



HAL
open science

A l'interface entre recherche et enseignement, les ingénieries didactiques

Marie-Jeanne Perrin-Glorian

► To cite this version:

Marie-Jeanne Perrin-Glorian. A l'interface entre recherche et enseignement, les ingénieries didactiques. Actes du congrès: La TACD en questions, questions à la didactique (Vol. X, pp. yy-zz). Rennes: CREAD. Repéré à https://tacd-2019.sciencesconf.org/data/ACTES_SessionX_Congres_TACD_Rennes_2019.pdf, 2019. hal-02314052

HAL Id: hal-02314052

<https://hal.science/hal-02314052>

Submitted on 11 Oct 2019

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

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

A l'interface entre recherche et enseignement, les ingénieries didactiques

Marie-Jeanne PERRIN-GLORIAN
Laboratoire de Didactique André Revuz
Université d'Artois

Mots clés : ingénierie didactique ; théorie des situations ; théorie de l'action conjointe en didactique ; coopération entre chercheurs et enseignants ; production de ressources pour les professeurs.

L'Ingénierie Didactique pour le Développement et la formation (IDD) décrite en appui sur la théorie des situations (TS), l'Ingénierie Didactique Collaborative (IDC) appuyée sur la TS et la recherche collaborative, et l'Ingénierie Coopérative (IC) appuyée sur la TACD semblent partager beaucoup de caractéristiques. Peut-on en dire plus sur les points communs et différences en lien avec le cadre théorique ? Quelle est l'influence des savoirs en jeu sur cette coopération entre enseignants et chercheurs ? Quelle différence selon qu'elle implique des enseignants et formateurs du primaire, généralistes, ou des professeurs de mathématiques du secondaire ? Telles sont les questions que nous abordons dans cette communication.

Key-words: didactic engineering; theory of didactic situations; joint action theory in didactics; cooperation between researchers and teachers; producing resources for teachers.

Introduction : ingénierie didactique et enseignement ordinaire

C'est en lien avec l'ingénierie didactique, conçue comme une phénoménoteknique pour provoquer et étudier des phénomènes didactiques dans des conditions déontologiquement acceptables pour les professeurs et les élèves, que s'est développée et formalisée la théorie des situations (TS) (Brousseau, 2006, 2013 ; Bessot, 2011). Une école d'été de didactique des mathématiques a étudié en 2009 la place de l'ingénierie didactique (ID) dans différentes perspectives théoriques (Margolinas et al. 2011). L'ingénierie didactique a ainsi joué un rôle essentiel dans le développement de la didactique des mathématiques en France, comme méthodologie de recherche prenant en compte la complexité des contraintes de la classe et appuyée sur une analyse du savoir et des conditions d'apprentissage de différents points de vue (Artigue, 1990). Cependant, des situations issues d'ingénieries diffusent dans l'enseignement ordinaire et, sans le contrôle de l'environnement de recherche, les apprentissages visés ne sont pas toujours au rendez-vous. Dès les premières années, la

question de la reproductibilité des situations était soulevée (Artigue, 1986) mais c'est surtout à partir des années 1990 et de l'implication forte des didacticiens dans la formation initiale des enseignants que la diffusion des produits de l'ingénierie didactique est prise comme objet de recherche. De nouvelles formes d'ID se développent, dans le cadre des LéA¹ ou des IREM², telles l'ingénierie coopérative (IC) (Sensevy, Forest, Quilio, Morales, 2013 ; Joffredo-Le Brun, Morellato, Sensevy, & Quilio, 2018), l'ingénierie didactique collaborative (IDC) (Derouet, à paraître) ou l'ingénierie didactique pour le développement et la formation (IDD) (Perrin-Glorian, 2011). Ces ingénieries restent une méthodologie de recherche mais prennent explicitement en compte dans leurs questions la diffusion dans l'enseignement des situations élaborées.

Dans tous les cas, l'ID suppose une collaboration entre chercheurs et enseignants mais le partage des questions de recherche peut varier. Dans l'ID classique, les questions de recherche sont du côté du chercheur. Les enseignants collaborent avec les chercheurs dans l'élaboration de situations de classe qui doivent respecter les hypothèses du chercheur mais aussi être adaptées à la classe et gérables par l'enseignant. Le chercheur est principalement intéressé à l'avancée d'une problématique théorique qu'il met à l'épreuve à travers ce qu'il pense général derrière la réalisation particulière mais l'enseignant est directement impliqué dans la réalisation particulière : il veille à l'apprentissage de ses élèves actuels pour lesquels la réalisation de l'ingénierie constituera l'enseignement de la notion, même s'il peut retenir des faits plus généraux pour une reprise de la situation dans une autre classe ou communiquer avec ses collègues. S'il s'agit de produire des ressources pour l'enseignement, sans qu'il y ait pour autant confusion des rôles, il y a partage de questions de recherche et appui explicite sur la complémentarité des compétences pour mener à bien l'ingénierie qui, outre des publications de recherche, doit déboucher sur des productions diffusables dans l'enseignement ordinaire. Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian (2017) ont mis en évidence le double positionnement du chercheur dans la collaboration. Mais il y a aussi un double positionnement des enseignants qui participent à une telle ingénierie, à la fois enseignants de leur classe et prenant une position générique pour représenter leurs collègues. De plus, les enseignants et les chercheurs peuvent être en même temps des formateurs, ce qui ajoute une dimension supplémentaire dans la collaboration.

1. Lieu d'éducation Associé à l'Institut Français de l'éducation voir <http://ife.ens-lyon.fr/lea>

2. voir <http://www.univ-irem.fr/> pour une présentation générale des IREM et <https://irem.univ-paris-diderot.fr/groupes-irem> pour la liste des groupes de travail de l'IREM de Paris.

L'IDD décrite en appui sur la TS, l'IDC, appuyée sur la TS et la recherche collaborative (Desgagné et al. 2001) et l'IC appuyée sur la TACD semblent partager beaucoup de caractéristiques. Peut-on en dire plus sur les points communs et différences entre ces différentes approches en lien avec le cadre théorique ? Quelle est l'influence des savoirs en jeu sur cette coopération entre enseignants et chercheurs ? Quelle différence selon qu'elle implique des enseignants et formateurs du primaire, généralistes, ou des professeurs de mathématiques du secondaire ? Telles sont les questions que nous souhaitons aborder dans cette communication.

Nous commencerons par dégager des points communs essentiels entre recherches relevant de ces ingénieries avant d'interroger des éléments qui apparaissent dans une approche et moins dans les autres et de revenir sur un point essentiel : la complémentarité entre les acteurs et la manière dont ils peuvent partager l'action conjointe.

Des points communs essentiels

Les problématiques et méthodologies de recherches emblématiques de ces différentes approches – la recherche ACE (Arithmétique et Compréhension à l'école élémentaire) pour l'ingénierie coopérative (Joffredo-Le Brun, Morellato, Sensevy & Quilio, 2018), la thèse de Charlotte Derouet (2016) pour l'ingénierie didactique collaborative et la recherche sur l'enseignement de la géométrie au cycle 3 du LéA Valenciennes-Denain (Mangiante et Perrin-Glorian, 2017) pour l'ingénierie didactique pour le développement et la formation – nous semblent partager trois points communs essentiels :

- les questions de recherche sont directement issues d'un problème d'enseignement d'un contenu précis et englobent des questions de formation des maîtres,
- le caractère cyclique de la méthodologie qui nécessite plusieurs réalisations et donc un temps long.
- un partage assumé et théorisé du travail et des responsabilités dans l'élaboration de l'ingénierie entre chercheurs, enseignants et éventuellement formateurs.

Les questions de recherche

Dans les trois cas, il s'agit d'élucider un problème d'enseignement et de formation et de produire des ressources³ pour les professeurs, acceptables dans l'enseignement ordinaire et susceptibles d'améliorer l'apprentissage des élèves, y compris des élèves en difficulté. La

3. Dans le cas de Derouet, cette production est seulement un projet à moyen terme, pour une étape future de la recherche.

production de situations d'enseignement n'est donc pas seulement une méthodologie mais fait partie des objectifs de la recherche au même titre que l'étude de leur adaptation aux conditions ordinaires d'enseignement et aux besoins des enseignants, ainsi que l'étude de la diffusion de ces situations dans l'enseignement ordinaire via la production de ressources et des besoins de formation et d'accompagnement des enseignants qu'elles nécessitent pour que ceux-ci puissent les utiliser efficacement et améliorer l'apprentissage de leurs élèves. Il s'agit donc de mettre à l'épreuve les conditions qui permettent de définir ces situations. De plus, l'ID porte sur l'enseignement d'une partie importante du programme d'une année : on se situe non au niveau du thème mais au moins du secteur, voire du domaine (Chevallard (2005).

Dans les trois cas, il s'agit donc d'élaborer une proposition de transposition didactique sur un contenu assez large et d'en étudier les conditions de diffusion dans l'enseignement ordinaire. Cependant les niveaux d'enseignement et les contenus mathématiques diffèrent, ce qui peut avoir un effet sur les autres caractéristiques de l'ingénierie didactique et en particulier la collaboration entre les différents acteurs. Nous y reviendrons dans la suite. Dans le cas d'ACE et de l'IC, il s'agit de l'arithmétique au cycle 2 (6-9 ans) ; dans le cas de l'IDD, de la géométrie au cycle 3 (9-12 ans) ; dans le cas de l'IDC, il s'agit d'articuler lois à densité et calcul intégral en terminale scientifique (grade 12).

L'étude des pratiques ordinaires des enseignants n'est pas un objectif explicite dans ces diverses ingénieries : d'ailleurs Derouet (à paraître) remarque que c'est un objectif important dans la recherche collaborative dont elle s'inspire mais pas dans sa propre recherche. Une connaissance assez fine des pratiques ordinaires est néanmoins indispensable au projet. Elle est apportée aux acteurs par leur expérience professionnelle d'enseignants et de formateurs, complétée par la littérature, au moins dans le cas des chercheurs. Cependant, la mise en œuvre de dispositifs d'élaboration de ressources et de dispositifs d'accompagnement de la diffusion de ces ressources est aussi un moyen d'étude des pratiques ordinaires, explicite dans l'IDD.

Le caractère cyclique de l'ingénierie didactique et l'analyse a priori

Artigue (1990) a identifié quatre phases dans l'ID : les études préalables ; l'élaboration d'une séquence d'enseignement et l'analyse *a priori* de cette séquence en référence aux hypothèses et études préalables ; le recueil de données lors de l'implémentation en classe et l'observation de cette séquence ; l'analyse *a posteriori* de la séquence et la confrontation à l'analyse *a priori*. Ainsi conçue, l'ID vise principalement à élaborer, consolider ou adapter le cadre théorique qui la soutient. Cependant, en même temps, au fil des années, dans les ingénieries longues comme celles de Brousseau ou Douady sur les décimaux, ce n'est pas

seulement le cadre théorique didactique qui se précise et s'enrichit, c'est aussi l'approche du contenu mathématique lui-même ainsi que les conditions de sa mise en œuvre en classe. Le caractère cyclique de l'ingénierie didactique, remise à l'étude, réalisation après réalisation, est renforcé s'il est associé à un projet de formation des maîtres ou de production de ressources pour l'enseignement ordinaire et se retrouve dans des travaux internationaux rattachés à d'autres approches théoriques. Nous verrons plus loin comment la collaboration entre les différents acteurs peut se développer dans les différentes phases de l'ingénierie didactique.

Partage de la responsabilité de l'ingénierie entre les différents acteurs

Une caractéristique majeure des types d'ID auxquels nous nous intéressons et qui les différencie des ID classiques est la prise en compte dans les questions de recherche de la collaboration entre chercheurs en didactique et praticiens de l'enseignement qu'elles mettent en avant et organisent dans des dispositifs avec l'aide d'institutions, comme les LÉA ou les groupes IREM, qui fournissent quelques modestes moyens pour rendre cette collaboration matériellement possible. L'ID classique suppose aussi une association des enseignants aux problématiques de recherche, avec explicitation éventuelle des conditions de fonctionnement (Comiti et Grenier, 1995). Cependant, l'organisation du dispositif de travail entre chercheurs, formateurs et enseignants n'est pas inclus dans l'étude dans les ID classiques alors qu'il en fait partie dans celles qui nous intéressent ici.

Des spécificités, des nuances, des différences ?

Deux points nous paraissent inégalement développés dans les publications des chercheurs, et susceptibles de différencier ingénierie didactique pour le développement et la formation et ingénierie coopérative. Nous les abordons maintenant.

Les deux niveaux dans l'ingénierie didactique pour le développement et la formation

Les diverses descriptions de l'IDD mettent en avant deux niveaux non indépendants de questionnement et de validation. Au premier niveau, il s'agit de tester la validité théorique des situations au plan épistémologique et cognitif et de dégager les choix essentiels de l'ingénierie, ce qui est primordial car il est indispensable de laisser des marges de manœuvre aux enseignants tout en leur indiquant les fondements des ingénieries qui permettent de construire avec les élèves le sens des notions enseignées. Le deuxième niveau concerne les pratiques ordinaires des enseignants et leurs possibilités d'évolution en repérant les points sur lesquels ils ont besoin de soutien, points à prendre en compte dans les ressources et dans les

formations. C'est surtout ce deuxième niveau qui la distingue de l'ingénierie didactique classique ou ingénierie didactique de recherche (IDR). La séquence doit être non seulement viable dans les classes ordinaires mais y être diffusable. En fait le questionnement est triple : sur le contenu lui-même et sa possible transposition didactique (réflexion épistémologique, cognitive et didactique), sur les pratiques ordinaires d'enseignement de ce contenu, sur le contenu des ressources à produire et leur mode d'élaboration (réflexion didactique et ergonomique).

L'identification des deux niveaux interroge sur les cadres théoriques utilisables : la TS permet de tester la validité théorique des situations, et, dans le cas considéré, de mieux caractériser l'approche de la géométrie qu'elles représentent (niveau 1) mais il faut des outils pour tester l'adaptabilité à l'enseignement ordinaire (niveau 2) et aussi organiser une dialectique entre les hypothèses de niveau 1 et de niveau 2. Nous avons eu recours pour cela à la double approche didactique et ergonomique de Robert et Rogalski (2002) et à l'ergonomie cognitive à travers les travaux de Béguin (2005) sur la conception de dispositifs ou d'artefacts.

Le principe de symétrie entre les acteurs dans l'IC

Dans leur description de l'IC, Sensevy et al. dégagent cinq critères parmi lesquels le principe de symétrie fondé sur le rejet, à la suite de Dewey, entre différents dualismes, notamment entre théorie et pratique, entre ceux qui pensent et ceux qui agissent, entre fins et moyens. Les acteurs n'ont pas la même expérience, ni les mêmes positions institutionnelles, ce qui fait que leurs rôles dans l'ingénierie coopérative peuvent être différents mais il est nécessaire que chaque acteur « joue son jeu », qu'il propose au collectif son point de vue, de sa position, irréductible aux autres points de vue, qu'il puisse donner les raisons d'être des structures élaborées, construire une relation de première main à l'ingénierie (Sensevy et al., 2013, p. 1033, notre traduction). Les auteurs parlent même de « local practical indistinguishability between the teacher and the researcher ». Ce principe de symétrie énonce de manière très forte des conditions qui sont présentes dans l'IDD et l'IDC quoique présentées de façon plus nuancée. Jusqu'à quel point les enseignants doivent-ils devenir chercheurs et les chercheurs enseignants ? D'où la question que nous abordons maintenant.

Quelle complémentarité entre les acteurs ? Comment l'action peut-elle être conjointe entre chercheurs, enseignants et formateurs ?

Examinons en premier lieu les dispositifs mis en place par les équipes de recherche

pour organiser la collaboration entre les différents acteurs.

Dispositifs pour la collaboration entre chercheurs et enseignants

Remarquons d'abord que dans l'ingénierie didactique collaborative décrite dans Derouet (à paraître), la collaboration concerne un chercheur et un enseignant, ce qui ne nécessite pas de dispositif particulier. En revanche dans l'IC, comme dans l'IDD, des dispositifs à plusieurs niveaux sont décrits : la première sphère et la deuxième sphère dans l'IC, le groupe restreint et le groupe élargi dans l'IDD. C'est dans le groupe restreint ou la première sphère que s'élabore et que s'évalue l'ingénierie didactique, en intégrant les contributions qui viennent du groupe plus large, comme l'illustre le schéma extrait de Mangiante et Perrin-Glorian (2017, p.44) où le groupe restreint est représenté par le rectangle intérieur à l'ellipse qui contient le groupe élargi aux enseignants qui testent les situations et font un retour. L'équipe restreinte (chercheurs et formateurs) pilote le dispositif, élabore des versions provisoires de la ressource, que les enseignants maîtres formateurs testent eux-mêmes dans leur classe avant de pouvoir les proposer à des enseignants de la circonscription qui vont à leur tour les tester dans leur classe. Ainsi, la conception de ressources est organisée selon des boucles itératives (flèches rouges) dont le but est de produire des séquences d'enseignement adaptées, utiles et diffusables dans l'enseignement ordinaire.

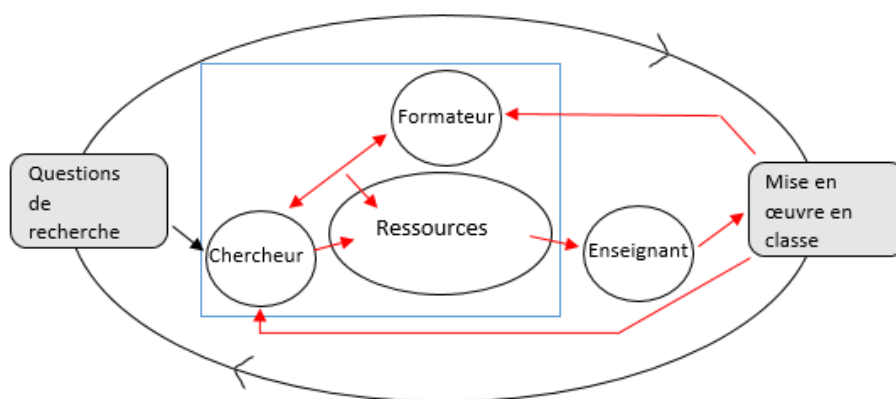


Figure 1 Dispositif de coopération entre chercheurs, formateurs et enseignants dans l'IDD

Mangiante et Perrin-Glorian (2017, p. 52) qualifient ce groupe restreint d'« instance de conversion entre recherche et enseignement », indispensable pour l'instauration d'une dialectique entre les niveaux 1 et 2 dans la démarche d'IDD : « Il nous est apparu que le groupe restreint et la présence dans ce groupe de maîtres formateurs qui sont à la fois enseignants et formateurs jouait un rôle essentiel qui devait être identifié en tant que tel dans la démarche d'IDD. [...] C'est dans le groupe restreint que peut s'exercer concrètement la

dialectique entre les deux niveaux de questionnement de l'IDD. L'existence de ce groupe crée un lieu où les hypothèses de recherche se traduisent en hypothèses de travail qui sont amenées à évoluer dans le travail commun, ce qui amène ensuite à préciser ou modifier les hypothèses de recherche. » Notons aussi que c'est à la position qu'occupent les acteurs que nous nous intéressons pour définir cette instance. Les acteurs en tant que personnes peuvent avoir des expériences plus riches qui peuvent favoriser la collaboration : le chercheur peut avoir une expérience d'enseignement au niveau considéré, l'enseignant peut avoir une expérience de chercheur, et ce sont bien les personnes qui interagissent dans les différents groupes.

La collaboration dans les différentes phases de l'ingénierie didactique

Seule Derouet mentionne explicitement les différentes phases de l'ID. Même si ce n'est pas dit pour les autres, la collaboration entre les différents acteurs varie nécessairement selon les phases de l'ID. Ainsi, lors de l'implémentation en classe, l'enseignant de la classe observée est amené à prendre des décisions qui n'ont pas été prévues dans l'analyse *a priori* car il reste le premier responsable de l'apprentissage de ses élèves ; les autres membres de l'équipe sont observateurs et recueillent des observables pour les analyses ultérieures. Quant aux *analyses préalables* qui comprennent en général une analyse épistémologique du savoir, de son histoire, de l'histoire de son enseignement, une étude des demandes institutionnelles, elles sont du côté du chercheur. Il peut aussi avoir fait lui-même ou étudié des recherches sur les pratiques usuelles des enseignants dans le domaine, cependant les professeurs et les formateurs apportent sur ce point leur expertise professionnelle, essentielle pour l'élaboration de l'ingénierie didactique. Notons que les analyses préalables ne sont pas toujours incluses dans la description de l'ID. Il semble que ce soit le cas de l'IC : « the first act of the engineering process consists (...) in working out this piece of knowledge, both in the individual relationship that the participants build with this knowledge, and in the making of a collective relationship with this knowledge » (Sensevy et al., 2013, p. 1032). Cela n'empêche évidemment pas les acteurs de s'appuyer sur de telles études pour mener leur recherche mais celles-ci semblent extérieures aux boucles décrites.

C'est dans l'élaboration des situations et dans les phases d'analyse, *a priori* et *a posteriori*, que la collaboration entre tous les acteurs nous paraît essentielle et qu'on peut véritablement parler d'action conjointe avec des apports différents des acteurs qui contribuent à enrichir l'analyse. Le chercheur a éventuellement fait des études préalables, il connaît d'autres recherches sur le sujet. L'enseignant a des expériences d'enseignement sur le sujet, il connaît les réactions des élèves à des situations analogues. Le formateur a éventuellement

observé des situations analogues dans plusieurs classes, il connaît les pratiques de différents enseignants sur le sujet. Mais que veut dire « analogues » ? C'est le travail conjoint de l'équipe qui permet d'accepter ou de rejeter ces analogies et de les affiner. L'élaboration de la situation et son analyse *a priori* se font en même temps, dans une dialectique. L'analyse *a posteriori* peut se faire à différents moments et niveaux entre les différents acteurs : à chaud, au fil des séances, elle peut conduire à modifier le déroulement prévu. Sur un plus long terme, elle peut remettre en cause des hypothèses et revoir plus profondément l'analyse *a priori*.

Production d'une ressource : un but commun, des objectifs spécifiques, une égale considération

L'objectif de rédiger en commun une ressource pour les enseignants est un élément essentiel de la collaboration aussi bien pour l'IC que pour l'IDD parce qu'il donne un but commun à tous les acteurs. Il est seulement en projet dans Derouet (à paraître) qui étudie plutôt la collaboration entre un enseignant et un chercheur dans une ingénierie de recherche classique qui prévoit d'emblée un élargissement futur. Dans l'IDD, c'est un élément important de la dialectique entre les deux niveaux parce que le but commun au groupe restreint s'étend au groupe élargi. « Ainsi, la nécessité de l'instance de conversion semble découler de la volonté de prendre en compte les deux sens des rapports entre recherche et enseignement : diffuser des résultats de recherche via une ingénierie didactique et répondre aux besoins de l'enseignement. C'est le lieu où s'organise une dialectique entre les niveaux 1 et 2 de l'IDD et c'est aussi le moyen d'élaborer une ressource utile du point de vue des chercheurs (répondant aux besoins qu'ils ont identifiés) et utilisable du point de vue des enseignants (répondant aux besoins ressentis). » (Mangiante et Perrin-Glorian, 2017, p. 53).

Les discussions sur le contenu de la ressource et son organisation sont des occasions de partager les connaissances des différents acteurs sur le contenu mathématique, sur les théories didactique « en acte », sur l'apprentissage des élèves et leurs difficultés, sur les pratiques ordinaires des enseignants, leurs contraintes et les ressources dont ils disposent. L'entremêlement du mathématique et du pédagogique dans la mise en œuvre des situations en classe donne en effet l'occasion d'éclairer un point de vue par l'autre. Dans la ressource sur la géométrie élaborée par le LéA Valenciennes-Denain, nous avons ainsi éprouvé le besoin de greffer deux types de commentaires qui se complètent et se répondent au long de la description des situations, les uns spécifiques de la situation, les autres plus généraux.

Ainsi chercheurs, enseignants et formateurs ont un objectif commun auquel ils peuvent contribuer chacun avec ses compétences et en profitant des compétences complémentaires des

autres. Ils ont aussi des objectifs spécifiques et des contraintes différentes, liés à leur fonction.

Des variables : contenu mathématique, niveau scolaire, nouveauté du thème dans la recherche en didactique

Les différents acteurs ont des relations différentes au savoir mathématique en jeu. Ces différences peuvent être accrues selon ce savoir et selon qu'il s'agit d'enseignants et de formateurs du primaire ou du secondaire. Par exemple, suivant qu'on s'intéresse au nombre en CP ou à la géométrie au cycle 3, les enseignants sont plus ou moins sûrs de leur savoir mathématique, ils ont des habitudes plus ou moins ancrées et il accordent plus ou moins d'importance au domaine mathématique considéré. Concernant la géométrie, les enseignants du primaire sont ouverts aux innovations et même demandeurs de situations-problèmes pour les élèves mais ils ont des difficultés à voir les contenus géométriques sous-jacents à ces problèmes. Sur le même sujet, les professeurs du secondaire sont plus à l'aise sur le contenu mais n'ont pas une vue d'ensemble cohérente de l'enseignement de la géométrie, leur culture didactique est plus restreinte et ils subissent une pression du temps bien plus forte.

Une autre variable importante est la nouveauté du sujet dans la recherche en didactique, la quantité de travaux plus ou moins anciens sur le sujet et en particulier l'existence d'ingénieries didactiques qui ont servi dans des recherches antérieures. Par exemple, la recherche ACE bénéficie de nombreux travaux sur le nombre ; en géométrie au cycle 3, il y a des travaux antérieurs mais peu d'ingénieries didactiques ayant une certaine ampleur. De plus, l'approche proposée rompt non seulement avec les pratiques usuelles des niveaux considérés mais aussi avec la formation des enseignants en géométrie. Il en est de même pour la question étudiée par Derouet. Dans ces recherches, le contenu mathématique lui-même est en question d'où l'importance des analyses préalables côté chercheur.

Discussion et conclusion

La diffusion des ressources et la formation

Dès ses débuts, l'ID est conçue comme une méthodologie à l'interface entre recherche et enseignement. C'est particulièrement le cas pour les ingénieries didactiques qui visent la production de ressources pour l'enseignement ordinaire. La question de l'usage des ressources par les enseignants est un thème de recherche récent en didactique des mathématiques (Gueudet et Trouche, 2010). La diffusion de ressources innovantes à des enseignants qui n'ont pas un contact direct avec la recherche est une importante question connexe à celle qui nous intéresse ici. En effet, la diffusion est aussi l'occasion d'une collaboration entre chercheurs,

formateurs et enseignants car elle se fait à travers différentes publications de recherche ou professionnelles, mais aussi par la formation initiale et continue des enseignants.

Vers une description commune ?

Nous nous sommes intéressée ici à des ingénieries didactiques qui incluent dans leurs objets d'étude la collaboration entre enseignants et chercheurs pour produire des ressources diffusables dans l'enseignement ordinaire. A partir de la comparaison des différents travaux que nous venons d'esquisser, nous tentons un schéma (figure 2) qui nous semble en partie résumer notre travail et peut-être aider à dégager des éléments pour une description commune. La description de l'ingénierie coopérative semble porter surtout sur le cercle bleu intérieur, alors que l'IDD inclut les études préalables et donne une plus grande place à l'interrogation sur le savoir à enseigner. Dans les deux cas, la production d'une ressource est au centre.

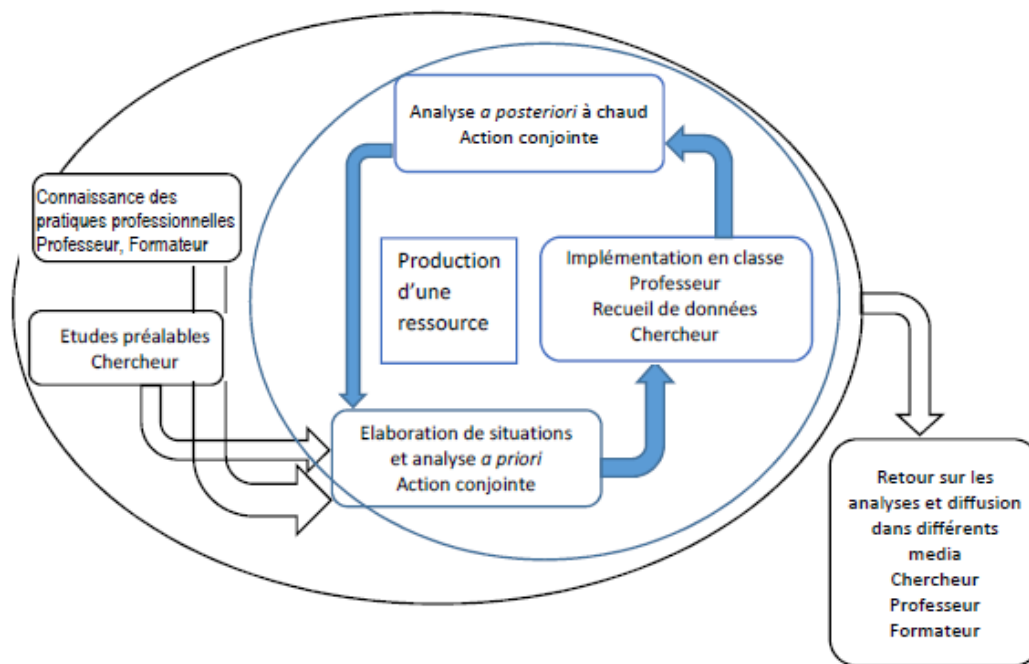


Figure 2

Notons aussi que les descriptions évoluent à mesure que l'outil est utilisé dans des recherches concrètes. Ainsi l'importance des deux groupes et l'instance de conversion n'étaient pas encore identifiées dans Perrin-Glorian (2011).

Des différences liées aux cadres théoriques de référence ?

Dans leur description, les chercheurs mettent la focale sur un aspect plutôt qu'un autre. Cette différence est sans doute due pour partie aux recherches qu'ils ont effectivement menées. Ainsi l'IDD distingue deux niveaux parce que le rapport au savoir à créer pour les élèves est encore en question. L'IC met l'accent sur la coopération entre les acteurs comme la

TACD met l'accent sur l'action conjointe entre l'enseignant et l'élève dans la relation didactique.

La TS est présente dans les deux cas, explicitement ou à travers la TACD, pour l'élaboration d'une situation qui représente le savoir conformément à l'analyse épistémologique préalable en tenant compte des contraintes cognitives ainsi que pour les analyses *a priori* et *a posteriori*. Dans l'IDD, d'autres cadres théoriques sont mobilisés pour élucider la relation entre chercheurs et enseignants comme moteur de l'ingénierie didactique alors que la TACD semble modéliser aussi bien les relations entre enseignants et élèves que celles entre chercheurs et enseignants, toutes médiées par le savoir. Ce point me paraît mériter discussion car il me semble que, si l'on peut comparer au niveau du partage des buts, il y a une différence fondamentale entre les deux cas : le professeur sait à l'avance ce que l'élève doit apprendre même s'il ne sait pas comment il peut l'apprendre ; dans une ingénierie coopérative, professeurs et chercheurs apprennent les uns des autres en poursuivant un but commun mais aucun ne sait à l'avance ce qu'il va apprendre ni même ce qu'il y a à apprendre. On est dans une situation de recherche et non d'enseignement. Sur ce point, les travaux comparés ici diffèrent. Un travail supplémentaire serait nécessaire pour creuser cette différence et ses implications dans les recherches.

Références bibliographiques

- Artigue, M. (1986) Etude de la dynamique d'une situation de classe : une approche de la reproductibilité. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7/1, 5-62.
- Artigue, M. (1990) Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9/3, 281-307.
- Beguïn, P. (2005). Concevoir pour les genèses professionnelles. In Rabardel P., Pastré P. (éd.) Modèles du sujet pour la conception. Dialectique activités développement. Toulouse : Octarès.
- Bessot, A. (2011). L'ingénierie didactique au cœur de la théorie des situations. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck, & F. Wozniak (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (XVe école d'été de didactique des mathématiques, pp. 29–56). Grenoble: La Pensée Sauvage Editions.
- Brousseau G. (2006). Mathematics, didactical engineering and observation. In Novotna. J., Moraova H., Kratka, M. & Stehlíková N. (Eds.) *Proceedings 30th Conference of the International Group for Psychology of Mathematics Education*. Vol. I. pp. 3-18. Prague: PME.
- Brousseau G. (2013), Introduction à l'ingénierie didactique. Repéré à <http://guy-brousseau.com/2760/introduction-a-l%E2%80%99ingenierie-didactique-2013/> posté le 13 décembre 2013, consulté le 20 janvier 2019.
- Chevallard Y. (2005). La place des mathématiques vivantes dans l'éducation secondaire : transposition didactique des mathématiques et nouvelle épistémologie scolaire. In *La place des mathématiques vivantes dans l'éducation secondaire*. APMEP n°168, Paris, p. 239-263.
- Derouet (2016). *La fonction de densité au carrefour entre probabilités et analyse en terminale S. Etude de la conception et de la mise en œuvre de tâches d'introduction articulant lois à densité et calcul intégral*. Thèse de doctorat, université Paris-Diderot.
- Derouet (à paraître). Co-construction d'une séquence d'enseignement articulant lois à densité et calcul

- intégral en terminale S : présentation d'une méthodologie de type ingénierie coopérative. In *Actes de l'école de didactique des mathématiques*, 2017, Paris. La pensée sauvage.
- Desgagné, S., Bednarz, N., Lebuis, P., Poirier, L. & Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27, (1), 33–64. <https://doi.org/10.7202/000305ar>
- Gueudet G. et Trouche L. éds (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Paris : INRP et Presses Universitaires de Rennes.
- Joffredo-Le Brun S., Morellato M., Sensevy G., & Quilio S., (2018). Cooperative engineering as a joint action. *European Educational Research Journal*, 17, 187-208.
- Mangiante-Orsola C., Perrin-Glorian M.J. (2017). Ingénierie didactique de développement en géométrie au cycle 3 dans le cadre du LéA Valenciennes-Denain. In T. Barrier et C. Chambris. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Année 2016*. pp. 35-59. IREM de Paris.
- Margolinas et al. (éds.) (2011) *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Perrin-Glorian M.J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formation des enseignants. In C. Margolinas *et al.* (éds.) *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. pp. 57-78. Grenoble : La pensée sauvage.
- Robert A., Rogalski J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(4), 505-528.
- Sensevy G., Forest D., Quilio S., Morales G., (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM Mathematics Education*, 45, 1031–1043.