



HAL
open science

FRANÇOIS CONNE, UNE CONCEPTION PRAGMATISTE DE LA DISTINCTION SAVOIR ET CONNAISSANCE - MORCEAUX CHOISIS

Sophie Gobert

► **To cite this version:**

Sophie Gobert. FRANÇOIS CONNE, UNE CONCEPTION PRAGMATISTE DE LA DISTINCTION SAVOIR ET CONNAISSANCE - MORCEAUX CHOISIS. 2023. halshs-04098502

HAL Id: halshs-04098502

<https://shs.hal.science/halshs-04098502>

Preprint submitted on 16 May 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

FRANÇOIS CONNE, UNE CONCEPTION PRAGMATISTE DE LA DISTINCTION SAVOIR ET CONNAISSANCE - MORCEAUX CHOISIS

Sophie Gobert

La musique toute entière est fruit de cette imagination collective et partagée, et pour ma part je crois que les idées géniales n'en sont pas des germes, mais au contraire, des fruits, qui comme tout fruit, enrobent leurs graines.

F. Conne, Journal de recherche, 2006.

RÉSUMÉ

L'article présente la conception pragmatiste et sémiotique de la distinction savoir et connaissance de François Conne, didacticien des mathématiques, à partir d'un montage de morceaux choisis dans les écrits du chercheur. Le texte se structure en une présentation des choix effectués puis de cinq fragments de textes emblématiques restituant cinq jalons qui charpentent l'œuvre du didacticien pour penser les phénomènes de diffusion des connaissances mathématiques : la part active des élèves dans le processus de transposition didactique ; le savoir comme connaissance qui transforme les situations ; les relations entre expérience et diffusion des connaissances ; les pertes et prises de contrôle dans les dynamiques de situations ; et sa conception sémiotique de la transposition didactique en appui sur les écrits de Charles Sanders Peirce.

Mots clés : didactique, sémiotique, langage, cognition, mathématique.

SUMMARY

This article presents the pragmatist and semiotic conception of the distinction between the order of knowing and the order of knowledge, developed by François Conne in didactics mathematics, with selected extracts of articles written by the researcher. The text presents the reasons of the choices made and then five focus points are exposed: pupils are agent in the didactical transposition through regulations in classroom; a definition of knowledge as a *useful knowing* that transform didactic situation; the relations between experience and dissemination of knowledge; loss and takes of control in the dynamics of the situations; and his semiotic conception of the didactic transposition based on Peirce's writings.

Key words: didactics, semiotics, language, cognition, mathematics.

PRÉSENTATION

En lien avec l'article *Secondarisation et connaissance utile* (Gobert, accepté) je propose d'élargir la vue sur *la conception pragmatiste de la distinction savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique* développée par le didacticien François Conne (1992). Je mobilise en effet cette conception (notée S&C par la suite) pour la lier au processus de *secondarisation* tel qu'il est modélisé en didactique du français et sciences du langage par Martine Jaubert et Maryse Rebière (Jaubert & Rebière 2002 ; Jaubert, 2007), et argumenter la thèse suivante : *les signes de secondarisation des pratiques langagières et sémiotiques des élèves, secondarisation au sens théorique et méthodologique de Jaubert et Rebière, sont des indices de conversions connaissance / savoir avec savoir défini comme connaissance utile au sens théorique et méthodologique de Conne*. La définition du savoir comme connaissance utile est un fondement dans l'œuvre du chercheur dont les travaux portent sur les interactions de connaissances et investissements de savoirs (Conne, 2003) selon un cadre qui articule situations didactiques et transposition didactique à une problématisation plus large du lien entre transposition de savoirs et expérience (Conne, 2008a).

Grand lecteur et critique de ses contemporains didacticiens des mathématiques, en particulier Guy Brousseau et Yves Chevallard, Conne développe ses recherches et ses écrits de sorte à lire et à lier les questions didactiques en considérant très tôt, dès les années 1980, la dimension cognitive en sus de la dimension épistémologique dans les modélisations des phénomènes étudiés. *Le cognitif en didactique des mathématiques* (titre de l'ouvrage collectif Lemoyne & Conne, 1999) l'amènera à formuler autrement, dans le courant des années 2000, son intérêt pour

les processus interprétatifs et leurs rôles dans les processus transpositifs, dans le suivi de situations didactiques, tout autant que dans les manières dont les chercheurs pilotent et restituent leurs résultats de recherches. Son appui sur la sémiotique de Charles Sanders Peirce pour penser les phénomènes et modélisations didactiques de situation et de transposition, s'exprime dans divers textes aux natures et aux contenus différents : l'un restitue un suivi de situations de dessins de polyèdres dans le contexte de l'enseignement spécialisé (Conne, 2007), un autre réfléchit « l'expérience comme signe didactique indiciel » dans la dynamique des interactions sujet/situations (Conne, 2008a), un autre développe sa méthodologie d'analyse des phénomènes didactiques par « coupes sémiotiques » (Conne, 2008b). La publication sur les archives ouvertes du CNRS HAL-SHS, de textes inédits et de carnets de laboratoire rédigés au cours de cette période où l'auteur étudie les écrits de Peirce et de sémioticiens et philosophes peirciens, vient renforcer le corpus des textes de l'auteur, permettant de retracer le cheminement de sa pensée : en particulier « Savoirs à perte de vue » (Conne 2006a), « Sur le fil de nos expériences - saison 1 » (Conne 2003-2004), « Sur le fil de nos expériences - saison 2 » (Conne, 2004) et « Notes sur la narration » (Conne, 2004-2013).

La proposition d'un article sous la forme inhabituelle d'une présentation de morceaux choisis me semble adaptée et nécessaire, pour permettre au lecteur d'entrer en matière dans l'œuvre du didacticien et de se faire une idée de la perspective S&C, plus fine et plus large que celle proposée dans mon propre article (Op.cit.). Adaptée pour lier quelques jalons qui charpentent une pensée originale et dynamique, en préservant ses évolutions au cours du temps, ses diverses formulations et éclairages selon telle ou telle focale. Nécessaire pour nourrir le débat scientifique. La proposition se structure en cinq points clés en référence à certains textes emblématiques :

- La part active des élèves dans le travail de transposition (1981)
- Le savoir, une connaissance qui transforme les situations (1992)
- Expérience et diffusion des connaissances (1999b)
- Pertes et prises de contrôle (2003)
- Une conception sémiotique de la transposition didactique (Conne, 2006b)

Ces jalons esquissent ainsi l'évolution de la perspective S&C, conception pragmatiste et sémiotique de la distinction savoir et connaissance. Chaque point est développé à partir de morceaux choisis dans un même texte, constituant ainsi un fragment qui porte sur un point clé théorique méthodologique et/ou expérimental de la perspective du chercheur et non du texte lui-même (développant en général plus d'un point clé). Je les présente dans les paragraphes ci-dessous avec quelques éléments justifiant mes choix. Les fragments donneront également un aperçu d'une écriture singulière dont j'avais commencé à étudier quelques caractéristiques en lien avec une problématique du récit dans les textes scientifiques (Gobert, 2019, dans Vézier & Doussot, 2019). Pour l'ensemble de l'œuvre du didacticien le lecteur pourra se référer au catalogue raisonné produit en collaboration avec le chercheur (Conne & Gobert, 2019¹).

La part active des élèves dans le travail de transposition (Conne, 1981)

La part active des élèves dans le travail de transposition est le principal résultat de la thèse de Conne dont le résumé permet d'emblée de situer le propos général : « En classe comme ailleurs, les mathématiques que chacun pratique ne parlent pas d'elles-mêmes. L'échange scolaire exige donc des formes qui permettent non seulement au maître de désigner et à l'élève d'identifier ce qu'il faut apprendre, mais encore au premier de vérifier et au second de faire voir ce qui a été appris. ». Il poursuit :

« Ces formes indiquent qu'on fait des mathématiques : elles ne garantissent pas pour autant l'authenticité du travail. Les représentations mathématiques ne sont pour les élèves que des supports à leurs activités d'écoliers et les termes restent liés au contexte. **Identifier les mathématiques pratiquées revient à confronter ces illustrations aux activités effectives.** En décrivant la chaîne qui va de la constitution d'un contenu (ensembles, nombres) jusqu'à la leçon, cette thèse montre comment le concept de transposition didactique permet la restitution de la réalité de la classe. » (Résumé de Conne (1981) dans Conne & Gobert (2019)).

¹ Les url des écrits consultables en ligne sont disponibles dans ce catalogue. Je ne les mentionne pas en bibliographie.

Avoir accès et rendre compte des conditions et des produits *effectifs* des apprentissages faits en classe est un des ancrages forts du chercheur qui justifie ses choix théoriques et méthodologiques. J'ai choisi pour ce fragment des extraits de la conclusion de la thèse, où le chercheur restitue les principaux faits qui l'ont marqué au cours de sa recherche, où il suivit sur deux ans, de 1978 à 1980, une même classe lors des deux premières années primaires (équivalentes CP et CE1 en France). La description de ces faits permet d'accéder à la manière dont le didacticien se positionne en classe, par rapport aux élèves et par rapport à l'enseignante, ouvrant ainsi une fenêtre sur la posture méthodologique et scientifique qu'il maintient tout au long de sa carrière. Durant trente années, il s'est rendu régulièrement sur le terrain pour mener ses recherches, aussi bien pour des entretiens individuels que pour des activités en classes de l'enseignement primaire, à raison d'une fois par semaine en moyenne. Entre 1990 et 2013 son terrain aura été exclusivement des institutions d'enseignement spécialisé.

Cette posture permet de comprendre comment il lui a été possible d'observer ce phénomène de participation active des élèves dans le processus de transposition. À la différence d'une conception descendante et surplombante des savoirs, issue de la diffusion des premiers écrits de Chevallard sur la transposition didactique (Chevallard, 1985), le résultat de Conne permet de considérer le processus comme récursif, bouclé, dynamique, où la dimension cognitive des acteurs dont on étudie l'apprentissage est prise en considération comme partie prenante des jeux transpositifs. La citation suivante, par exemple, marque très nettement le fait que les élèves sont agents dans le processus de transposition : « Les nombreuses descriptions fournies [dans la thèse] montrent comment le savoir est constamment négocié dans le cadre des tâches proposées, avec deux pôles opposés : l'un où l'on voit se réduire le savoir à la nécessité de la tâche, l'autre où l'on voit la tâche transformée (subvertie ?) par les connaissances qu'investit l'élève à son propos. » (Conne, 1981, p.451) On reconnaîtra dans cette évocation de négociations, le lien que je fais avec celles qui ont cours dans le processus de secondarisation et l'analyse « à la loupe » d'une production d'élève proposée dans Gobert (accepté).

Le savoir, une connaissance qui transforme les situations (Conne, 1992)

L'ensemble du texte de 1992 intitulé *Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique* est consacré au développement de cette idée pour étudier le développement des connaissances, les phénomènes et processus transpositifs : définir le savoir comme connaissance utile. C'est une proposition, théorique. Le texte est en effet qualifié dès son introduction d'essai théorique : « Cet article est un *essai* théorique sur le concept de transposition de savoirs, dont la transposition didactique n'est qu'une figure. Je défends l'idée que savoir et connaissance vont de pair. Je suis donc amené à chercher à caractériser le savoir, et je le fais au travers de la distinction savoir et connaissance [...] je propose ici un critère très simple, mais précis et rigoureux, une définition théorique. J'ai été frappé par la *qualité d'intelligibilité et de synthèse* de ce critère. C'est de ceci que je voudrais témoigner tout au long du texte que je vous présente. » (Op.cit., p.223-224). Ce critère est le critère d'utilité, critère pragmatiste, même s'il n'est pas encore formulé en termes sémiotiques : « *Lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible, il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable, dans ce sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation.* » (Op.cit., p.225, souligné en italique par l'auteur (comme dans tous les extraits ci-dessous)).

Pour ce fragment, j'ai choisi des morceaux de la partie A du texte d'origine, intitulée « Connaissance, Savoir, Situation », partie dans laquelle la définition du savoir comme connaissance utile est développée dans l'orientation qui sert de référence à (Gobert, accepté). La partie B développe plus amplement les conséquences de cette définition sur la manière de penser la transposition didactique et plus généralement la transposition de savoirs, et apporte des éclairages comparatistes. Je la suggère par la citation ci-dessous qui reprend sous une autre forme la définition du savoir :

« *Connaissance et situation sont complémentaires dans le savoir. Connaissance du côté de l'individuel, tandis qu'une situation est toujours sociale, mettant en co-présence (effective autant qu'évoquée) plusieurs individus, plusieurs connaissances. Ce partage impose au savoir d'être une connaissance désignée, identifiée objectivement, située. La*

connaissance, son développement répondent à une finalité d'adaptation aux situations, mais ceci ne suffit pas pour caractériser le savoir, qui répond à un autre ordre de finalité. Pour dénoter ceci, je définis le savoir ainsi : *un savoir est une connaissance utile*. *Utile* est à prendre dans le sens le plus large possible : *utilisable, à utiliser*, etc. [...]

Le critère d'utilité est l'enjeu de toute transposition de savoir, il s'agit en effet que le savoir *en cours de transposition* reste ou retrouve une utilité, qu'il conserve sa *nature de savoir*. Le contrôle de la transposition sera de contrôler sur quoi cela devient savoir, c'est le contrôle du couple connaissance-situation et pas le contrôle du savoir. » (Conne, 1992, pp.249-250)

J'avais été surprise lors d'un récent colloque de didacticiens des sciences et des mathématiques², de ne jamais entendre l'expression « transposition didactique » lorsqu'étaient abordées des questions relatives aux usages des savoirs de la recherche en formation de professeurs. Il me semble que la conception actuelle (et ancienne) de la transposition didactique, ancrée dans un schéma descendant, peut expliquer en partie l'évitement et le recours à des concepts de « traduction » ou de « conversion ». L'approche de la transposition de savoirs en termes d'usages, assez proche de certaines conceptions en didactique professionnelle, me semble ainsi réouvrir des perspectives de problématisation.

Expérience et diffusion des connaissances (Conne, 1999b)

Le fragment proposé est l'entier du paragraphe « Diffusion des connaissances » du texte rédigé en 1997 pour l'école d'été de didactique des mathématiques intitulé *L'activité du couple enseignant/enseigné* ». Ce texte est en lien direct avec les propos développés dans l'ouvrage collectif que le chercheur pilote avec la didacticienne Gisèle Lemoyne *Le cognitif en didactique des mathématiques* (Lemoyne & Conne, 1999). J'ai choisi ce morceau, non pas seulement parce qu'il accompagne le schéma S&C que j'utilise et reformule à l'aune de la secondarisation, mais aussi parce qu'il éclaire comment S&C ouvre (ou réouvre) le débat pour d'autres disciplines que les mathématiques, voire pour d'autres champs de recherche que la didactique. J'ai souvent été marquée, dans les lectures que je faisais des textes de Conne, par la diversité des échos que j'y trouvais à d'autres contextes d'expériences que ceux et celles évoquées par l'auteur, échos me permettant justement de mieux saisir le propos, en particulier la distinction savoir et connaissance en relation à l'expérience. La manière dont l'auteur formule sa proposition offre par ailleurs de larges échos à diverses situations de transposition de savoirs hors l'école :

« Considérons donc avec l'expérience que nous avons du monde, la connaissance. Prenons ce terme dans une acception très large sans connotation particulière. *L'expérience* est multiple et nous pouvons parler de *domaines de connaissance*. Appelons *savoirs* des connaissances qui portent sur les relations entre connaissances et expériences. On peut dire aussi que ce sont des connaissances utiles étant entendu qu'il y a autant d'utilités qu'il y a de sortes d'expériences. On dira par exemple que les connaissances scientifiques sont accompagnées de savoirs (scientifiques) qui dictent des normes et des critères de validité des connaissances ainsi que des moyens de produire des connaissances valides. Il y a bien sûr différentes sciences selon les domaines de connaissance considérés. Les savoirs scientifiques disent aussi comment interroger le monde, c'est-à-dire quelles expériences faire pour produire, reproduire ou pérenniser de nouvelles connaissances valides. » (Conne, 1999b, p.16)

Comme indiqué précédemment cette approche apporte d'autres éclairages aux problématisations sur la diffusion (les usages) de savoirs issus des sphères de recherches aux sphères de la formation professionnelle des enseignants ou d'autres professionnels spécialistes des sphères éducatives et formatives, dans des contextes socio-culturels diversifiés.

Pertes et prises de contrôle (Conne, 2003)

La formulation de la distinction savoir et connaissance en termes de « pertes et prises de contrôle » apparaît dans un texte de 2003 où le cadre plus général des *interactions de connaissances et investissements de savoirs* est posé en appui sur les recherches du didacticien dans l'enseignement spécialisé.

« Regarder les prises et pertes de contrôle, c'est tenter de faire le lien entre la dynamique de l'interaction de connaissance et les savoirs en jeu. [...] Je considère après Rouchier (1991) et (1996) que dévolution et institutionnalisation sont les deux facettes d'un même processus de *conversions Savoir / Connaissance* qui est continûment à l'œuvre dans les situations. Regarder les pertes et prises de contrôle dans les situations est donc essayer de mettre en correspondance la dynamique interne de la situation avec celle du processus dévolution / institutionnalisation. » (Conne, 2003, p.85-86)

² *Rendez-vous en didactique : Recherches, dialogues, et plus si affinités...*, LDAR, Université Paris Cité, juin 2022, Paris.

L'enseignement spécialisé est en effet le terrain d'investigation du chercheur et de ses collaborateurs au sein du groupe de recherches Ddmes (Didactique Des Mathématiques de l'Enseignement Spécialisé) qu'il pilote avec Jean-Michel Favre depuis 1998. Jean-Michel Favre organisera d'ailleurs les descriptions, analyses et interprétations de ses investigations dans (Favre, 2015) autour des événements de pertes et prises de contrôle dans l'étude des dynamiques de situations. Gardons en tête que pour Conne et pour le groupe Ddmes, l'enseignement spécialisé est un « terrain de confrontation des théories didactiques à la contingence » :

« Nous cherchons à comprendre le didactique à l'épreuve de ce que nous livrent des expériences faites dans le cadre de l'enseignement spécialisé. [...] Il s'agit d'une confrontation connaissance/savoir d'un domaine scientifique : partant de savoirs de la ddm [didactique des mathématiques], construits en référence aux finalités EO [enseignement ordinaire], nous cherchons à les rendre utiles et opérationnels pour connaître et explorer le système ES [enseignement spécialisé]. C'est de cette manière que nous pouvons penser la spécificité de l'ES sans tomber dans les deux caricatures consistant d'un côté à vouloir exposer une ontologie de cet ordre d'enseignement, ou, à l'autre extrême, de vouloir réduire l'ES à n'être qu'un système déviant par rapport à la norme scolaire. Nous tentons ainsi d'éviter les impasses dans lesquelles nous engagerait une comparaison des systèmes EO et ES à l'aune des concepts fournis par la ddm. Cette dernière démarche serait à rebours de la nôtre. A nos yeux, elle présenterait surtout le risque d'ériger les théories de la ddm en normes de doctrine, et par la même de les rendre difficilement falsifiables. » (Conne & Favre, 2004, p.79)

Il m'importe de citer cet extrait, non pas seulement pour comprendre la démarche de ces chercheurs au regard des théories et de la spécificité du terrain d'exploration, mais aussi pour saisir comment la perspective S&C permet de réfléchir tout autant à ce qui se passe en classe que dans nos champs de recherches respectifs.

Une conception sémiotique de la transposition didactique (Conne, 2006b)

A partir des années 2000, Conne s'intéresse à la sémiotique de Charles Sanders Peirce, il inscrit sa réflexion sur les processus transpositifs dans le cadre de l'étude des processus interprétatifs en référence aux écrits du logicien mathématicien sémioticien. Dans son journal de recherche on trouve cet extrait qu'il citera dans de nombreux autres textes par la suite :

« Je pense avoir trouvé dans la sémiotique de C. S Peirce le moyen de rendre la distinction [savoir et connaissance] opérationnelle. Pour vous faire comprendre mon idée, je vous propose une citation très célèbre de C. S. Peirce :

« Il me semble que la fonction essentielle d'un signe est de rendre efficaces des relations inefficaces - non pas les mettre en action, mais établir une habitude ou une règle générale par lesquelles elles agiront quand il le faudra. Selon la théorie physique, il ne se passe jamais rien en dehors des vitesses rectilignes continues et des accélérations qui accompagnent les différentes positions relatives des particules. Toutes les autres relations dont un très grand nombre nous sont connues, sont inefficaces. La connaissance, d'une certaine façon, les rend efficaces; et un signe est quelque chose par la connaissance du quel nous connaissons quelque chose de plus. » (C.P. 8.332³, trad. Deladalle, 1978, p. 30.)

[...] Par le truchement des signes, les *connaissances utiles* rendent efficaces des relations inefficaces, et on peut alors parler de savoir. [...] Bien entendu les *connaissances utiles* sont alors bien plus larges que les seuls *savoirs institués*. Selon une telle perspective, les deux citations ci-dessus, celle de Peirce et la mienne se font écho. Et au célèbre : « A sign is something knowing which you know something more » que Peirce lance à L. Welby, je pourrais ajouter : ***signs permit teaching***. » (Conne, 2007, p.221, je souligne en gras)

La citation à laquelle réfère Conne est : « *Le savoir est une connaissance qui contrôle une situation et ses transformations, elles-mêmes inductrices de connaissances. Dans bien des cas savoir, c'est savoir se mettre en situation de mobiliser ses connaissances pour agir. [...]* » (Conne 1992, p.240-241, cf. l'entier du morceau cité dans le fragment de 1992). Le lien de l'usage de la sémiotique peircienne dans la pensée du chercheur avec la transposition didactique réside ainsi dans le fait qu'il inclut tout le processus transpositif dans les mouvements interprétatifs. Il plaide pour une conception large de la transposition didactique qui ne s'arrête pas à l'aménagement et l'apprent du savoir à fin d'enseignement. Une telle perspective impacte la manière de penser la construction des significations dans les apprentissages/enseignements.

« De ce point de vue, le savoir est signe peircien et se distingue en cela des concepts et des objets de connaissance, dont les objets mathématiques. **Le nœud d'une telle conception est bel et bien le lien que tout savoir établit entre utilité et signification sans les confondre l'une et l'autre, et sans non plus réduire la seconde à la première. Or c'est bien à cette articulation, que, concernant les savoirs, la transposition didactique opère et se manifeste.** Toutes ces questions sont au cœur de la sémiotique et de la pragmatique de C. S. Peirce. C'est donc cette voie que j'ai décidé d'emprunter. Mon propos est d'interpréter les processus transpositifs sous le signe des sémoses telles que les conçoit C.S. Peirce. » (Conne, 2006b, je souligne en gras)

³ C.P. : Textes répertoriés de Charles Sanders Peirce, sous l'appellation Collected Papers.

Les morceaux choisis pour ce fragment sont extraits du journal de recherche du didacticien auquel j'ai pu avoir accès. J'y ai prélevé quelques échantillons d'une focale portant sur les déplacements de signification dans les processus transpositifs comme effets du signe (des signes), action du signe sur le sujet et réciproquement, effets de sémioses. « Dans la conception peircienne de la pragmatique, la signification n'est jamais arrêtée, elle est celle que vont prendre les choses dans le processus interprétatif. À chaque fois l'interprétation se renouvelle et se réactualise, et la signification s'enrichit. ». Les morceaux ont été choisis pour apporter un éclairage différent de ceux des présentations publiées ou archivées, permettre d'y adosser la mise en relation entre secondarisation et connaissance utile, et nourrir nos débats scientifiques.

Remarques sur le format

Pour rendre visible qu'il s'agit de morceaux choisis, j'utilise une autre police de caractères, ceci permet de restituer la parole du chercheur en évitant d'utiliser les guillemets. J'utilise les crochets pour insérer dans le corps du texte ou en note de bas de page des précisions de mon fait ou apportées par Conne suite à une relecture de cette proposition (pour en obtenir son aval et ses commentaires d'actualisation). Tout usage de caractères italiques correspond à un soulignement par l'auteur dans le texte d'origine ; j'utilise pour ma part les caractères gras pour pointer certaines phrases.

La chronologie des morceaux choisis dans un même fragment respecte la chronologie dans le texte d'origine. Les références de pagination sont données entre parenthèses à la fin d'un ensemble de paragraphes situés sur une même page dans le texte d'origine. Le signe « // » signifie un saut de page dans le document d'origine, la double pagination est alors précisée. Les titres soulignés de paragraphes appartiennent au texte d'origine. Les ellipses de texte sont indiquées par le signe « [...] » ; un retour de ligne ou un saut de ligne sans signe spécifique correspond à un retour ou un saut de ligne dans le texte d'origine.

MORCEAUX CHOISIS

1981 – LA PART ACTIVE DES ÉLÈVES DANS LE TRAVAIL DE TRANSPOSITION

Conne F. (1981). <i>La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire</i> . Thèse de doctorat, psycho-pédagogie et didactique des mathématiques. Lausanne Université. http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01066233
--

[Extrait du résumé dans Conne & Gobert, 2019]

En classe comme ailleurs, les mathématiques que chacun pratique ne parlent pas d'elles-mêmes. L'échange scolaire exige donc des formes qui permettent non seulement au maître de désigner et à l'élève d'identifier ce qu'il faut apprendre, mais encore au premier de vérifier et au second de faire voir ce qui a été appris.

Ces formes indiquent qu'on fait des mathématiques : elles ne garantissent pas pour autant l'authenticité du travail. Les représentations mathématiques ne sont pour les élèves que des supports à leurs activités d'écoliers et les termes restent liés au contexte. Identifier les mathématiques pratiquées revient à confronter ces illustrations aux activités effectives. En décrivant la chaîne qui va de la constitution d'un contenu (ensembles, nombres) jusqu'à la leçon, **cette thèse montre comment le concept de transposition didactique permet la restitution de la réalité de la classe.**

[Extrait de la conclusion]

[...] j'espère avoir mis en évidence dans cette recherche : *dans le travail de transposition, les élèves ont une part active*. Les nombreuses descriptions fournies montrent comment le savoir est constamment négocié dans le cadre des tâches proposées, avec deux pôles opposés : l'un où l'on voit se réduire le savoir à la nécessité de la tâche, l'autre où l'on voit la tâche transformée (subvertie ?) par les connaissances qu'investit l'élève à son propos. Il resterait à montrer la part du maître dans cette négociation, et comment il se situe entre le curriculum officiel et les conduites des élèves (on en a un aperçu çà et là, par exemple page 428 et suivantes).

Je propose pour conclure de dire quelques faits qui m'ont le plus frappé dans cette « expérience » de la classe qui m'a pris deux ans. [451]

Tout d'abord quelques remarques pour la grande histoire. Il faut se représenter que bien des choses se sont passées au cours de ces deux ans, et c'est « sur le terrain » qu'elles se sont pleinement révélées. Ainsi par exemple, **l'importance primordiale à centrer l'analyse sur les décalages entre le projet didactique et l'enseignement pratiqué. De là, la formulation du concept de transposition.** Puis, plus tard, la rencontre avec Yves Chevallard, qui étudiait le même phénomène, avec le même vocable... [451]

J'étais parti dans l'idée que je désirais avant tout voir et savoir quelles mathématiques les élèves faisaient, ou, plus justement, étaient amenés à faire dans le cadre scolaire. La méthode prise pour aborder ceci (et c'est là que se faisait la « rupture » épistémologique) était de m'intéresser aux productions des élèves. Je stipulais qu'était mathématique le travail des élèves, dont la partie la plus visible (ainsi que l'objet de transaction en classe) sont leurs productions.

Oui mais quelles mathématiques ? Une mathématique des élèves, forcément, et qui pourra paraître vague, molle, tant elle ne se laisse pas formaliser, tant elle peut être contradictoire. Je pense que si on ne demande pas aux élèves de se déterminer sur les objets qu'ils sont en train d'étudier (et ce à tous les niveaux !) c'est de peur de voir apparaître une mathématique approximative, dévergondée, insaisissable. Et ce de par le simple fait que l'on sera obligé de tenir compte de difficultés, de conceptions peu claires et fausses, que justement la mathématisation nous avait permis d'éliminer. C'est du moins une chose que j'ai beaucoup ressentie chez les mathématiciens, surtout ceux qui sont investis de responsabilités pédagogiques, que cette attitude de défiance vis-à-vis de quelque chose qu'ils estiment fausse. Mais il est clair que sans cette prise en compte de l'objet sur lequel on travaille, comme parler de connaissance ? [452]

Donc le premier souci était celui de voir les mathématiques pratiquées par les élèves, et surtout de se demander si elles sont visibles au travers de leurs productions. Ceci est important car ici je me démarque de la psychologie, ne m'intéressant pas tant à la pensée (logico-mathématique) ni à ses mécanismes, qu'au produit de celle-ci, sur des objets fournis socialement dans un processus de transmission. On est en pédagogie. [452]

Dans la masse des productions des élèves qui nous permettent de voir quelque chose, il était clair qu'il n'y avait pas à différencier les productions // selon qu'elles étaient justes ou fausses, mais qu'il devait y avoir un lien entre toutes celles-ci. Il s'agissait donc, dans un premier temps, de trouver ce lien caractéristique et, dans un second temps seulement, chercher à le différencier. C'est alors **considérer l'ensemble de réponses possibles, concevables.** Et voilà un premier moyen d'analyse dans la confrontation de ce qui s'est produit par rapport à ce qu'on aurait pu (raisonnablement) attendre. Etc. [452-453]

Je vais maintenant évoquer les points qui m'ont le plus frappé.

Le premier de ceux-ci, c'est que la démarche était possible sur le terrain : « cela marchait ! ». **Lors de mes entretiens, je relançais sans cesse les élèves sur leur réponse et sa signification, je ne sanctionnais jamais, je ne corrigeais pas, je donnais un minimum d'explications, j'acceptais les explications erronées des élèves les faisant travailler à partir de celles-ci, etc.** Les élèves ne faisaient pas moins de mathématiques qu'en classe dans les jeux de groupe, ou sur leurs fiches. D'autre part, les résultats obtenus par cette méthode étaient directement utilisables pour l'enseignement, c'est-à-dire que s'il y avait bien rupture avec une certaine idée sur les mathématiques et les objets d'enseignement (à enseigner, de savoir) – rupture de ma part s'entend – cela ne dénaturait pas pour autant les productions des élèves. (Cette rupture avait quand même une répercussion sur le type de contrat didactique qui se révélait dans ma façon de questionner les élèves, à preuve, mon identification par les élèves à un personnage très démarqué par rapport à la maitresse, tenant un rôle tout différent dans la dynamique de la classe). Sans doute ce phénomène était facilité par le fait que je m'étais centré sur l'étude de ce qu'ils travaillent en classe de mathématiques, et que je coopérais, de ce point de vue, avec Monica [l'enseignante]. (J'acceptais l'univers scolaire propre au cours de mathématique et parlais d'ensembles, de groupements, d'intersections, etc... et proposais des exercices bien perçus par les élèves comme « des mathématiques ».) [453]

Le second point qui m'a beaucoup frappé, c'est combien les élèves « n'en faisaient qu'à leur tête ». Cela est très net dans les productions. Et finalement, les moments d'incompréhension mutuelle entre maitresse et élève (je veux dire les moments de vide qui sont bien identifiés par les deux protagonistes comme des moments d'incompréhension) étaient rares. Il y avait un réglage spontané assez net des comportements de l'un sur les comportements de l'autre (ça va dans les deux sens). Sans pour autant qu'ils perdent chacun leur point de vue propre. Ceci montre au moins une chose, c'est qu'on ne pourra donc pas éviter que les élèves produisent ces

« monstres » qui font si horreur aux maitres (comme l'écriture : $6 + 7 = 8$ ou encore $3 + 4 = 7 - 2 = 5$ etc.) On peut avoir confiance : ils apparaîtront une fois ou l'autre, en général de manière décalée selon les élèves (ce qui exaspère encore plus). Ici donc, on demande un changement de point de vue sur les erreurs, en commençant par celles qui sont classiques. ($18 = 7 - 11$ par exemple). Le seul moyen d'y faire face, c'est d'en discuter avec les élèves, de faire que cela soit par souci d'appropriation qu'ils en arrivent à faire attention aux règles à respecter (aux places des signes par exemple). **Ce n'est pas démissionner du rôle d'enseignement que de renvoyer l'élève à la signification de sa propre réponse (qui est véritablement une réponse !) plutôt qu'à la devinette de la réponse qui fera acquiescer le maitre.** [454]

Le troisième point qui m'a frappé, c'est combien les élèves de 7-8 ans aiment agir et agir, sans être capables de revenir (par la pensée) sur leurs pas. Je dois solennellement déclarer ceci : c'est là que j'ai fait l'expérience de la « mobilité rétroactive⁴ » chez les élèves.

Deux conséquences : d'une part combien les élèves « en faisaient trop », ne s'arrêtaient jamais et changeaient de point de vue très facilement et rapidement. Ce qui ouvre la porte à tous les effets type « jeux de mots » (j'en ai donné quelques exemples). [454]

D'autre part, combien les élèves travaillent. Par exemple le calcul, le comptage. Ils aiment ça, tous en faisaient pour eux, si ce n'est qu'ils en proposaient aux camarades. Et ils s'exerçaient, essayant par mal de « truc nouveaux », de « combines de calculs ». En contrepartie, cette incapacité – qui apparaît quelquefois comme mauvaise volonté – à se reposer un moment sur le résultat et examiner le tout (suspendre l'action).

La pédagogie s'est assez bien adaptée à ce fait qu'elle connaît bien depuis très longtemps. **Ainsi j'ai montré comment on essayait de canaliser les élèves sur le matériel structuré, schématisé à l'extrême, pour empêcher les élèves de diverger.** D'autre part, il apparaît que le fameux « drill » au calcul contre lequel les méthodes modernes s'érigent (à juste titre) n'est peut-être pas tant voulu par une conception des mathématiques (ça c'est une rationalisation) qu'une solution de facilité. Voilà une tâche sur laquelle maitre et élèves s'accordent... et quand en plus on a une classe nombreuse, ... avec encore différents niveaux... (la transposition didactique pointe son nez à nouveau). [455]

Et cela nous amène à l'avant-dernier point : c'est celui de « l'ailleurs ». En effet, on est déjà frappé par le fait que les élèves – surtout les meilleurs – savaient beaucoup de choses avant même qu'on en ait parlé en classe. Autre fait, ils paraissaient familiarisés avec les problèmes d'arithmétique (dès la première) alors qu'ils n'en avaient jamais fait auparavant en classe. Donc, **il existe quelque part un lieu, hors l'école, où l'élève fait des mathématiques.** C'est l'ampleur de cet ailleurs qui m'a surpris. D'ailleurs, la frontière n'est pas claire, et dépend du caractère de l'élève, mais si on étudie attentivement les productions des élèves, on voit que les élèves font des « trucs », des « combines » presque clandestinement, sans être vus. // J'ai même eu affaire à une élève (Joanne) championne du camouflage. Quand elle essayait quelque chose, en ma présence, elle s'arrangeait toujours pour me distraire et, chaque fois, en examinant ses réponses, chez moi, je m'apercevais que je m'étais laissé distraire. [455-456]

Enfin, le dernier fait qui m'a frappé aura été de voir combien la connaissance des élèves et celle de Monica sont solidaires (même si Monica ne maîtrisait pas tous les jeux de la méthodologie, ou des exercices des fiches). (Ex. : de son analyse à chaud de la difficulté des élèves, au chapitre VI, parag.4). Il y a une cohérence certaine entre le point de vue des élèves et celui de Monica. Ce qui faisait que bien des fois la conception de Monica était plus proche de celle des élèves que de la mienne, même si j'en avais parlé avec eux directement. **Monica, comme tous les maitres est amenée dans la pratique à s'adapter, à aménager son propre point de vue sur la connaissance, à changer d'éclairage par rapport à celui mis dans la préparation de ses leçons, et ceci, à chaud. Et sans que cela soit toujours conscient.** [456]

La transposition est donc un processus qui se passe dans un temps donné, *continu* (et non pas ponctuel ni déterminable totalement). Comme dit Chevallard : « la transposition didactique se définit par le croisement d'un texte et d'une durée ». [456]

1992 – LE SAVOIR, UNE CONNAISSANCE QUI TRANSFORME LES SITUATIONS

⁴ [Note du chercheur 2022. « Rétroactive » ? Qu'avais-je donc en tête ? Le terme n'est pas correct. Voici une explication que je trouve maintenant : je voulais sans doute dire que leur activisme les faisait passer et repasser sur les mêmes choses, quitte à les traiter différemment. Donc justement quelque chose qui ne fixe pas sur un savoir - dans S&C l'évocation des conduites intermédiaires de Piaget. C'est donc rétroactif au sens de tourner en rond et de revenir ainsi sur les mêmes points de passage.]

[Extrait du résumé]

Ayant montré dans ma thèse que les élèves pouvaient être agents dans le processus de transposition didactique (par le jeu des régulations en classe), il devenait important de bien comprendre les relations entre le cognitif et le didactique. Je pense que c'est au niveau du concept de situation que réside la jonction. En 1942, H. Wallon écrivait déjà : « L'objet de la psychologie peut être, // au lieu de l'individu, une situation ». Mais prendre en compte en plus du sujet la situation, nous oblige à définir leurs rapports. Cet objet particulier qu'est la connaissance relève bien entendu d'une interaction entre un sujet et une situation. Selon J. Piaget, c'est l'activité du sujet qui est au centre de cette interaction, puisque c'est par elle que se structure la situation. **Pourtant une situation peut induire et canaliser la connaissance d'un sujet, et c'est bien sur cette propriété que repose tout enseignement.** La perspective psychologique n'apporte donc pas une réponse suffisante pour qui s'intéresse aux problèmes didactiques. C'est pourquoi **je propose que l'on distingue le cas où le contrôle de la relation sujet/situation se trouve du côté de la situation, ce sera l'ordre de la connaissance, du cas où ce contrôle se trouve du côté du sujet (et de la représentation), ce sera alors l'ordre du savoir.** Si les processus cognitifs relèvent de l'adaptation du sujet à la situation et de l'équilibration des structures cognitives, *le savoir est de l'ordre de l'utilité des connaissances pour transformer les situations.* On dira par exemple, que l'enjeu de toute dévolution didactique est d'instaurer, pour l'élève, un rapport de savoir à la situation. [222-223]

Ainsi, la thèse développée dans cet essai théorique est que l'ordre de la connaissance n'est pas identique à l'ordre du savoir. Je montre ensuite comment la définition adoptée mène au concept de transposition des savoirs, puis comment toute entreprise d'étude de la connaissance procède aussi d'une transposition de savoirs ; je décris les rapports entre savoir et connaissance, puis la transposition des savoirs et enfin la transposition didactique. Je m'arrête à l'orée d'une nouvelle distinction : celle qui, voyant au-delà de la situation une institution, sépare savoir et savoir institué. Mais de ce savoir là, il en a déjà beaucoup été question dans le dernier numéro de RDM (n°12/1)⁵. [223]

[Extrait de l'introduction]

[...] **une question qui se pose d'emblée à la didactique des mathématiques : étant donné que les mathématiques constituent un ensemble de savoirs culturels, mis en des formes très strictes, comment peut-on alors tenir compte des mécanismes cognitifs d'un sujet, autant ceux du fonctionnement que ceux du développement cognitif, dans le projet d'enseignement ?** Nous savons d'expérience que cette prise en compte est possible [...] la question du comment reste, aujourd'hui encore, largement ouverte. [224]
[...]

Je donne le critère d'utilité comme ce qui sépare l'ordre du savoir de celui de la connaissance. Il convient alors de bien comprendre ce que je veux dénoter par utilité. Dans les conceptions actuelles la connaissance est généralement considérée comme un fonctionnement. G. Brousseau et Y. Chevallard reprennent cette idée pour le savoir-lui-même. Brousseau écrit : « A propos d'une même notion mathématique, on peut donc envisager // une famille de situations où cette notion fonctionne comme une connaissance (situations d'action), une famille de situations où elle figure comme savoir (par exemple situations de validation), une famille de situations où apparaît l'identification d'un besoin de connaissances et de la possibilité de le satisfaire par la communication du savoir correspondant. » (Brousseau 1990 p.316). Quant à lui, Chevallard parle de régime de savoir ou de fonctionnement savant. L'idée de fonctionnement renvoie, elle, à l'idée de système. Que ces idées soient partagées ne veut pas dire que chacun les traite de la même manière. Et c'est justement ce qui est intéressant dans les différentes propositions faites actuellement en didactique. Grosso modo on peut dire que ce qui fait problème actuellement, c'est la question de l'identification (l'individuation dirait R. Thom) de ce ou de ces systèmes. En l'état de nos travaux, ce problème est largement ouvert. Ma définition du savoir porte justement sur l'articulation entre ce que je nomme deux ordres de choses (entités plus vagues et larges que des systèmes). Il y aurait en fait un troisième ordre de choses à considérer, celui des concepts, mais je ne traiterai pas ce thème ici. Pour en revenir à mon propos, je pense qu'à défaut de disposer de critères très clairs décrivant l'architecture des systèmes considérés, on peut chercher à dénoter des frontières. Je le fais ici pour l'une d'entre elles. **L'utilité à laquelle je fais référence pour distinguer le savoir de la connaissance est alors contenue, toute entière dans la définition : Lorsque le**

⁵ Il s'agit du volume 12 numéro 1 de la revue *Recherches en didactique des mathématiques*. Le texte de Conne est édité quant à lui dans le volume 12 numéro 2.3.

Le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible, il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable, dans ce sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation. C'est là une définition gonthienne (du philosophe F. Gonthier) en ce qu'elle est précise et ouverte. Viennent ensuite différentes spécifications du savoir selon les types d'usage qui peuvent être fait de la connaissance. [224-225]
[...]

[...] dans les acceptions les plus courantes le savoir est opposé à la connaissance selon que le premier serait décontextualisé, dépersonnalisé, voire socio-culturellement institué, or je soutiens ici que *les distinctions, contextuel ou non, individuel ou non, portent déjà sur le savoir et ne sont pas constitutifs de la distinction savoir/connaissance*. Ici je fais mienne cette proposition majeure de Piaget selon laquelle il convient de traiter les problèmes cognitifs sous l'angle des *processus* et des *mécanismes cognitifs* plutôt que sous l'angle des *contenus* et des *formes* qu'elle revêt. [...] Or c'est justement là que, du point de vue des didactiques, cet apport de la psychologie fait problème ! Ma thèse considère qu'il y a bien deux ordres de réalité très distincts. **Avec les sciences cognitives et la transposition dont elles procèdent, c'est la signification même du mot connaissance qui a changé. Le langage courant lorsqu'il fait ses propres distinctions (connaissance, savoir, etc.) n'entend en fait que des distinctions au sein de l'ordre des savoirs.** Il en est de même semble-t-il chez beaucoup de chercheurs contemporains. Ainsi si on se réfère à la citation de G. Brousseau donnée ci-dessus, on voit qu'il fait correspondre à la distinction connaissances/savoirs, celle de situation d'action/situation de validation. Ici les mots de connaissance et de savoir // sont utilisés dans leur acception du langage courant. Certes le propos de G. Brousseau justifie pleinement ce recours et sa façon de voir n'est pas étrangère, loin de là, à ma définition du savoir, qui est cependant plus générale. Pour moi, la distinction que fait G. Brousseau est une distinction entre savoirs, et plus particulièrement entre savoir pragmatique et savoir-savant. Quoique la distinction savoir / connaissance se doit d'être générale, les propos qui suivent se réfèrent essentiellement aux mathématiques, un savoir qui, nous le pensons, est plus *actif* que *discursif*. Un certain nombre d'aménagements à nos définitions seront sans doute nécessaires pour prendre en compte les savoirs discursifs. [226-227]

[Extrait de la partie A « Connaissance, savoir, situation », Paragraphe II. « Savoir et transformation des situations]

Le second niveau de la représentation : le savoir, une connaissance qui transforme les situations

[...]

L'observateur rapporte ce qu'il observe à un modèle qui est le sien. Mais la connaissance // sur laquelle ce modèle est construit n'est pas identique à celle de l'élève, et peut dans certains cas s'en éloigner sensiblement. Ceci joue un rôle de premier plan dans les processus de transposition en classe ou au laboratoire, chaque fois qu'il faut interpréter la pensée de l'enfant. Répétons que si la situation, ou plus encore les interactions entre sujet et milieu, sont les seuls éléments concrets représentés ici, ils ne se manifestent à l'observateur, qu'au travers ce filtre abstrait qu'est le couple savoir-modèle. **C'est à propos d'une situation et par un acte de connaissance qu'un observateur a accès à la connaissance, la sienne ou celle d'autrui qu'importe ; ceci suppose qu'il soit en interaction avec elle. Il atteint une représentation de la situation, et peut alors construire une représentation de la connaissance, en prenant le savoir comme point de repère objectif.** Lors de la référence au savoir il observe des écarts de connaissance par rapport à celui-ci ; ces écarts jalonnent alors les processus cognitifs, et c'est ainsi que la connaissance est observée. [233-234]

[...] Une fois mis en situation, le sujet déploie certaines de ses connaissances. La représentation assure l'expression de sa pensée dans la situation. Mais la relation entre ces connaissances et la situation n'est pas statique. Les interactions du sujet et du milieu transforment la situation. Comme la connaissance supporte ces interactions, on peut dire que la connaissance transforme la situation. Lorsque le sujet reconnaît cette transformation, c'est à nouveau selon un modèle de la situation qu'il peut se faire. [...] [234]

Savoir

D'un côté, la situation est inductrice de connaissance ; d'un autre côté, la connaissance permet d'agir sur la situation. Le // processus décrit est donc bouclé du moment où une connaissance induite transforme la situation, qui à son tour induit d'autres connaissances, qui à leur tour ... Lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible, *il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable, dans ce sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation.* [234-235]

[...]

[...] Minsky formule ce qu'il appelle le principe de Papert : « Certaines étapes les plus cruciales du développement mental sont fondées non pas seulement sur l'acquisition de nouvelles compétences mais *sur de nouveaux processus administratifs d'utilisation de ce que nous connaissons déjà.* » (C'est nous qui soulignons). On remarquera aussi qu'au travers de cette citation que les processus cognitifs s'imbriquent avec les savoirs (au sens de notre définition). *En situation, les savoirs sont structurés par la connaissance.* C'est pour cela même que nous distinguons différents niveaux et facettes à la représentation. [237]
[...]

Une dynamique particulière à l'interaction de connaissances

Dans l'interaction entre plusieurs sujets, le milieu ne comporte pas seulement des objets, mais des partenaires agissant sur ce milieu, selon les connaissances induites chez eux. En retour le milieu réagit soit directement, soit par les actions suscitées chez les partenaires. L'interaction cognitive n'est pas bouclée de la même façon que dans une situation isolée, où dispositif et connaissance se renvoient l'un à l'autre. L'interaction d'une connaissance avec la situation, se répercute sur la connaissance des autres, ceci amplifie les processus cognitifs, favorisant par exemple les décentrations, et permet aussi l'objectivation des connaissances. Quoique les connaissances qui sont mobilisées par chacun de ces acteurs ne sont pas toutes identiques, les échanges et les collaborations font qu'elles ont une part commune, identifiable à la façon dont elles transforment la situation, selon les modèles que chacun s'en fait, et la finalité de la collaboration. [...] [239]
[...]

[...] Dans l'enseignement par exemple, pour le maître, il s'agit de mettre judicieusement à profit l'interaction cognitive, qu'il peut entretenir avec ses élèves et la situation qu'il propose, afin d'activer le développement de leurs connaissances. [...] Mais on ne répètera jamais assez que son rôle ne s'arrête de loin pas là, puisqu'en plus, il doit faire en sorte que cette connaissance qui se développe, prenne la forme des savoirs constitués qu'il est censé enseigner ! [240]

[Extrait de la partie A « Connaissance, savoir, situation », Paragraphe III. « L'ordre du savoir : du critère d'utilité à la transposition de savoir »]

Le savoir est une connaissance qui contrôle une situation et ses transformations, elles-mêmes inductrices de connaissances. Dans bien des cas savoir, c'est savoir se mettre en situation de mobiliser ses connaissances pour agir. Ce contrôle peut donc aller jusqu'à reproduire la situation elle-même. C'est seulement // par l'intermédiaire des savoirs, et donc des situations, ou plutôt de leurs transformations, que l'on peut agir de manière à induire (mobiliser et transmettre) les connaissances. **Les savoirs inducteurs et les connaissances induites ne sont pas forcément identiques, mais leur rapport tient à la capacité des connaissances à transformer les situations.** *Il y a donc un lien étroit entre la façon dont les connaissances permettent de transformer les situations et la façon dont les connaissances se transmettent.* Si la connaissance n'est pas toujours transmissible, le savoir est d'emblée enseignable, par le biais du système situationnel qu'il contrôle. (Cf. p. 250 pour plus de précision sur ce que j'entends par *enseignable*). [240-241]
[...]

Le critère d'utilité du savoir présente deux aspects. D'abord, *c'est un critère de transformation des situations.* Ce critère est très ouvert, il y a tout un éventail de niveaux d'abstraction selon que l'on considère la nature de la transformation, ou qu'on examine plus abstraitement la façon dont les situations évoluent et sont reliées les unes aux autres par les modèles. Le rapport tel qu'il est défini entre savoir et situation implique ce dégagement abstrait du savoir sur la situation. // Ensuite, il y a tout un éventail d'usages du savoir, c'est-à-dire de situations et de finalités à leurs transformations. *Cette multivocité des usages fait que les savoirs se lient et se transforment eux-mêmes, au gré des situations et des connaissances qu'elles induisent, et à la faveur du fait que la connaissance est toujours disponible à elle-même (la connaissance est assimilatrice).* Autrement dit, nous transférons notre connaissance avec nous-mêmes dans les situations, où nous nous trouvons impliqués. Ceci a une conséquence sur le savoir : en même temps qu'il transforme les situations, il fait évoluer chez les acteurs, les connaissances engagées. Si l'utilité du savoir est de transformer les situations, celle-ci peut se prolonger à l'impact que ces transformations ont sur le développement des connaissances. Dès lors l'enseignement est un usage particulier du savoir. *Le processus d'enseignement* part des savoirs à enseigner, puis il cherche à atteindre (induire) la connaissance au moyen des transformations de situations relatives à ces savoirs, et se conclut par le retour à ces savoirs de départ ! [241-242]

Il y a transposition de savoir (ou d'usage de la connaissance), lorsqu'un savoir transféré d'une situation à une autre conserve, par rapport à ce nouveau cadre situationnel, son caractère de savoir (c'est-à-dire son caractère reconnu de transformateur de la situation). Ce qui se maintient dans ce processus de transposition, c'est ce rapport du savoir sur la situation, et pas la nature de l'usage, ni celle de l'utilité du savoir. La transposition est une altération de la signification des savoirs⁶. Enfin, il convient de remarquer que le savoir étant une connaissance, il se transfère comme elle, mais ne se transpose pas forcément. La signification d'un savoir est donc relative à un cadre situationnel donné, ou selon les termes de Rouchier, à des pratiques sociales (Rouchier 1991), et la transposition est le principe qui lie les savoirs et leurs significations au-delà de ce relativisme. [242]

L'étude scientifique de la connaissance et l'enseignement, nous donne des exemples évidents et relativement surprenants de transpositions des savoirs, puisque le principe expérimental sur lequel elles se basent, consiste à user du savoir pour accéder à la connaissance, que ce soit pour l'étudier ou que ce soit pour en *guider* le développement. Par exemple, le savoir mathématique *nombre* connaît une version psychologique, où certains ont voulu, et voudraient peut-être encore, régler le débat, // opposant conceptions innéistes, empiristes, interactionnistes, etc., de la connaissance. Un usage du *nombre* qui n'est vraiment pas mathématique ! Autre exemple, pédagogique cette fois-ci, la notion de cardinal d'un ensemble, qui en mathématique sert à lier les infinis numériques au fini, sert à organiser les premières activités numériques scolaires, jouant essentiellement sur l'instrument figuratif (ex. dispositions spatiales) et supportant principalement des dénombrements et des comptages. Là encore l'usage a bien changé. Plus généralement, on peut qualifier des niveaux d'usages numériques dans les savoirs par la façon dont sont traités les rapports entre quantités, leurs dispositions, leur nombre et ses désignations, la mesure de l'espace qu'elles occupent et la densité de cette occupation. C'est bien pour marquer ce transport d'un concept d'un champ de pratiques à un autre, que, délibérément, je n'ai pas voulu recourir aux termes mathématiques consacrés pour traiter cet exemple. [242-243]

L'enseignement est une entreprise délibérée de transmission de savoirs. Comme je l'ai dit, **c'est une projection : le savoir visé est projeté par l'enseignant sur un segment de réalité, sur lequel va s'élaborer la connaissance de l'élève, le savoir est utilisé par l'enseignant pour installer l'élève et sa connaissance dans un modèle situationnel** ; aussi bien qu'un projet, une part de la connaissance induite chez l'élève par ce segment de réalité, se verra reconnue comme utile puis comme suffisamment proche du savoir à enseigner pour pouvoir en prendre la forme. (Je reprends ici l'idée de recontextualisation, à ce propos le lecteur se référera à A.-N. Perret-Clermont, M. Schubauer-Leoni, J. Brun et Conne, 1982, G. Brousseau 1986, et G. Arzac 1989). **C'est dans le contrôle de la coordination de ces deux mouvements que se situe toute la difficulté de l'acte d'enseigner.** L'enseignement de la géométrie procure de multiples exemples de cette difficulté. Peu importe que les connaissances respectives de l'enseignant et de l'élève se recouvrent, ce qui est impossible lorsque l'un et l'autre sont aussi différents qu'un adulte et un enfant, ce n'est que sur ce savoir qu'ils doivent se rencontrer, l'un – l'enseignant – en le projetant devant lui, l'autre – l'élève – en y débouchant. Il s'agit d'un savoir commun et scolaire, certes, tant pour l'un que pour l'autre puisqu'il aura fonctionné sur cette situation où ils se trouvent ensemble impliqués. [243]

1999 – EXPÉRIENCE ET DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Conne F. (1999b). « L'activité dans le couple enseignant/enseigné ». *In Actes de la IXe Ecole d'été de didactique des mathématiques, août 1997*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01524616>

[...]

⁶ [Note du chercheur, 2022. Dire que la transposition est une *altération* de la signification, est-ce correct ? Pour la sémiotique de Peirce, la signification s'étoffe plus qu'elle ne s'altère. Oui, mais elle peut s'enrichir d'un tas de fatras, passons... Il faut donc s'entendre sur ce que l'on entend par altération, qui si l'on n'y prend pas garde peut passer pour péjoratif, comme si la transposition d'un savoir en ferait perdre son authenticité, voire même sa pertinence. Alors j'en suis venu à me dire que le critère d'utilité est en relation directe avec ce que Peirce appelle le « ground du signe » sous lequel un signe tient lieu de son objet (ground = grosso modo le « point de vue », forcément partiel – pourrais-je dire local). Une telle approche de la transposition didactique n'est en rien ce que Yves Chevallard désigne par « la transposition didactique stricto sensu ».

Vue sous cet angle, *la transposition d'un savoir utile ici en un savoir utile là, se marque tout simplement par un changement de ground* : l'utilité dictant en quelque sorte le point de vue sur le savoir en question. Et relisant la conclusion de ma thèse, sur le fait de l'entente établie entre l'enseignante et les élèves, je me dis : c'est tout à fait cela, cette entente se fait sur la base d'un ground. L'explicitation qui précède cette note ne fait que répliquer ce que je dis dans la conclusion (page 451) : « l'importance primordiale à centrer l'analyse sur les décalages entre le projet didactique et l'enseignement pratiqué. » Cela se retrouve bien dans ma remarque qu'il me semblait que l'enseignante, bien qu'adulte instruite, était plus proche des élèves que moi, et est bien une affaire de ground : mon ground sont les écarts, le ground de l'enseignante sont les identités.]

Diffusion des connaissances.

Je citerai un passage de l'allocution que G. Brousseau a faite lors de la cérémonie où il s'est vu décerné le grade de *doctor honoris causa* de l'Université de Montréal :

L'étude de la diffusion des mathématiques, la description de ses modalités et la découverte de ses lois, s'il en existe, constitue aujourd'hui un *champ scientifique* naturellement ouvert à des chercheurs d'origines très diverses : psychologues, linguistes, pédagogues, sociologues, etc. Mais en l'absence d'un moyen d'intégration de leurs travaux, l'accumulation des injonctions et des contraintes qui en résultent pour les enseignants ne permet pas à ceux-ci d'en faire bon usage. Un moyen d'intégration est indispensable : ce moyen est une *science* de la diffusion des connaissances mathématiques : la didactique des mathématiques. (Brousseau)

Depuis au moins son travail de thèse, A. Rouchier [Rouchier, 1991] défend la même idée en faisant remarquer qu'une telle définition de la didactique n'a rien d'anodin. Elle indique en effet que les approches épistémologiques classiques centrées surtout sur la production de connaissances nouvelles sont insuffisantes pour traiter de certaines questions dont les questions d'enseignement. Je me permettrai à mon tour de me saisir de cette idée, et revenir sur la distinction connaissance / savoir, sur le fait que cette distinction dépasse les rapports entre psychologie et didactique et qu'elle suit logiquement la prise en compte de la transposition didactique comme phénomène. [15]

Considérons donc avec l'expérience que nous avons du monde, la connaissance. Prenons ce terme dans une acceptation très large sans connotation particulière. L'*expérience* est multiple et nous pouvons parler de *domaines de connaissance*. Appelons *savoirs* des connaissances qui portent sur les relations entre connaissances et expériences. On peut dire aussi que ce sont des connaissances utiles étant entendu qu'il y a autant d'utilités qu'il y a de sortes d'expériences. On dira par exemple que les connaissances scientifiques sont accompagnées de savoirs (scientifiques) qui dictent des normes et des critères de validité des connaissances ainsi que des moyens de produire des connaissances valides. Il y a bien sûr différentes sciences selon les domaines de connaissance considérés. Les savoirs scientifiques disent aussi comment interroger le monde, c'est-à-dire quelles expériences faire pour produire, reproduire ou pérenniser de nouvelles connaissances valides. Evidemment, les connaissances d'un domaine ne se réduisent pas aux connaissances valides (validées scientifiquement) et on ne peut par conséquent pas identifier entièrement la science d'un domaine à connaissance de ce dernier. La visée de toute science est avant tout la *production* et la reproduction de connaissances. Cela a des conséquences sur la *diffusion* de ces connaissances, mais ici ce point vient en second et reste lié à la production. On peut dire aussi que la visée de toute science est l'accès au monde, par l'entremise de l'expérience, et que cela est producteur de connaissances.

Certes on peut accéder à la connaissance d'un domaine en questionnant directement le monde et en la redécouvrant en en faisant pour soi-même l'expérience. Mais on peut aussi avoir un accès à la connaissance de ce domaine par l'intermédiaire des savoirs. Cet accès permet de faire l'économie d'une part très importante des expériences qu'il y aurait à faire pour reproduire cette connaissance. Mais en même temps il n'est que très partiel et ne saurait se substituer entièrement à une expérience du domaine de la connaissance en cause. En particulier il y aura déperdition de sens⁷, car les savoirs ne sauraient restituer sans altération tout le sens d'une connaissance. Le savoir a donc aussi l'utilité (et la fonction) de procurer *des accès à la connaissance d'un domaine* (accès au sens de fenêtre sur ..., d'entrée dans...). Le savoir est constitué d'éléments de connaissance, partiels mais organisés. Les savoirs d'un même domaine se distinguent les uns des autres par leur ampleur, les relations internes de leurs constituants, en particulier leurs voisinages respectifs, et entretiennent entre eux *des rapports transpositifs*. Ainsi à un même domaine de connaissance, scientifique ou non, correspondent différents savoirs, différentes versions abrégées de la connaissance du domaine.

La science d'un domaine peut se prononcer sur cette connaissance et toutes les questions qui la concernent : légitimité, pertinence, validité, accroissement, reproduction, pérennisation, diffusion etc. Mais la science d'un domaine n'a pas l'exclusivité de ces questions car avec les savoirs, des sciences externes disposent d'accès à cette // connaissance. Elles peuvent en effet se prononcer sur ces savoirs et par là dire quelque chose du domaine de connaissance qu'ils désignent. Bien entendu ce que produisent ces regards externes ce sont des connaissances elles aussi externes au domaine considéré. Une science ne peut en effet produire des connaissances valides que de

⁷ [Note du chercheur, 2022. « Déperdition de sens » ! Oublions le mot : « déperdition ». Mais pas seulement. Je dois préciser qu'aujourd'hui, je n'écrirais pas « sens » mais bien « signification ». De même, dans la suite de la même phrase, il aurait fallu écrire : « toute la signification d'une connaissance ». En effet, aujourd'hui je distingue de plus en plus nettement signification et sens, selon l'idée que dans le cadre du processus interprétatif, la signification que prend un objet est quelque chose qui le situe dans un réseau de relations à d'autres objets alors que le sens est la direction dans laquelle s'engage alors ce processus par lequel la signification viendra s'efforcer. Je me contente ici de mentionner cette délicate question.]

son propre domaine. Remarquons en outre que ces connaissances ne sont pas produites par une expérience propre au domaine étudié, mais qu'elles tiennent au choix d'accès spécifiques, de certaines versions de savoir, et donc qu'elles relèvent d'un travail transpositif. Par exemple, voulant mieux (plus) connaître la psychologie individuelle, ou telle culture, ou encore tel moment de l'histoire de notre civilisation, on peut très bien examiner comment les individus, ou cette culture, ou encore les documents de cette période connaissent le monde, ce qu'ils en savent, ou encore quelle en est leur expérience. Il suffira pour le faire de disposer d'une connaissance du monde ou d'un savoir de référence (d'une norme). Mais inversement, rien n'empêche de s'informer du monde en examinant la façon dont il se laisse connaître par les individus, ou par telle culture etc. On peut donc aussi interroger les savoirs pour connaître le monde. Si de telles démarches sont légitimes et peuvent être pertinentes, il n'en reste pas moins qu'elles sont indirectes, et procèdent toutes à partir de la *diffusion* des connaissances vers ces sciences externes. [16-17]

Une des principales questions que pose la didactique est de comprendre quelles expériences promouvoir pour diffuser telle ou telle connaissance. Dans les recherches didactiques, des phénomènes spécifiques à la diffusion des connaissances ont été identifiés. De nombreux faits que l'on peut observer sur le terrain scolaire renvoient à l'un de ceux-ci : la transposition des savoirs. Pourtant les considérations qui précèdent ont une portée qui dépasse l'enseignement et indiquent que la didactique ne concerne pas seulement les questions d'information, de transmission ou d'enseignement d'une connaissance, mais encore tous les rapports qu'entretiennent les discours internes et externes portés sur ce domaine de connaissance. L'école est un lieu où de tels discours se font entendre. On ne s'étonnera donc pas que les débats portant sur des questions de transposition didactique soient âpres. [17]

La transposition didactique est un phénomène spécifique de la diffusion des connaissances. C'est une alternative à l'ignorance dans l'explication des questions qui touchent la diffusion des connaissances. En effet qui aborde les questions d'enseignement du point de vue classique de la production et de la reproduction des connaissances (en considérant donc les questions de diffusion comme secondes), ne peut alors que constater le degré plus ou moins acceptable des dérives transpositives. Il ne peut guère proposer autre chose que des changements ou des ajustements de savoirs, des versions estimées a priori plus fidèles à la connaissance visée. Quant à l'explication de ces dérives, une telle perspective ne peut s'en prendre qu'à l'ignorance, ignorance du système éducatif // ou de certains de ses agents : concepteurs de programmes, auteurs de manuels, enseignants, voire élèves. Cela ne fait alors que reporter son ignorance sur le système d'enseignement. En prenant directement en compte la diffusion des connaissances, la didactique permet d'ouvrir cette ignorance à la recherche. La transposition didactique n'est plus alors un état de certains savoirs scolaires qualifiés de bons, de passables ou d'exécrables, mais un processus qu'il s'agit de connaître et de contrôler. En particulier, la prise en compte de la transposition permet d'articuler les points de vues externes et internes sur la discipline à enseigner et cela est une aide précieuse comprendre les questions d'enseignement ou de transmission des connaissances. Trois remarques encore. [17-18]

1. Dans tout ce qui précède j'ai tenu à prendre les termes *expérience*, *connaissance*, *savoir*, sans connotation particulière : ni psychologiques, ni sociales, ni autres. Il me paraissait très important de montrer que la distinction *connaissance / savoir* ne recouvrait pas une distinction *psychologique / social* ou autre. Par contre dans mes écrits antérieurs, je m'étais attaché à examiner ces questions très générales d'un point de vue plus particulier, me cantonnant aux domaines de mes compétences et de celles de mes plus proches collaborateurs. J'ai donc privilégié la question des rapports entre des discours épistémologiques, psychologiques et mathématiques portants sur la connaissance mathématique. Cela suivait le cours de mes propres recherches car c'est bien par l'examen des mathématiques enseignées à l'école élémentaire que j'ai débouché sur la transposition didactique et de là à la distinction connaissance / savoir. Dans cette conférence, je reviens à cette illustration plus spécifique en prolongeant les distinctions à cette autre que je fais entre *activité* et *pratique*. [18]

2. La distinction savoir / connaissance découle directement de l'étude de la transposition didactique et de son élargissement à la transposition des savoirs. Elle est appelée par les distinctions entre *expérience* et *connaissance*. [18]

3. Ces propos concernent aussi la collaboration entre enseignants et chercheurs en didactique. La recherche consiste essentiellement en une mise en question et une mise à distance des savoirs. C'est ainsi que le retour à l'expérience s'avère nécessaire et que de nouvelles connaissances plus valides que les anciennes peuvent être produites. C'est ce que j'entends par l'expression : *ouvrir l'ignorance à la recherche*. Dans son interaction avec ses élèves, et son enseignement, l'enseignant se doit lui aussi d'ouvrir l'ignorance de ses élèves. Cette ouverture s'opère par une autre mise à distance de ses propres connaissances et savoirs lors de ses interactions avec eux. Il y a là une analogie et une rencontre possibles entre l'enseignant et le chercheur en didactique. Telle est l'idée qui

me guide dans mes interventions de formation des maîtres. C'est elle que je désigne par l'expression : *regarder ce que ça donne*. [18]

2003 – PERTES ET PRISES DE CONTRÔLE

Conne F. (2003). « Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées ». In S. Schmidt & C. Mary (dir.) « La spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire », *Education et Francophonie*, vol.31, n°2, p.82-102. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02420547>

Introduction

L'objet principal de mes études dans l'enseignement spécialisé (ES), ce sont les situations (au sens où on l'entend en didactiques des mathématiques) et leur dynamique. J'essaie de les aborder en examinant les interactions de connaissances qui les traversent. Je cherche à comprendre comment les situations sont à la fois supports, cadres et moteurs des apprentissages qui se déroulent dans ces classes, que ces apprentissages soient provoqués ou non, prévus ou au contraire fortuits. Les mécanismes à l'œuvre sont ceux du jeu de dévolution / institutionnalisation ou plus généralement du double mouvement de conversion connaissance / savoirs (pour une définition de ces termes, voir Rouchier (1991), (1996)). [84]

Dans mes recherches sur le terrain de l'ES, je ne construis pas des situations isolées et *ad hoc*, mais des *suivis de situations*. Je ne parle pas de *séquences de situations* parce que ce suivi n'est pas pensé d'avance en fonction d'un objectif de savoir préalablement fixé, comme cela est préconisé dans les recherches sur l'ingénierie et la théorie des situations. Font objet de l'étude d'une situation non seulement la manière dont elle se développe, mais encore les suivis qu'elle peut générer, i.e. dans mon cas, la possibilité qu'il y ait, pour le chercheur, de tirer parti de ce qu'il observe dans une situation donnée pour en inventer une autre, dans le cadre d'un suivi. Il s'agit donc de regarder comme de l'intérieur, la manière dont des situations peuvent s'articuler. Si l'objet de mes recherches est bien l'étude des situations, pour examiner ce qui se passe, en particulier dès qu'il s'agit de considérer les individus impliqués dans les situations successives qui leur sont proposées, je dois distinguer deux niveaux. Le premier est interne à la situation et à son propos ; je parlerai d'*interaction de connaissances*, le second, que je dirais externe, est de l'ordre du transport du savoir d'une situation à l'autre, voire d'un lieu à l'autre de l'institution, et à son propos ; je parlerai d'*investissement de savoir*. Le cadre global de tout ceci est l'institution, elle-même caractérisée par un réseau de lieux, un collectif de personnes circulant dans ce réseau et une distribution des savoirs engendrée par cette circulation. Le but de cette communication est de formuler et illustrer quelques éléments d'un cadre théorique et problématique supportant un certain nombre de descriptions de mes observations. Lors de ma présentation orale, j'ai pu illustrer mes propos à partir d'un matériel que je ne puis reproduire ici. Je suis conscient de ne pouvoir ici qu'esquisser mes descriptions et ne vous livrer des données plus suggestives que véritablement exemplaires. J'espère pourtant que le trait sera suffisamment fort pour que vous puissiez vous faire une idée précise de ce que je propose. [84]

Interaction de connaissances

J'utilise ici le mot connaissance comme un des deux termes du couple connaissance / savoir, et je me suis expliqué là-dessus dans de nombreux textes. Je renvoie le lecteur à Conne (1992), (1998) [1999b ici] et (1999a). *L'activité cognitive est interaction*. L'individu, source de l'interaction, en est le *sujet* et les choses avec lesquelles il interagit en sont les *objets*⁸. Les choses ne sont jamais présentes toutes seules et les objets sont inter-reliés dans et par les *interactions cognitives*. On peut parler de milieu pour désigner ces ensembles d'objets. Parler de milieu est donc relatif à une (des) interaction(s) cognitive(s). Dans les systèmes que je considère, je distingue deux niveaux selon que j'inclus ou non dans ces milieux un ou d'autres sujets partenaires. Il y a *interaction de connaissances* (et plus seulement *interaction cognitive*) lorsque le milieu considéré contient non seulement des objets mais encore plus d'un sujet, et donc des interactions cognitives diverses. Je m'intéresse aux connaissances qui ont les mathématiques pour contenus, c'est-à-dire à des connaissances que je puisse reconnaître comme liées à certains savoirs mathématiques institués. Cette condition de re-connaissance me place donc *de facto* dans le cadre de l'étude des interactions de connaissances. Mes recherches portent exclusivement sur l'enseignement des mathématiques élémentaires et mes propos ne dépassent pas ce cadre. [85]

⁸ [Note du chercheur, 2022. Cette affirmation est discutable, car trop exclusive. J'aurais peut-être dû écrire que de toutes les interactions cognitives, je me restreins à celles pour lesquelles je puis considérer l'individu comme source de ces interactions.]

Pertes de contrôle et prises de contrôles

Je me propose d'observer les interactions de connaissances et je chercherai ici à rendre compte de leur dynamique au travers de la succession des prises et pertes de contrôles de la part de leurs différents acteurs des situations observées qui, comme je le préciserai plus loin sont d'un caractère particulier. [85]

Pertes et prises de contrôle et dynamique intra-situation

Regarder les prises et pertes de contrôle, c'est tenter de faire le lien entre la dynamique de l'interaction de connaissance et les savoirs en jeu. Dans mon article *Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique*, je proposais de distinguer deux cas. Premièrement, celui pour lequel le contrôle de la relation sujet / situation se trouve du côté de la situation, je disais alors que *le sujet est en rapport de connaissance à la situation*. Secondement, le cas où ce contrôle se trouve du côté du sujet (et de la représentation), je disais alors que *le sujet est en rapport de savoir à la situation*. Si les processus cognitifs relèvent de l'adaptation du sujet à la situation et de l'équilibration des structures cognitives, le savoir est de l'ordre de l'utilité des connaissances pour *transformer les situations*. On dira par exemple, que l'enjeu de toute dévolution didactique est d'instaurer, pour l'élève, un rapport de savoir à la situation.

Je considère après Rouchier (1991) et (1996) que dévolution et institutionnalisation sont les deux facettes d'un même processus *de conversions Savoir / // Connaissance* qui est continûment à l'œuvre dans les situations. Regarder les pertes et prises de contrôle dans les situations est donc essayer de mettre en correspondance la dynamique interne de la situation avec celle du processus dévolution / institutionnalisation. Dans certains cas, cette continuité de processus nuit au pilotage de situations. [85-86]

[...]

Prises de contrôle en amont de la situation

Les contraintes externes auxquelles on soumet les situations d'enseignement sont des prises de contrôle didactiques portant sur l'interprétation de l'interaction de connaissances. Marie-Hélène Salin (Salin (2001)), décrit une situation d'énumération. Les élèves disposent d'une collection d'allumettes et d'une collection de boîtes d'allumettes.

Ils doivent réaliser une énumération en glissant une allumette et une seule dans chaque boîte. Notre collègue disait qu'en s'assurant que toutes ces boîtes restent fermées, (ce qui n'empêche pas de glisser les allumettes dans les boîtes) l'expérimentateur rendait impossible aux élèves de s'appuyer sur leur perception visuelle. La description est correcte mais reste trop teintée d'empirisme. Il ne faudrait par exemple pas croire pour autant que si les boîtes étaient restées ouvertes tous les sujets auraient pour autant recouru à de tels contrôles perceptifs. En fait, même si cela est fort probable, on n'en sait rien et pour le savoir, il faudrait le contrôler, par exemple en engageant des moyens d'observation très sophistiqués, comme enregistrement de mouvements oculaires ou je ne sais quoi d'autre. Ce que l'action de l'expérimentateur fait en prévoyant de ne présenter que des boîtes fermées, c'est assurer que s'il accomplit sa tâche d'énumération (correctement ou pas, peu importe), l'élève n'aura pas pu mettre en œuvre un tel contrôle perceptif. La précaution de l'expérimentateur consiste à discriminer entre les diverses hypothèses qu'il peut faire *a priori* sur l'accomplissement de la tâche. C'est une *prise de contrôle anticipée* de la part de l'expérimentateur qui se répercute en aval, lors du pilotage // de la situation, soit par le truchement de consignes idoines, soit, comme c'est le cas fréquemment dans l'ES, par des interventions directes. Par ailleurs, comme une telle mesure influe sur la signification des actions des acteurs, je soutiens qu'elle est *de nature didactique*, c'est-à-dire qu'elle est liée aux savoirs en jeu : ici, les savoirs de l'énumération en lieu et place de contrôles perceptifs ou mnémotechniques. [87-88]

2006 – UNE CONCEPTION SÉMIOTIQUE DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE

Conne F. (2006b) Journal de recherche, inédit.
--

[Enseignement, Imagination et Transposition Didactique]

La conviction qui m'anime est qu'apprendre les mathématiques, tout comme les enseigner, nécessite un très grand effort d'imagination, et d'imagination partagée. En quoi est-ce que cela concerne le processus de transposition didactique ? A cela une réponse en deux temps. Premièrement, et cela va sans dire, un effort d'imagination requis pour entrevoir la possibilité de voies d'accès vers le savoir que l'on a l'intention d'enseigner.

Secondement, un grand effort d'imagination pour identifier ce qui se retrouve au bout de la réalisation de ce projet, au-delà de ce qui nous apparaît comme une dérive. Dit autrement, ce dont il s'agit ici est l'effort d'imagination requis pour identifier ce qui sera advenu de l'imagination insufflée tout au long du processus d'enseignement. La sémiotique de C.S Peirce (je dirai désormais sémiotique tout court) offre quelques outils pour s'en saisir.

« Par signe j'entends n'importe quelle chose qui communique n'importe quelle notion précise d'un objet de n'importe quelle manière, comme le font ces convoyeurs familiers qui nous sont familièrement connus. (...) tous les signes communiquent des notions aux esprits humains (...)(*Peirce C. S., C. P. 1.540⁹)

Ainsi la sémiotique accorde toute son attention à ce qu'elle appelle l'action du signe, ce que je paraphraserais en disant qu'elle examine en retour ce que le monde fait au sujet.

« L'expérience est notre seul maître. (...) Mais comment s'effectue au juste cette action de l'expérience ? Elle s'effectue par une série de surprises (...). C'est par des surprises que l'expérience enseigne ce qu'elle daigne nous enseigner. » C. S. Peirce, Pragmatisme et pragmatisme, 2ème conférence de Harvard 1903 (MS 305), in Tiercelin & Thibaud, Cerf, 2002, pp 295-297.

Il arrive que le sujet tente de provoquer une telle action du monde sur lui, et pour ce faire détourne ses outils de leur fonction productrice empirique pour apprendre quelque chose du monde. Ceci est assez exactement exprimé par l'expression : *regarder ce que ça donne* (Conne 1999¹⁰ [1999a ici]), par laquelle deux boucles interactives peuvent être décrites : *agir pour regarder ce que ça donne, réagir à une surprise que nous ménage le réel*. Dans la sémiotique cette thématique est saisie par exemple dans des thèmes comme l'*abduction* ou celui de l'*icône*. Il en sera largement question ici. Pour en revenir à mon propos, si l'outil est le moyen dont dispose le sujet pour faire quelque chose au monde, le signe est bien ce que le monde fait au sujet.

Les liens se font dans le signe, entre-deux des choses et de l'esprit.

La pensée est le fait du signe où ces relations sont prises.

Nous sommes dans le signe.

Le signe n'est pas un moyen par lequel s'écoule la pensée, mais c'est la chose au travers de laquelle ça pense. Le signe est autant producteur que produit. Enfin, pour qui conçoit ainsi le signe, faire des mathématiques et se les représenter, en classe ou ailleurs, ne peut se produire sans imagination, sans expérience, ni non plus sans leur mise en relation organisatrice dans la représentation. Il y a une triade imagination-pratique-représentation.

Dans la transposition didactique d'un savoir à enseigner, il convient de trouver à concilier l'expérience qu'il nous épargnera de faire et l'expérience à laquelle il nous ouvrira. Une telle ouverture est toujours à considérer comme celle de tout ce nous connaissons déjà à ce que nous ignorons encore.

Pour exemple, un aspect de la question suivante. *Le fait est que l'on fait des mathématiques à l'école. Comment cela se peut-il ?* Cette question peut être reformulée en un problème didactique. Il touche à un aspect sous-estimé de la transposition didactique.

Lorsqu'on rend compte du travail des mathématiciens, on aime à souligner les idées originales et fécondes qui auraient inspiré leurs découvertes. Si on admet qu'en classe les élèves font des maths, à leur manière certes, on ne peut qu'admettre qu'à eux aussi il leur arrive d'avoir des idées. Et d'ailleurs, tout comme les parents et grands-parents ne se lassent pas de mentionner les bons gestes et bons mots de leurs rejetons, les pédagogues et didacticiens eux aussi aiment pointer quelque unes des idées étonnantes glanées, ci et là, en classe. Mais lorsqu'on veut enseigner les mathématiques en cherchant à tirer parti d'un problème dont, à la faveur de quelque idée « géniale » la résolution mathématique s'est avérée féconde, voire même fondamentale, on se trouve bien embarrassé du simple fait que l'on ne saurait tabler sur l'imagination des élèves. En termes de transposition didactique, cela nous met devant la question suivante.

Comment peut-on faire faire des mathématiques en classe à défaut des idées qui ont fait cette science, mais dont le caractère improbable nous interdit d'en attendre des répliques ? Comment reproduire sans les idées ?

Très succinctement rappelée, la réponse de Chevallard est, depuis 1980 au moins, sans équivoque [Chevallard, 1980]: *On peut éviter les idées à l'aide des outils en lesquels elles sont venues se cristalliser*. Y. Chevallard va donc chercher les réponses à ces questions parmi les modèles qui font l'économie des idées géniales et improbables.

⁹ Toutes les références de citations précédées du signe * ont été trouvées dans le livre de B. Morand 2004, dans son dernier chapitre consacré à la notion de diagramme. J'en recommande vivement la lecture. L'abréviation C.P. signifie Collected Papers déposés à l'Université de Harvard.

¹⁰ Dans ce texte, ma conception était encore confuse. Ainsi, y ai-je écrit ceci que je ne pourrais plus soutenir, p. 32 : *L'engagement (l'implication subjective) de celui qui fait des mathématiques est une nécessité. C'est au sujet qu'il incombe d'entretenir ses objets d'expérimentation, il porte son laboratoire en lui et ne peut y faire entrer personne d'autre; en mathématiques chacun entretient lui-même ses "cobayes*. Il aurait fallu non pas dire le sujet porte en lui son laboratoire, mais porte avec lui, car c'est lui qui est dans le laboratoire, et pas l'inverse.

Ne voyons pas là la seule manière possible d'aborder rationnellement les questions didactiques. Et surtout, tout comme le préconise Peirce (ci-dessous) prenons du recul par rapport au regard du mathématicien.

« Bien que le présent article traite des mathématiques, les problèmes qu'il aborde ne sont toutefois pas de simples problèmes mathématiques. On ne se propose pas d'enquêter particulièrement sur les méthodes de raisonnement des mathématiques, bien que le sujet puisse incidemment y toucher. Mais les mathématiques déroulent leurs raisonnements par une *logica utens* qu'elles développent pour elles-mêmes, et n'ont nul besoin de faire appel à une *logica docens* ; car, en mathématiques, aucune discussion concernant le raisonnement n'a besoin d'être soumise, quant à la décision, aux principes de la philosophie de la pensée. (...) Toutefois, (...) si les hypothèses mathématiques ont de telles caractéristiques nécessaires, (...) cette nécessité doit surgir de quelque vérité assez vaste pour être valable non seulement pour l'univers que nous connaissons, mais pour tous les mondes que pourrait créer le poète. Et cette vérité, comme toutes les vérités, doit venir à nous par le chemin de l'expérience. (In *La logique des mathématiques — Une tentative pour développer mes catégories de l'intérieur* — par Charles Sanders Peirce. Trad Michel Balat et Claire Saquer-Balat, 2000, p. 237). »

Cette citation de C. S. Peirce, mieux que tout autre commentaire qualifie ma propre entreprise, qui apparaît ainsi, rétrospectivement, comme une transposition des savoirs de la pragmatique peircienne à la problématique didactique de la transposition des savoirs.

Laissons-nous donc la possibilité d'envisager d'autres postulats à nos études, par exemple en reconsidérant le bien-fondé de la question ci-dessus : *Comment reproduire sans les idées ?* Dans ce cas, notre tâche ne consistera plus à rendre compte de la possibilité de connaître et de savoir à défaut d'idées, mais bien au contraire d'apprendre à faire avec toutes ces idées que ne manqueront pas de (re)produire ces processus¹¹.

Le sujet agit sur le monde. L'action en retour du monde sur le sujet. Tout bouge dans les sémiotiques. Seule l'interprétation peut se stabiliser.

Dans la sémiotique de Peirce, le signe suit inexorablement son cours, et la signification des choses tient toujours à un devenir¹², un au-delà : toute pensée actuelle fait venir à l'esprit une pensée subséquente qu'elle – la pensée actuelle – relie à la pensée qui l'a précédée, le lien passé présent est reporté sur le futur, sans que l'orientation ne puisse jamais être inversée. Dans la sémiotique peircienne, la rétrospective est à proprement parler impossible, et ce n'est que par abus de langage qu'on pourrait faire usage de ce mot. Cela ne veut pas dire que ce flux ne connaîtrait pas des arrêts, mais 1° ces pauses ne sont jamais définitives, 2° surtout, ces arrêts se font sur des interprétants, sur le signe pris en son entier et pas seulement sur un objet qui lui serait externe, repère fixe de la référence¹³, et 3° enfin, cette stabilité n'est pas tant à considérer comme un arrêt de la sémiotique, mais comme une répétition à chacune de ses reprises, se répliquant à l'identique comme tout ce qui se répète par habitude. Le mouvement des sémiotiques est en effet essentiellement bouclé et récursif, et on peut qualifier les sémiotiques habituelles, comme des *sémiotiques qui tournent en rond*. Si la sémiotique s'arrête, le mouvement interprétatif s'arrête sur une *interprétation* qu'on ne saurait confondre avec son objet. Pour Peirce, l'objet est indissociable du signe. Le signe bouge dans la sémiotique (dans l'enchaînement des interprétants) et l'objet avec lui. L'objet peircien n'est donc jamais en soi un repère fixe, et ne peut être considéré comme une norme. On ne peut pas réduire le signe à son objet. Les signes chez Peirce renvoient soit à leur Objet Immédiat, soit à leur Objet Dynamique, et ce dernier reste un ouvert : il n'y a pas de notion d'Objet final et encore moins d'Objet Ultime.

¹¹ Une contrebasse n'est pas une baleine, et effectivement je ne connais qu'un musicien de contrebasse qui ait enregistré une interprétation des chants enregistrés par quelques éthologues. Je puis analyser les conditions et les contraintes qui ont permis une telle performance et qui rend des plus improbables qu'elle se reproduise souvent, que tous les contrebassistes se mettent à interpréter des baleines. O. Messiaen a beaucoup composé pour imiter les chants d'oiseaux, et bien que faisant désormais partie du répertoire écrit de la musique, cette œuvre n'est pas moins exceptionnelle. Par contre l'idée de vouloir imiter des bruits, des cris et de chants d'animaux, et jusqu'au souffles et plus subtiles intonations de la voix humaine anime peu ou prou toute la musique depuis les commencements. Et beaucoup de musiciens – du plus humble au plus génial d'entre eux – ont rêvé dessus, y ont exercé ou prêté leur imagination, et ce sans attendre, sans avoir entendu, ni la prise de chants de baleines par Dave Holland (et encore faudrait-il qu'ils aient pu entendre ces chants) ni quelque interprétation de chants des oiseaux de O. Messiaen. La musique toute entière est fruit de cette imagination collective et partagée, et pour ma part je crois que les idées géniales n'en sont pas des germes, mais au contraire, des fruits, qui comme tout fruit, enrobent leurs graines.

¹² [Note du chercheur, 2022. Dans la sémiotique de Peirce, c'est dans le signe et plus précisément dans une sémiotique que les choses prennent signification aux yeux d'un interprète. Pour ce dernier, cette signification pourrait induire un changement de conception, qui n'est rien d'autre qu'une nouvelle détermination associée à la signification inductrice. Cette idée caractérise le balancement entre représentamen et interprétant du signe par lequel progresse la sémiotique où l'interprétant pour lequel tel représentamen prend telle signification devient à son tour représentamen pour un interprétant ultérieur. Ainsi, d'un point de vue sémiotique, je puis dire que, dans l'organisation du savoir institué des mathématiciens, la conclusion d'un théorème mathématique est une signification que prennent ses hypothèses. Elle est un devenir de la signification que prenaient ces hypothèses au moment où on les posait. Et, en remontant de proche en proche jusqu'aux axiomes, on peut dire que le théorème lui-même en est une signification développée dans un sens particulier, un devenir de la base axiomatique choisie.]

¹³ Il n'y a pas d'extériorité en soi, ce mot ne fait qu'exprimer une opposition, et un rapport entre deux termes, en sémiotique on dit une dyade. C'est ce dualisme que l'on retrouve dans ce clivage entre une pratique et un discours – et plus généralement encore, entre faire et représenter – que la sémiotique peircienne dépasse. Elle ne nie pas pour autant qu'il existe une extériorité, mais sa logique est une logique de l'extériorité/intériorité qui procède autrement qu'en les opposant. Ce refus du dualisme n'est donc pas à confondre avec un déni de certaines dualités. Il est conséquence de la conception triadique peircienne, fondée en logique – par un théorème (Marty R. 1990, p. 94-95). Elle s'est développée entre autres en réaction avec la philosophie hégélienne, mais aussi contre les idées cartésiennes.

Nous devons distinguer entre l'Objet Immédiat – i.e. l'objet tel qu'il est représenté dans le signe – et le Réel (non, parce que l'Objet est peut-être totalement fictif, je dois donc choisir un terme différent), disons plutôt l'Objet Dynamique, que par la nature des choses le Signe ne peut pas exprimer, qu'il peut seulement indiquer et laisser son interprète découvrir par expérience collatérale. (*Peirce C.S., C.P. 8.314)

Dans la citation précédente Peirce dit bien que ce qu'il appelle Objet Dynamique englobe le réel. Certes, Peirce s'exprimait avec le langage de son époque soit la fin du XIXème siècle et le début du XXème. Il n'est donc pas étonnant que se présentent des quiproquos de langage et tout particulièrement sur ce mot : *objet*. Il est alors utile de citer ce propos de W.P. Thurston qui entre à mon avis tout à fait dans la vision peircienne :

On peut penser à la dérivée comme : (suit une liste de sept définitions qu'il n'importe pas de rappeler ici). Plutôt qu'une liste de différentes définitions logiques, ceci est une liste de différentes façons de concevoir la dérivée, de différentes façons de la penser. Sauf gros effort pour maintenir le ton et la saveur initiale des premières compréhensions, *les différences s'estompent dès que les concepts mentaux sont traduits en définitions précises, formelles, explicites.*

Cette liste continue, il n'y a pas de raisons pour qu'elle s'arrête jamais. (...) *Nous pouvons penser à un certain moment que nous savons tout ce qu'il y a à dire sur un certain sujet, mais de nouveaux insights nous attendent au tournant.* (Thurston W.P. 1995)

C'est moi qui souligne pour bien faire ressortir que selon cet auteur on s'arrête sur une interprétation, sans jamais trop savoir pour combien de temps. Nos habitudes fixent sur des signes réducteurs. Ce dernier aspect est pointé aussi par Y. Chevallard lorsqu'il parle de réduction discursive (Chevallard Y., 1980, p.99), sauf qu'il faut plutôt parler de réduction sémiotique, en élargissant la perspective trop étroite de celle du langage, des discours ou des textes. Cet élargissement a été opéré depuis dans la théorisation de Y. Chevallard. Le point essentiel du propos de W.P. Thurston est celui de la compréhension, or toute compréhension est une interprétation. Ces propos renforcent la proposition que je fais à savoir que ce que Y. Chevallard nomme « objet » soit compris comme « interprétation ». Le milieu de Y. Chevallard est encore un « objet » au sens où il l'entend, et la stabilité de ses constituants est requise justement pour qu'il puisse être considéré comme tel. Pour Peirce, ce milieu-là est une sémiose « arrêtée » sur un signe dont l'interprétant est un Interprétant Final. Cette vision des choses se profile nettement derrière ce qu'exprime W.P. Thurston. La sémiose n'est que temporairement arrêtée, elle est toujours susceptible de développements ultérieurs, Peirce insiste pour dire qu'un Interprétant Final n'est pas un Interprétant Ultime, qui est tout aussi inaccessible que la ligne de l'horizon. Et Y. Chevallard écrit tout autant : « *Bien entendu, le fonctionnement d'un système didactique fait « bouger » le milieu : c'est même pour ça, peut-on dire, que les systèmes didactiques existent !* » La sémiotique peircienne est toute vouée à rendre compte de ce mouvement, et à en décrire tant la continuité que ses marques de ruptures. Cela est saisi par la notion de sémiose. L'appareil qui permet de décrire les sémioses comporte le signe, son Objet Immédiat et Dynamique, et enfin son Interprétant Immédiat, Dynamique et Final.

Les idées correspondent à des changements dans le signe.

Je dirais encore que la compréhension est la forme que prend l'imagination lorsqu'elle est déterminée par ses propres succès. Vu qu'elle nous porte ailleurs, l'imagination est insaisissable. Et surtout lorsqu'elle engage notre esprit sur un signe dont l'objet et interprétant dynamiques défilent à une vitesse telle que nos pensées ne peuvent prendre leurs marques. Il faudra attendre une certaine compréhension pour que l'esprit puisse se ressaisir, s'expliquer et, dans cette saisie, lui apparaîtront des liens que l'imagination aura permis mais qui ne s'explicitent pas - du moins immédiatement car il se peut qu'ultérieurement d'autres liens, collatéraux, permettront de les élucider. Apparaissent donc des choses qui résistent à toute explication directe, bref, des idées.

Pour moi, une idée est donc un résidu d'imagination résistant à l'explication, quelque chose qui nous a mené à comprendre mais qu'on n'explique pas²⁴, un point aveugle de l'explication, qu'elle a pourtant bien localisé. Une idée est un indice de l'imagination lorsque cette sémiose qu'est la compréhension s'est arrêtée sur un interprétant final. Fait notable, quiconque peut saisir dans sa propre compréhension l'idée de quelqu'un d'autre que lui. Et c'est pour cela que quiconque peut expliquer, avec ou sans succès, ce qu'il aura compris.

Alors quel intérêt y aurait-il encore à porter aux idées ayant présidé à la découverte de la solution, et est-ce seulement possible ? Quelles que soient les réponses, le fait est que ces idées nous intriguent. On peut les attribuer aux rêveries, à l'inspiration etc. Toutefois, si elles semblent s'être présentées de façon inopinée, cela ne signifie pas grand chose de plus que notre incapacité à nous représenter les circonstances de leur surgissement. On se fait alors une idée des idées comme d'événements internes (prise de conscience, relation apparue à l'esprit etc.). Encore une fois, une telle conception procède d'un clivage entre interne et externe, et dans ce clivage, la représentation est ballottée tantôt du côté des représentations mentales, tantôt du côté des représentations symboliques, alors que **dans une représentation triadique qui considère que le sujet transforme les signes autant qu'il est transformé par eux, la représentation n'est ni dedans, ni dehors mais dans cette interaction.**

²⁴ Sous la pression sélective du succès de ses actes.

Ceci veut dire que du point de vue sémiotique, à ces événements que l'on étiquette par des idées correspondent des événements dans le signe. Ceux-là même qui font l'expérience. Ainsi par exemple, cette apparition de termes négatifs dans un problème qui ne fait intervenir que des nombres positifs est un événement du signe³⁵.

[Une thèse est] d'inscrire l'imagination, la compréhension et l'explication dans le cadre du mouvement interprétatif sémiotique. L'imagination en représente le moment d'ouverture, la compréhension celui de fermeture et les idées que l'explication évoque, explicitement ou non, sont le joint sur lequel pourront s'effectuer des réinterprétations.

Une seconde thèse est qu'une telle ouverture est un effet du signe, et en particulier d'un signe iconique. Ces considérations me permettront de poser la question des liens que les idées entretiennent entre elles, ainsi que celles des liens entre les idées de différents individus.

BIBLIOGRAPHIE COMMUNE À LA PRÉSENTATION ET AUX MORCEAUX CHOISIS

BROUSSEAU G. (1990). « Le contrat didactique, le milieu ». *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.9, n°3, p.309-336.

CHEVALLARD Y. (1980). « Cours ». In *Actes de la 1e école d'été de didactique des mathématiques*. Inédit.

CHEVALLARD Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.

CONNÉ F. & FAVRE J.-M. (dir.) (2004). « L'enseignement spécialisé, un autre terrain de confrontation des théories didactiques à la contingence ». In V. Durand Guerrier & Cl. Tisseron (éds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, mars, année 2003, p.77-171. <https://irem.u-paris.fr/actes-du-seminaire-national-de-didactique-et-autres-actes>

CONNÉ F. & GOBERT S. (2019). François Conne, didacticien des mathématiques, catalogue raisonné 1978-2021, <https://cv.archives-ouvertes.fr/francois-conne>,

CONNÉ F. & LEMOYNE G. (1999). « Introduction ». In G. Lemoyne & F. Conne (dir.) *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Montréal : Presses Université de Montréal, p.7-28.

CONNÉ F. (1981). *La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire*. Thèse de doctorat, psychopédagogie et didactique des mathématiques, Lausanne Université.

CONNÉ F. (1992). « Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique ». *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 12, n°2.3, p.221-270.

CONNÉ F. (1999a). « Faire des maths, faire faire des maths et regarder ce que ça donne ». In Lemoyne G. & Conne F. (dir.) *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Montréal : Presses Université de Montréal, p.31-69.

CONNÉ F. (1999b). « L'activité dans le couple enseignant/enseigné ». In *Actes IXème Ecole d'été de didactique des mathématiques août 1997*.

CONNÉ F. (2003). « Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées ». In S. Schmidt & C. Mary (éds) numéro spécial « La spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire », *Education et Francophonie*, vol.31, n°2, p.82-102.

³⁵ [Note du chercheur, 2022. Un exemple concerne le problème de de Moivre dont la question est : quelles sont les chances d'obtenir un score de k points en jetant n dés équilibrés à f faces. Pour résoudre ce problème, le calcul de Moivre revient grosso modo à multiplier le polynôme $(1-x^f)^n$ par $(1+x+x^2+x^3+\dots)^n$ qui fait apparaître un signe négatif qui se reportera sur certains des produits partiels de ce calcul, ainsi qu'une suite infinie de termes. Au final, tous les coefficients d'exposants supérieurs à nf s'annulent et les coefficients d'exposants inférieurs ou égaux restent positifs. Ceci est heureusement conforme au problème que ce calcul permet de résoudre. Ces deux traits : coefficients négatifs, infinités des termes, apparaissent dès la pose du calcul pour, au final, disparaître du résultat.]

- CONNÉ F. (2003-2004). Sur le fil de nos expériences. Saison 1, 10 épisodes, 85p. Édition scientifique S. Gobert, 2016.
- CONNÉ F. (2004). Sur le fil de nos expériences. Saison 2, trois épisodes et deux ouvertures, 90p. Édition scientifique S. Gobert, 2017.
- CONNÉ F. (2004-2013). Notes sur la narration. 127p. Édition scientifique S. Gobert, 2017.
- CONNÉ F. (2006a). Savoirs à perte de vue. 18p.
- CONNÉ F. (2006b). Journal de recherche. Inédit.
- CONNÉ F. (2007). « Quelques pas esquissés dans l'univers des polyèdres ». In J. Giroux & D. Gauthier (dir.). *Difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques. Hommage à Gisèle Lemoyne*. Montréal : Editions Bande Didactique, p.219-258.
- CONNÉ F. (2008a). « L'expérience comme signe didactique indiciel ». *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.28, n°2, p.219-264.
- CONNÉ F. (2008b). « Coupes sémiotiques ». In J.-P. Sautot (éd.) *Le film de classe. Étude sémiotique et enjeux didactiques*. Limoges : Lambert-Lucas, p.105-142.
- DELEDALLE G. (1978). *Charles Sanders Peirce, Écrits sur le signe*. Paris : Seuil.
- FAVRE J.-M. (2015). *Investissements de savoirs et interactions de connaissances dans un centre de formation professionnelle et sociale : une contribution à l'étude des mathématiques dans le contexte de la formation professionnelle spécialisée*. Thèse de doctorat, didactique des mathématiques, Genève Université.
- GOBERT S. (accepté). « Secondarisation et connaissance utile ». *Revue française de pédagogie*.
- GOBERT S. (2019). « Temporalités didactiques ». In A. Vézier & S. Doussot (dir.). *Les pratiques de récit pour penser les didactiques : dialogue entre histoire et autres disciplines (français, mathématiques, sciences)*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, p.37-54
- JAUBERT M. & REBIÈRE M. (2002). « Parler et débattre pour apprendre : comment caractériser un "oral réflexif" ? ». In J.-C. Chabanne et D. Bucheton (dir.) *Parler et écrire pour penser, apprendre et se construire*. Paris : Presses Universitaires de France, p.163-186.
- JAUBERT M. (2007). *Langage et construction de connaissances à l'école, un exemple en sciences*. Bordeaux : Presses universitaires de Bordeaux.
- LEMOYNE G. & CONNÉ F. (dir.) (1999). *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Montréal : Presses Université de Montréal. 372p.
- MARTY R. (1990). *L'algèbre des signes: Essai de sémiotique scientifique d'après Charles Sanders Peirce*. Amsterdam : John Benjamins Publishing Company.
- MORAND B. (2004). *Logique de la conception. Figure de sémiotique générale d'après Charles S. Peirce*. Paris : L'Harmattan.
- ROUCHIER A. (1991). *Étude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatiques élémentaires : proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation*. Thèse de doctorat, didactique des mathématiques, Orléans Université.
- ROUCHIER A. (1996). « Connaissances et savoirs dans le système didactique ». *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.16, n°2, p.177-196.
- SALIN M.-H. (2001). « Cours sur la théorie des situations ». In *Actes de la Xe école d'été de didactique des mathématiques*.
- THURSTON W.P. (1995). « Preuve et progrès en mathématiques ». *Repères-IREM*, vol.21, p.7-26. (Traduit de l'anglais, édition originale 1994).

VEZIER A. & DOUSSOT S. (dir.) (2019). *Les pratiques de récit pour penser les didactiques : dialogue entre histoire et autres disciplines (français, mathématiques, sciences)*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.