropriiser et mieux se connaître mutuellement a été parfaitement réalisé par Andrée Tiberghien : il prend énormément de temps, nécessite de bien délimiter ses territoires d'intervention, doit pouvoir s'appuyer sur des enseignants et/ou des chercheurs ayant une pratique particulière (fonction que j'appellerai plus loin la fonction de *passer*). Il nécessite également des enseignants qu'ils acceptent de se livrer et de défendre leur choix, mais aussi de faire évoluer leurs pratiques. Il m'arrive souvent de me voir agir dans un corpus constitué par ICAR. Je ne vois pas les mêmes choses que le chercheur mais cette observation (et les décalages éventuels avec ce que regarde et voit le chercheur) est porteuse de sens y compris pour le travail commun. C'est une posture qui n'est pas forcément naturelle, qui prend du temps, et qui a sans doute été possible car j'ai moi-même analysé dans le passé des corpus avec des problématiques de recherche. Quant à l'enseignant qui se livrerait à une activité de recherche (ce qui m'est parfois arrivé), il doit absolument faire l'effort de distinguer les deux activités mais le risque est grand de biaiser fortement son travail de recherche par son identité professionnelle. Enfin, et ce n'est pas l'écueil le plus facile à surmonter, le chercheur qui s'engage dans une coopération de long terme doit accepter lui aussi de voir ses propositions remises en cause car jugées peu utiles, trop jargonneuses, peu réalisables au regard des contraintes de l'enseignant (temps d'enseignement, type de public, contraintes matérielles et institutionnelles...). Une telle coopération force l'humilité, pour chacun des acteurs.

Dans un tout autre contexte, celui de l'analyse d'un grand organisme de recherche, Pierre Bourdieu (2006) soulève l'absurdité qu'il y a à opposer recherche fondamentale et recherche appliquée ; il évoque deux moments de toute entreprise de production scientifique, l'invention et l'innovation, celle-ci étant vue dans la tradition économique comme la « transformation des inventions scientifiques en innovation génératrices de nouveaux produits ». Cette

transformation nécessite des *go between*, médiateurs capables de faire circuler l'information, dont je reparle plus loin. Il me semble que lorsque les acteurs font l'effort de l'interconnaissance mutuelle, on peut faire l'analogie avec la coopération qui nous concerne ici, les « nouveaux produits » étant des ressources d'enseignement et de formation, suscitant et facilitant en retour de nouvelles recherches et ayant des retombées importantes sur la production de recherche elle-même.

Une fois les difficultés à surmonter dégagées, on peut se poser la question des conséquences de cette asymétrie pour la coopération, du point de vue de l'enseignant qui souhaiterait s'y engager.

Il n'est pas étonnant, au regard de ce qu'on vient de voir, que ma première révélation, lorsque j'ai côtoyé la didactique, fut ma rencontre avec deux grandes théories au sujet du savoir : l'épistémologie de la discipline (discipline *savante* car il me semble que l'épistémologie de la discipline *scolaire* reste largement à façonner) et la transposition. Partant du savoir (au sens de mon parcours de formation), c'est ce qui m'a d'abord le plus intéressé et j'ai eu très vite l'intuition que ces cadres d'analyse m'avaient manqué dans ma formation académique. J'ose croire que cette situation peut être transposée à de nombreux enseignants en début de carrière. Ce que je dénomme aujourd'hui « grandes théories » a par contre mis du temps à devenir opératoire pour la pratique, tant de préparation que d'action en classe. Ces théories étaient présentes dès le début de notre collaboration mais je sentais que leur articulation avec ma pratique et la tension qu'elles pouvaient générer avec les prescriptions officielles (qui faisaient pourtant bien plus cas de ces cadres d'analyse à cette époque qu'aujourd'hui) restait à formaliser. C'était inévitablement davantage le cas pour un enseignant peu au fait de ces théories. Il restait donc à construire des outils pour rendre opératoires ces théories et les approfondir pour elles-mêmes. La collaboration enseignant-chercheur a permis cette construction et ce n'est pas la moindre des ses réalisations.

Lors de ma thèse puis dans les années suivantes, j'ai réellement pris en charge ces grandes théories sur l'apprentissage et leur contextualisation pour la pratique : conceptions, rôle des interactions, contrat didactique, apprentissage par petits éléments... Il est extrêmement difficile pour un enseignant de tenir compte de tous ces éléments théoriques pour sa pratique, ils sont « trop loin » de ce qu'il vit et sont parfois très déstabilisants : ils contraignent à déconstruire le savoir appris (ce qu'Andrée n'a eu de cesse de me demander au début), à penser et expliciter les différentes façons de voir (un stylo n'est qualifié d'immobile qu'en physique) et de questionner une situation (il n'y a qu'en physique qu'on se demande pourquoi le stylo ne tombe pas lorsqu'il est posé sur la table), et à questionner le langage (voir les exemples d'Andrée sur la chaleur dans son chapitre) et les registres sémiotiques. Ce passage des grandes théories à des théories spécifiques opératoires pour concevoir des activités d'enseignement et des ressources de formation a occupé une très grande partie de la coopération que j'ai pu avoir avec Andrée (ce travail est encore en cours...). Car si toutes ces grandes théories contribuent à décrire, comprendre, et perfectionner l'enseignement et l'apprentissage, à différentes échelles (de la conception d'un programme à l'établissement d'une progression, d'un chapitre, d'une activité ou même lors d'une interaction très courte avec un élève), la difficulté de ces grandes théories à pénétrer le système scolaire doit interroger tout militant qui se désole du peu de prise en compte des travaux de didactique. Il convenait d'établir des théories spécifiques, qui n'ont pu émerger et être mises à l'épreuve de la conception de ressources que par le travail collaboratif.

Le travail d'analyse de ces processus de construction, que nous avons pu mener hors de l'activité quotidienne des groupes de recherche-développement, est arrivé bien après.

## **Les avantages du travail collaboratif pour l'enseignant concepteur... et pour l'utilisateur**

Ces théories spécifiques établies, il est possible de faire un premier bilan des quelques avantages à une telle coopération pour la pratique enseignante de celui qui a participé à la conception des ressources au sein des groupes de recherche-développement. La longévité du travail d'Andrée avec des enseignants (dont aucun n'est inscrit en master ou thèse de didactique) suffit à prouver que ces avantages existent. Je décris donc ici ceux qui me semblent les plus pertinents.

Dans le cas de la collaboration à ICAR, c'est évidemment le cadre de la modélisation qui est le plus pertinent. Cette analyse, résultat de la mise au point de théories spécifiques, aide l'enseignant à concevoir ses activités, en anticipant les difficultés des élèves (qui résident souvent dans l'articulation entre objets/événements et théorie/modèle), en identifiant plus efficacement ces difficultés pour y remédier de façon adaptée. Elle permet en outre de porter auprès des élèves un discours sur leurs difficultés (ce qui en fait un outil de remédiation), mais aussi *sur* la physique et la chimie, posture au sujet de laquelle les prescriptions institutionnelles sont encore soit absentes, soit révélatrices d'une conception bien naïve de l'activité scientifique d'une part, de l'activité d'apprendre des sciences d'autres part. Plus généralement, ces théories spécifiques concernant la modélisation et l'articulation entre physique et vie quotidienne et leurs outils de conception associés donnent du sens à la discipline enseignée ET à l'acte d'enseigner. Leur prégnance est forte, hors et dans la classe, présente sans cesse pour l'enseignant qui s'en est servi pour concevoir des contenus d'enseignement. Pour les enseignants concepteurs, ces outils prennent sens très rapidement dans l'action, sans forcément faire l'objet d'une présentation formelle lors de l'entrée dans une démarche de coopération. Comme ces outils sont également robustes pour analyser le savoir à enseigner, ils sont, comme l'a bien expliqué Andrée, une ressource incontournable dans une logique de co-élaboration de ressources d'enseignement et d'apprentissage. Au-delà, lorsqu'ils sont présentés en formation continue pour éclairer les ressources que nous proposons, ces outils de conceptions sont souvent une révélation pour les enseignants : sans faire de cours d'épistémologie, ces outils font échos à leur pratique et ils en voient presque immédiatement les effets possibles sur leur pratique quotidienne, tant sur le plan de l'écriture d'activités ou d'évaluation que sur celui de l'interaction en classe. Il reste à mieux connaître la capacité d'un enseignant travaillant seul ou en équipe, mais sans collaboration avec la recherche, à faire vivre ces outils pour la conception de ressources et dans sa pratique.

Si la théorie spécifique « des deux mondes » concerne d'abord le savoir puis influence la pratique de classe et son organisation, l'approche socio-constructiviste est très complémentaire : elle me semble en effet avoir des effets d'abord sur la pratique de classe et sur des consignes de gestion de classe (travail en petits groupes, statut de l'erreur, type et nombre de tâches, dispositifs mis en œuvre pour rendre les idées initiales publiques, organisation du débat...), puis dans un deuxième temps sur la structure et l'organisation du savoir en jeu. Nous pourrions dire qu'elle permet de penser « réellement » l'action conjointe même si les enseignants concepteurs n'ont pas connaissance de la grande théorie correspondant (voir plus loin).

En pratique, pour l'enseignant co-concepteur, ces différents choix instanciant les théories spécifiques et orientant fortement l'action d'enseigner (même lorsqu'ils sont explicités) sont souvent intriqués au sens ils ne sont pas séparables. C'est aussi un des objectifs du travail collaboratif de les désintriquer et le chercheur joue sur ce point un rôle crucial.

Ce travail de réflexion conduisant à une explicitation des choix, comme d'autres aspects de l'interaction entre enseignants et chercheurs en didactique, ne peut se faire que sur un temps relativement long de coopération. Ce temps long concerne d'abord le ou les chercheurs, ce qui est aisé du fait du rattachement à un laboratoire. Pour les enseignants, cela n'implique pas de

s'engager sur le long terme mais que le renouvellement éventuel se fasse progressivement. Je tente par la suite de dégager quelques pistes qui me semblent permettre d'assurer un travail sur un temps long tout en permettant le renouvellement des contributeurs.

### **Trouver et connaître nos places en coopération : une nécessité pour une coopération pérenne**

J'ai parfois tendance à remplacer le terme de coopération par celui de compagnonnage (étymologiquement celui qui partage son pain). Des compagnons cheminent ensemble avec un objectif commun : ici la production de ressources d'enseignement et de formation opératoires pour faire progresser la qualité de l'enseignement et par suite de l'apprentissage (de physique et au niveau secondaire dans notre cas) en exploitant des résultats de recherche en didactique. En chemin, chacun apporte son expertise, sans rapport hiérarchique, et glane sur le bord du chemin ou auprès de l'autre des informations qui enrichissent ou complètent sa propre « culture » ou sa propre pratique. Ce cheminement n'implique pas une symétrie parfaite dans le travail mais une volonté de formation mutuelle. Pour le militant de la cause didactique que je suis devenu, le chercheur (en l'occurrence surtout Andrée) est bien devenu un *compagnon de route*. Et je crois que le parcours de recherche d'Andrée illustre bien à quel point certains enseignants sont devenus ses *compagnons*.

Cette coopération « idéale » n'est possible que si chacun essaie de connaître et comprendre la posture, la pratique et les contraintes de l'autre, ainsi que ses objectifs spécifiques qui ont droit de cité. En effet le chercheur a ses propres finalités : produire de la recherche, disposer d'un terrain d'investigation et de collecte de données pour tester ses hypothèses, diffuser ses travaux... Pour l'enseignant, disposer de ressources de qualité, se former sans cesse, échanger des pratiques avec des pairs, parfois éclairées par des cadres théoriques issus de la recherche...

J'ai mis en évidence plus haut les raisons qui rendaient ce pari de collaboration difficile à tenir. Pour analyser les conditions à respecter pour un travail collaboratif fructueux, productif et pérenne, il me semble indispensable de disposer d'une fonction de médiateur(s) entre la pratique de recherche et la pratique enseignante. Les échanges que j'ai pu avoir avec Andrée Tiberghien et Gérard Sensevy à l'occasion de la préparation de ce colloque nous ont conduit à caractériser cette fonction particulière, celle de *passer* au sens où il doit favoriser les échanges et aider à l'explicitation et la connaissance mutuelle des pratiques et des objectifs. Le passeur est donc bien une fonction frontière plus qu'une personne, même si évidemment elle s'incarne ponctuellement dans des personnes. J'ai sans doute joué ce rôle, parfois, ces dernières années. La figure 3 illustre que lorsqu'un membre du groupe assure, même ponctuellement, la fonction de passeur, c'est qu'il se comporte parfois en enseignant, parfois en chercheur mais que l'essentiel de sa fonction est d'assurer une bonne communication entre enseignants et chercheurs, en comprenant les contraintes et objectifs spécifiques de chacun. La figure 3 permet aussi de distinguer les différentes communautés de destinataires des ressources produites qui seront évoquées plus loin.

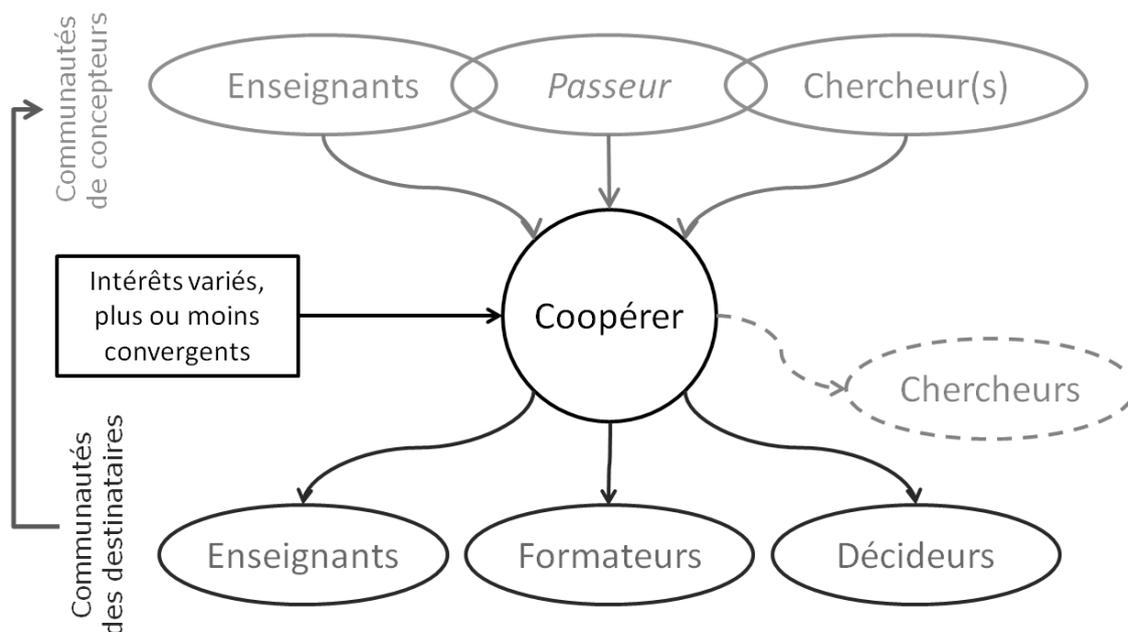


Figure 3 : Acteurs et destinataires de la coopération

On peut se demander ce qui distingue la fonction de passeur de celles assurées traditionnellement par les autres co-concepteurs. Les spécificités d'une telle fonction sont encore sans doute à formaliser mais je distingue ci-dessous quelques caractéristiques qui me paraissent essentielles.

La première caractéristique du « passeur », lorsqu'il assure cette fonction, est de pouvoir se comporter alternativement, dans le travail collaboratif, comme un enseignant ou comme un chercheur. Le passeur aide les enseignants à comprendre la posture, les objectifs spécifiques ou les méthodes (et leurs temporalités longues) du chercheur et doit symétriquement aider le chercheur à comprendre les contraintes et les objectifs spécifiques (parfois à échéance très courte) des enseignants. Il peut également aider à harmoniser le vocabulaire utilisé par les deux communautés (par exemple au sujet de termes comme *progression*, *séquence*, *séance*, *activité*, *modèle*, *enjeu*, *motivation*, *évaluation*, *capacité*...). S'il est aussi enseignant, il est celui qui doit « filtrer » ce que la recherche peut mettre à disposition, souvent en en discutant en amont avec le ou les chercheurs pour juger de la pertinence pour l'activité effective d'enseignement, des conséquences en termes de faisabilité dans les classes, ou de l'acceptabilité par les enseignants. Il est ainsi celui qui explicite au chercheur les contraintes qui ne figurent pas forcément dans le système didactique ou qui n'ont pas été travaillées théoriquement (par exemple dans notre cas le contexte organisationnel local, le rapport à l'institution, le temps limités, les contraintes curriculaires...).

En termes d'objectifs et de types de production, c'est probablement la production de recherche qui distingue la fonction enseignante de la fonction de passeur... Il est ainsi celui qui peut collaborer effectivement pour une production de recherche, pour raffiner les théories spécifiques ou pour les articuler avec les outils de conceptions mis au point dans l'équipe, et enfin pour analyser le processus même de production des ressources (Tiberghien et al., 2009). Les publications de recherche qu'il m'est arrivé de cosigner l'ont été avec une posture qui n'est pas exactement celle de l'enseignant, ni celle d'un chercheur mais dans un entre-deux hybride qui prendrait pour objet d'étude les processus coopératifs de production de ressources d'enseignement et de formation, bien plus que le savoir vivant en classe ou les processus d'apprentissage. De ce point de vue et pour ces objets d'étude particuliers, le chercheur se comporte également en passeur...

Cette hybridation distingue la fonction de passeur de la fonction d'enseignant par la différence de degré de connaissance du cadre théorique. Si les enseignants concepteurs connaissent souvent les théories spécifiques (même sous une forme peu formalisée) et systématiquement les outils de conception qu'ils ont contribué à co-construire, ils ne connaissent généralement pas les grandes théories qui expriment des idées leur paraissant trop éloignées de leur pratique ou utilisant des concepts peu opératoires au quotidien. Le passeur doit, lui, non seulement connaître ces grandes théories mais être capable de s'en servir, comme le chercheur en collaboration, pour co-construire les théories spécifiques.

On pourrait donc conclure que le passeur est celui qui, en plus de coopérer pour co-construire des ressources d'enseignement et de formation au même titre que les autres membres engagés dans ce processus, est capable de *collaborer* au sens de Bauer et Fisher (2007) : s'il est enseignant, il traite, en sa fonction de passeur, d'égal à égal avec le chercheur au sujet d'enjeux communs qui permettent ou analysent le travail de coopération au sein du groupe de co-concepteurs.

Les réflexions précédentes conduisent à se demander si la fonction de passeur peut être assurée par un chercheur, comme je l'ai évoqué un peu plus haut. Cela ne me semble pas absurde, en particulier s'il a exercé partiellement et temporairement une activité d'enseignement au niveau pour lequel il co-construit, afin d'exploiter cette expérience double de pratiques. C'est également selon moi possible après une longue expérience de coopération : la pratique et les contraintes très concrètes des enseignants pourraient être tellement bien appréhendées par un tel chercheur qu'il pourrait jouer aisément ce rôle de passeur ; il me semble que c'est parfois le cas pour Andrée. Si beaucoup de chercheurs en didactique ont été enseignants préalablement, la nécessité de processus longs me semble rendre rares de tels cas de chercheurs-passeurs.

### **Accepter des processus longs et séquencés**

On l'a vu, des fins et des moyens de productions discutés communément, l'inter-connaissance, le partage et le respect mutuel de chaque expertise, l'émergence d'une communauté de pensée issue des grandes théories (même non explicitées pour tous) sont des conditions difficilement contournables pour une coopération enseignants-chercheurs fructueuse. Ces éléments se construisent lentement, au cours du travail d'élaboration de ressources. Je reprends donc ici un bref historique des différents types de ressources produites, qui a été décrit en détail par ailleurs (Tiberghien et al., 2011).

Si les premières ressources produites ont bien été dans notre cas des ressources *pour* enseigner, elles se sont largement diversifiées au cours du temps, en particulier grâce à la mise à l'épreuve de ces ressources, par les enseignants concepteurs eux-mêmes mais aussi par des enseignants s'emparant de ces ressources. Ces retours se sont faits essentiellement lors de sessions de formations continues, indispensables à l'avancée du travail, mais aussi par les enseignants qui intègrent régulièrement le groupe de concepteurs et viennent ainsi porter un regard neuf sur le fond et sur les méthodes de production. Très rapidement il est apparu que les activités d'enseignement produites paraissaient originales ou peu académiques (ou trop « innovantes ») aux enseignants qui décidaient de s'en emparer (par exemple après une formation). Il a donc été nécessaire de rédiger des documents permettant de mettre en scène ces activités en classe. Ces ressources « contenu-dépendantes » ont essentiellement consisté en une rédaction, pour chaque activité, de cinq rubriques : objectifs, informations matérielles pour la préparation de l'activité, informations sur le savoir en jeu, informations sur le comportement des élèves, corrigé. Ce choix des rubriques a fait l'objet d'un long travail au sein des différents groupes de concepteurs et leurs intitulés illustrent assez bien le croisement des expertises *pour* l'action : les contraintes matérielles et horaires ne sont pas négligées mais l'apport de la recherche est immédiatement repérable, en particulier dans les rubriques

*informations sur le savoir en jeu et informations sur le comportement des élèves*, cette dernière rubrique pouvant même être illustrée sur le site PEGASE<sup>2</sup>, qui héberge tous les documents, par des vidéos courtes d'élèves éclairant certaines composantes ou certaines difficultés de compréhension des élèves au cours de l'activité. Ces séquences vidéo (d'une durée d'une à deux minutes) ont été extraites des travaux de recherche. La conception de ces ressources contenu-dépendantes, raison d'être des différents groupes de recherche-développement auquel j'ai pu participer, perdure évidemment aujourd'hui. Cependant, et au bout de quelques années, deux contraintes différentes mais cohérentes ont conduit à produire des ressources qui ne sont plus contextualisées à un type de sujet particulier :

- les enseignants concepteurs ont ressenti le besoin d'explicitier les pratiques communes à l'enseignement des diverses séquences conçues ; les chercheurs impliqués ont ressenti le besoin de « théoriser » la conception des séquences ; chercheurs et enseignants ont eu à cœur de mettre au point des outils d'aide à la conception dont nous avons parlé plus haut ;
- le temps passé à mettre au point une séquence ne permettait pas de suivre le temps d'enseignement et de préparation : ce décalage temporel entre enseignement et conception ainsi que la demande de certains enseignants en formation impliquaient de produire des ressources opératoires d'aide à la conception autonome, « dans l'esprit » (ou avec les mêmes théories spécifiques dirions-nous en recherche) des séquences déjà produites : cela participait bien de la logique de formation que nous avons toujours également visée, formation dans l'action à partir de séquences existantes.

La conception de ressources dites « transversales » (au sens où elle concerne n'importe quel sujet d'enseignement de physique du secondaire) a alors conduit à deux types de ressources correspondant à deux nouvelles étapes qui se sont rapidement suivies : l'étape 2 correspond à des ressources qui ne renvoient pas à un type de situation de classe particulier (hypothèses d'apprentissages, éléments de théories spécifiques, outils de conception...) et l'étape 3 à des ressources qui concernent certaines situations spécifiques, repérées par exemple selon le rôle joué par le modèle ou par l'expérience dans la situation (ressources que nous avons appelées des *balises*).

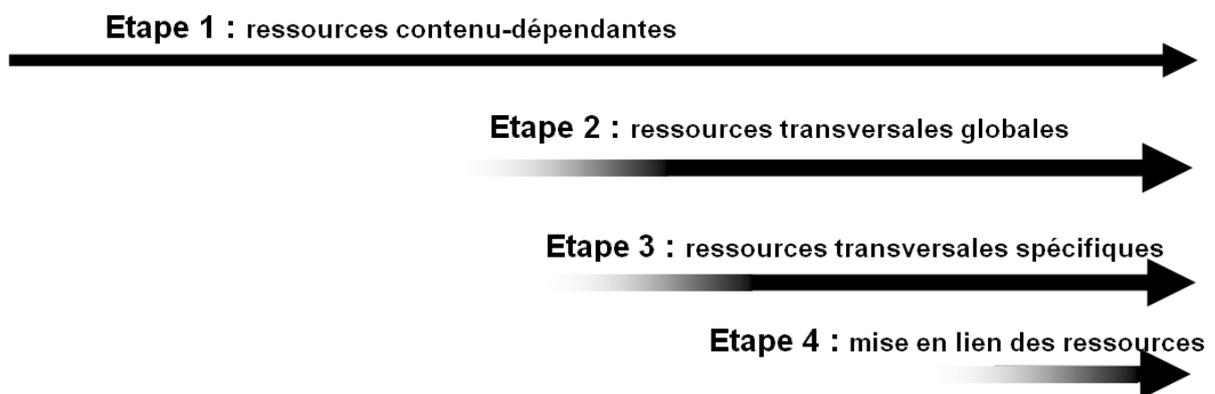


Figure 4 : différents types de ressources produites au cours du temps

Enfin, un effort de mise en lien (étape 4) a été réalisé pour permettre réellement cette formation dans l'action. Cette étape n'a pas donné lieu à de nouvelles ressources mais à une

<sup>2</sup> <http://pegase.ens-lyon.fr/>

mise en relation explicite de ressources contenu-dépendantes et de ressources transversales (figure 5).

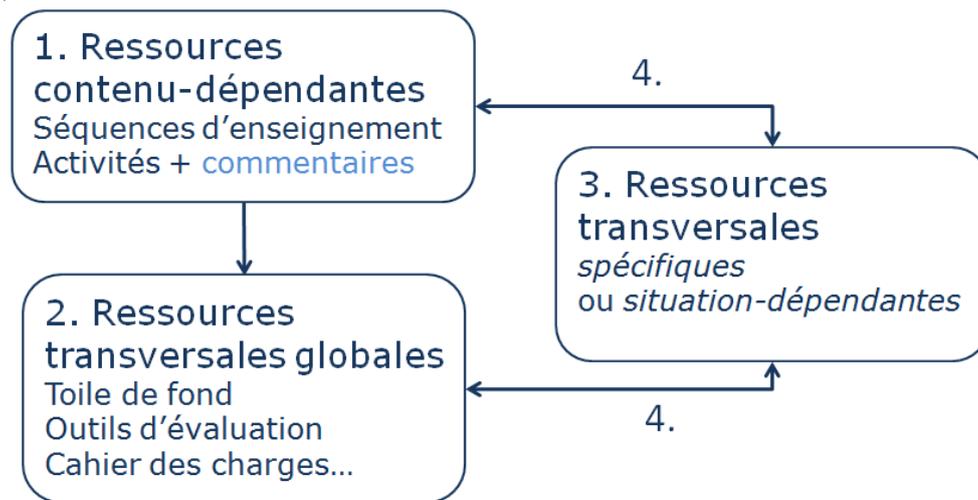


Figure 5 : liens entre les différents types de ressources (les numéros correspondent à la chronologie d'apparition dans le long processus de conception).

Les différents groupes ont régulièrement été partiellement renouvelés : en moyenne tous les trois ans d'abord pour des raisons institutionnelles puis comme une obligation devant les effets bénéfiques de ce renouvellement.) Le processus exposé à la figure 5 décrit comment les différents groupes de recherche-développement ont réussi à tenir en permanence l'objectif (et la nécessité) de production de ressources pour l'enseignement tout en élaborant petit à petit des ressources de formation explicitant les outils nécessaires pour concevoir ce type de ressources. Ces ressources de formation obligent à porter un regard réflexif sur le travail collectif (*comment fait-on ?*) et à penser la transférabilité à la fois pour la prise en main des ressources produites (*comment légitimer les ressources et aider leur appropriation ?*) et pour la conception autonome (*quels outils de conception mettre à disposition ?*). Ce travail n'est pas près d'être terminé : si nous avons pu tester en partie la robustesse des outils conçus sur de nouveaux sujets d'enseignement (Vince & Tiberghien, 2012) et avec de nouveaux enseignants intégrés aux groupes mais ne les ayant pas conçus, il nous reste à savoir si ces outils peuvent être utilisés de façon pérenne par des enseignants plus isolés, d'une part dans le travail de préparation d'autre part dans la façon dont ils font vivre le savoir en classe.

Cette réflexivité nécessaire a été rendue possible par l'analyse des situations de classes avec le double regard de la pratique enseignante (comment s'est passée la séquence selon l'enseignant ?) et de la recherche (les séances de classe avec les ressources produites ont souvent fait l'objet de recherches dans l'équipe). Les différents regards et les différentes échelles d'observation s'enrichissent mutuellement, tout en tenant compte de la diversité des pratiques enseignantes et des différents contextes d'établissement scolaires. Le processus de conception est ainsi vite devenu itératif et l'est toujours : les ressources sont en constante évolution, influencées par le retour d'expérience des concepteurs, qu'ils soient enseignants ou chercheurs.

Ce processus s'est également accompagné de publications, co-signées par les enseignants et les chercheurs, dans des revues à destination des enseignants ou des formateurs (principalement le BUP Physique-Chimie, revue de l'UdPPC, mais aussi les Cahiers pédagogiques par exemple) et de formations d'enseignants ou de formateurs (Gaidioz et al., 2004 ; Coince et al., 2008 ; Miguët et al., 2014) . Plus récemment, ces ressources ont donné lieu à la conception de DVD pour la formation, fondés sur la recherche, au sujet desquels les

enseignants concepteurs ont pu être consultés mais pour lesquels c'est davantage la fonction de passeur qui fut sollicitée.

Enfin, ce long processus a permis de théoriser en partie la conception de ressources à partir de la recherche, telle qu'Andrée le décrit bien dans son chapitre et qui a également donné lieu à publication commune (Tiberghien et al., 2009). Ce travail est loin d'être achevé.

### Tant à faire encore...

La diversité des ressources produites permet de mesurer l'ampleur et l'originalité du travail que sont capables de produire des groupes d'enseignants et de chercheur qui se renouvellent régulièrement (c'est sans doute un atout) et qui, à partir de choix théoriques et d'objectifs partagés, peuvent exploiter l'expérience acquise pour tendre vers une diffusion accrue d'outils de conception de ressources d'enseignement et de formation. Il reste cependant beaucoup à faire, et pour perfectionner et raffiner ce travail au regard des évolutions institutionnelles et professionnelles (programmes, rôle de l'évaluation par compétences...), le travail d'analyse des processus de conception est essentiel. L'activité de conception telle que nous l'avons exposée ci-dessus a été analysée récemment à partir de la théorie de l'activité (Veillard et al., 2011). Ce travail confirme que la théorie spécifique des deux mondes joue un rôle important pour instrumenter et guider le processus de conception, en facilitant en particulier les débats pour une plus grande explicitation des choix de conception au sein du groupe et en favorisant la prise de décision. Il confirme également les lacunes de ce cadre d'analyse, en particulier du point de vue du rôle de l'enseignant dans l'action conjointe.

Du point de vue de l'élaboration de théories spécifiques et d'outils de conception, la figure 6 illustre en effet très bien l'état du travail et le chemin qui reste à parcourir.

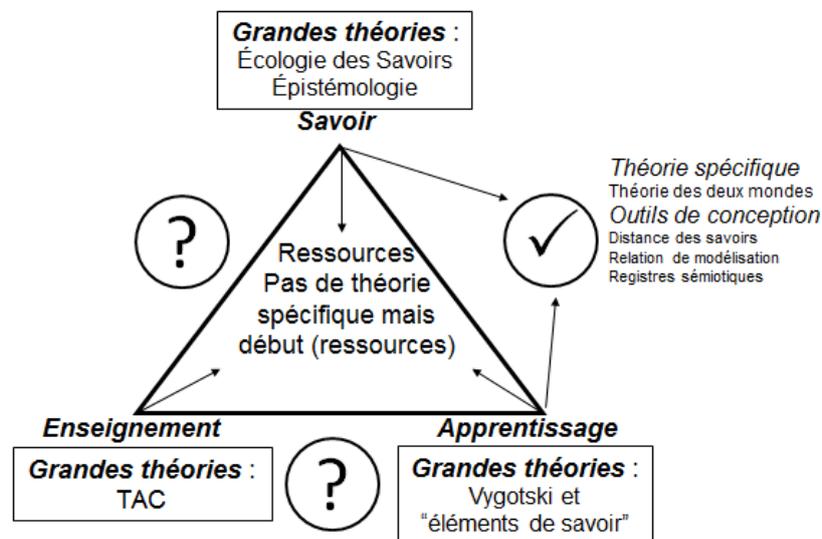


Figure 6 : Bases d'une théorie de la conception de ressources et théories spécifiques manquantes (les flèches indiquent les processus de production)

La prise en compte des grandes théories concernant le savoir et l'apprentissage est effective dans les choix de conceptions et a donné lieu, lors du processus d'élaboration, à la formalisation de théories spécifiques et outils qui tiennent compte de ces grandes théories. À ce jour, si la TACD est une théorie fructueuse et robuste dans le champ de la recherche pour l'analyse des processus d'enseignement ou de l'avancée du savoir, elle n'a pas encore été totalement adaptée ou transposée au processus de conception. De fait, il reste à élaborer les théories spécifiques construites à partir du pôle enseignement. Ceci est à mettre en corrélation

avec l'observation faite par Veillard et al. (2001) que le débat dans le groupe de concepteurs est peu étayé et la prise de décision difficile lorsqu'il s'agit d'aspects de la classe qui concernent ce pôle : gestions des traces écrites des élèves, estimation par l'enseignant de l'avancée et de la continuité du savoir, dispositifs d'évaluation formative mis en œuvre, rôle de l'enseignant lors d'activités « ouvertes » au cours desquelles le milieu peut ne pas jouer suffisamment son rôle de rétroaction.... Il y a là un défi à relever d'autant que ce sont des aspects sur lesquels certains enseignants se sentent experts par expérience et pour lesquels la légitimité de la didactique est moins assurée à leurs yeux.

### **En guise de conclusion : quelques réflexions sur les représentations sociales**

Andrée Tiberghien a initié un travail de longue haleine, d'abord sur une demande émanant de l'institution mais son parcours illustre à quel point elle avait l'envie très tôt de cheminer avec les enseignants. Ce travail n'est pas terminé. Avoir su le maintenir sans interruption depuis plus de 20 ans invite à la réflexion sur les critères de longévité d'une telle coopération, longévité rare et pourtant essentielle si l'on recherche la diversité des ressources produites et des publics cibles, tout en assurant une cohérence théorique. Si de nombreux enseignants ont travaillé dans ces groupes, Andrée est restée le pivot permanent, assurant la continuité théorique et pratique mais impulsant également de nouvelles idées, qu'elle puisait aussi bien dans les échanges réguliers avec les enseignants que dans les travaux de recherche. Elle a su construire ainsi une culture commune, aidée en cela il me semble par les quelques enseignants « passeurs » avec lesquels elle a travaillé. L'écoute mutuelle, l'acceptation de la critique, la compréhension des objectifs et contraintes de chaque fonction sont pour moi les clés essentielles d'une coopération réussie. Mais surtout, il me semble que ce compagnonnage doit se faire dans la reconnaissance mutuelle de l'expertise de chaque acteur : que le chercheur reconnaisse qu'il n'est pas enseignant (et qu'il n'en a donc pas l'expertise), que l'enseignant admette qu'il ne fournira pas les cadres théoriques et l'étayage du chercheur. D'autres expériences de coopération que j'ai pu voir de l'extérieur m'ont permis de prendre conscience de ce point clé. Il va contre certaines représentations, que j'ai trop souvent rencontrées, qui concernent les glissements de la fonction d'enseignant vers la fonction de chercheur (remarquons que si les glissements sont fréquents dans ce sens, ils sont rarissimes dans l'autre sens, probablement pas seulement pour des raisons institutionnelles...). Ainsi, parce que bon nombre d'enseignants s'engagent, pas forcément en début de carrière, dans un parcours de formation à la recherche, ce passage est vu comme un *progrès*. Il me semble qu'on confond *évolution de carrière* et *progrès dans une hiérarchie sociale*. Selon ce point de vue, il serait presque normal qu'un enseignant jugé « expert » devienne chercheur. Cette représentation rarement explicite mais selon moi répandue, y compris chez certains enseignants ou dans certaines institutions, s'accompagne d'autres idées plus diffuses : un enseignant aurait plus à apprendre d'un chercheur que l'inverse, un chercheur peut comparer des pratiques enseignantes en termes d'efficacité et ainsi se faire juge... Trop souvent, l'enseignant qui travaille avec un chercheur en éducation se perçoit comme en situation d'apprenant : non seulement il craint d'être jugé, étudié mais il se positionne aussi, dans certains cas, en attente de conseils *au sujet de sa profession*. Ces représentations sont tout autant (voire plus) partagées par les enseignants que par les chercheurs. J'ai par exemple parfois entendu des enseignants dire que la contribution à la rédaction d'activités d'enseignement, en discutant chaque mot, par un chercheur était peut-être de l'expertise gâchée... Si je grossis un peu le trait, il n'en reste pas moins que dans certaines situations de coopération, le chercheur se trouve placé, parfois involontairement, « en surplomb », sans qu'il n'y en ait la volonté de qui que ce soit. Ce « jeu » s'installe dès le début du fait des représentations de chacun. Je crois pouvoir dire que ce ne fut jamais le cas pour la longue expérience que j'ai décrite ici. Une des clés de la réussite de la coopération me semble être l'absence de représentation hiérarchique

chez les acteurs coopérant, ou même la mise en place initiale d'un processus de *dé-hiérarchisation*.

J'ai donc tenté ici de décrire d'une part les caractéristiques de cette coopération longue et singulière entre enseignants et chercheurs, ainsi que de la collaboration que j'ai pu avoir avec Andrée Tiberghien pour tenter de « faire vivre » quelques ingénieries successives. La diversité et la richesse des ressources produites, articulant enseignement et formation, n'auraient évidemment pas été possibles sans une telle coopération et illustrent la bonne marche de cette expérience, même si elle ne fut pas uniforme dans le temps. La tentative de théorisation de cette coopération et des ressources qui en ont émergé doit pouvoir inspirer, au moins partiellement, toute situation de coopération entre enseignants et chercheurs. Cette expérience n'est pas à prendre comme *la* bonne pratique mais il est possible de s'en inspirer, lorsque des conditions similaires se présentent, y compris pour théoriser la coopération à l'œuvre, ou pour favoriser institutionnellement des fonctions de *porteur* au sein d'un Institut comme l'IFÉ. Une telle entité institutionnelle devrait permettre que ce genre d'ingénierie sur du temps long, qu'on peut considérer aujourd'hui comme *exceptionnelle*, devienne *normale* (pour reprendre une idée de Gérard Sensevy).

Il reste beaucoup à faire, en particulier pour mieux prendre en charge le pôle enseignement. Il reste aussi à perfectionner la diffusion des outils et l'évaluation de leur prise en main. Dans tous les cas, le compagnonnage est une richesse de chaque instant pour la pratique enseignante, qui donne du sens à l'action, qui encourage lorsqu'on est gagné par des contraintes institutionnelles qui viennent contredire certains choix, et qui rend heureux d'exercer ce beau métier d'enseignant. Puisse ce type d'expérience se développer, pour mieux articuler sur le long terme la profession enseignante avec la recherche en didactique.

## **Bibliographie**

- Bauer Korinna & Fischer Frank (2007). The educational research-practice interface revisited: A scripting perspective. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 221-236.
- Bourdieu Pierre (2006) *Les usages sociaux de la science – Pour une sociologie clinique du champ scientifique*. INRA éditions.
- Coince Didier, Miguet Anne-Marie, Perrey Stéphane, Rondepierre Tristan, Tiberghien Andrée & Vince Jacques (2008). Une introduction à la nature et au fonctionnement de la physique pour les élèves de seconde. *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, vol. 102, n° 900, 3-20.
- Gaidioz Pierre, Vince Jacques, Tiberghien Andrée (2004). Aider l'élève à comprendre le fonctionnement de la physique et son articulation avec la vie quotidienne. *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, vol. 98, n° 866, 1029-1042.
- Miguet Anne-Marie, Bastard Hélène, Martinache Annie, Perrey Stéphane, Piel Valérie, Rochet Patrick, Rondepierre, Tiberghien Andrée & Vince Jacques (2014) Du programme officiel aux activités des élèves, un outil pour la conception d'une séquence aux contenus scientifiques cohérents. *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, vol. 108, n° 960, 39-54.
- Tiberghien Andrée, Vince Jacques, Gaidioz Pierre, & Coince Didier (2011). Professional development of teachers and researchers in a collaborative development of teaching resources. In C. Linder, L. Ostman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Erickson & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 255-271). New York: Routledge.
- Tiberghien Andrée, Vince Jacques, & Gaidioz Pierre (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.
- Veillard Laurent, Tiberghien Andrée & Vince Jacques (2011) Analyse d'une activité de conception collaborative de ressources pour l'enseignement de la physique et la formation des professeurs : le rôle de théories ou outils spécifiques. *Activités*, 8(2), 202-227.
- Vince Jacques & Tiberghien Andrée (2012) Enseigner l'énergie en physique à partir de la question sociale du défi énergétique. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 89-124.