



Gérard Vergnaud

Recherches en psychologie didactique

Ce document est issu du
site officiel de Gérard Vergnaud

www.gerard-vergnaud.org

Ce document a été numérisé afin de rester le plus fidèle possible à l'original qui a servi à cette numérisation. Certaines erreurs de texte ou de reproduction sont possibles.

Vous pouvez nous signaler les erreurs ou vos remarques via le site internet.

Le couple situation/schème, clef de voûte d'une théorie de l'expérience

**In Symposium
Sherbrooke, Canada**

1999
Sherbrooke, Canada

Lien internet permanent pour l'article :
https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1999_Situation-Scheme-Cle-De-Voute_Symposium-Sherbrooke

Ce texte est soumis à droit d'auteur et de reproduction.

SHERBROOKE

SYMPOSIUM : LE CONCEPT DE SITUATION DANS LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT ; UNE APPROCHE INDIVIDUELLE OU COLLECTIVE

Le couple situation/schème, clef de voûte d'une théorie de l'expérience

Gérard Vergnaud

1- Introduction

Le métier d'enseignant est sans doute l'un des plus délicats qui soient. Lorsqu'on analyse l'activité d'un enseignant dans sa classe, on prend la mesure de ses compétences dans plusieurs registres : il est à la fois savant, psychologue, acteur, et metteur en scène. En outre il n'est pas le seul responsable des apprentissages qui se produisent en classe : les élèves ont leur part dans le processus dynamique producteur des effets d'apprentissage. La première raison d'évoquer l'idée de *collectif* est donc que la classe elle-même est un collectif. Mais il existe une deuxième raison, c'est que l'enseignant fait partie d'une communauté, et même de plusieurs : la communauté des enseignants du même établissement, la communauté des professeurs de la même discipline ou du même niveau, le syndicat, d'autres communautés encore... Je suis donc amené plus loin à quelques réflexions sur ce que recouvre l'idée de *collectif*.

Avant toute chose, le premier sujet à aborder concerne le rôle de médiateur de l'enseignant. J'ai préparé il y a plus de 20 ans, un schéma qui repose tout entier sur le couple théorique situation/schème, et qui résume le rôle de médiateur de l'enseignant dans cette phase cruciale de son activité qui consiste à présenter une situation nouvelle aux élèves et à gérer la construction progressive par les élèves, avec son aide, d'un nouveau schème, ou de plusieurs. Ce schéma s'appuie à la fois sur Vygotski et Piaget, mais l'analyse sur laquelle il repose n'aurait pas été possible sans le développement du concept de situation, que les didacticiens des mathématiques, notamment Brousseau et Douady, ont contribué à forger.

Le choix des situations à offrir aux élèves est en effet le premier acte de médiation de l'enseignant. Ce choix s'alimente à l'épistémologie de la discipline enseignée, et à l'épistémologie de l'apprentissage de cette discipline. Elles sont distinctes : en effet, si l'on désigne par « épistémologie », dans un sens restreint du terme, la relation entre la connaissance et les problèmes pratiques et théoriques auxquels cette connaissance apporte une réponse, on comprend aisément que les problèmes que les élèves sont susceptibles de se poser, et qui occupent l'enseignant dans la préparation des leçons, ne sont pas ceux que les spécialistes de la discipline se sont posés au cours de l'histoire, ou qu'ils se posent aujourd'hui. Certes il existe des cas troublants et intéressants de similitude entre les questions et les difficultés rencontrées au cours de l'histoire et celles rencontrées par les élèves aujourd'hui ; mais ce sont des cas relativement exceptionnels. Ce qui est vrai pour une

discipline est probablement vrai aussi pour une profession, et la didactique professionnelle n'échappe pas à la réflexion épistémologique. De telle sorte que les auteurs qui, comme Piaget, Vygotski, Bruner, et plusieurs autres comme Dewey ou Claparède (un peu oubliés aujourd'hui mais néanmoins très importants), se sont intéressés au développement et à l'apprentissage, sont des références utiles pour la théorie. A dire vrai les concepts de développement et d'apprentissage sont insuffisants ; il nous faut une théorie de l'expérience, laquelle doit permettre de considérer avec plus d'ampleur les compétences formées au cours de toute la vie (chez les adultes et pas seulement chez les jeunes), et dans la grande variété des registres de l'activité que sont, en relation avec les activités scientifiques et techniques, les compétences d'interaction et de dialogue avec autrui, les compétences affectives, les compétences gestuelles et physiques.

Dans son activité de médiateur, l'enseignant ne se contente pas, bien évidemment, de solliciter les élèves par des situations, si habilement mises en scène soient-elles. Il intervient aussi pour aider les élèves à construire des formes d'activité relativement nouvelles par rapport à celles dont ils disposaient avant d'être confrontés à la situation nouvelle proposée par le maître. Il enseigne éventuellement un algorithme ou une règle d'orthographe, un geste sportif ou un accent britannique, mais il intervient aussi sous des formes moins directives, en favorisant l'exploration et la découverte par les élèves eux-mêmes des manières de s'y prendre.

Il nous faut donc un concept solide pour identifier des unités significatives dans l'activité des élèves et dans celle du maître. Je ne vois pas d'alternative au concept de **schème**, en entendant par ce terme, emprunté à Piaget comme chacun sait, une totalité dynamique fonctionnelle. Simplement cette idée de totalité ne permet pas à elle seule d'approfondir l'analyse et d'identifier les points sur lesquels l'aide d'autrui peut enrichir et infléchir l'activité de l'apprenant. C'est pourquoi j'ai distingué dans le concept de schème quatre sortes de composantes, toutes essentielles pour comprendre le déroulement de l'activité en situation, et qui permettent d'aller un peu plus loin dans l'analyse (Vergnaud, 1990,...) :

Un but, des sous buts et des anticipations ;

Des règles d'action , de prise d'information et de contrôle ;

Des invariants opératoires : concepts en acte et théorèmes en acte en mathématiques

Des possibilités d'inférence.

Le but, les sous buts et les anticipations peuvent évoluer au cours de l'activité, et il n'est pas aisé parfois de les reconstituer, tant il est vrai qu'un sujet se donne presque toujours des buts et des contraintes personnels en plus des buts « officiels » de l'activité.

Les règles aussi sont peu accessibles à l'observateur, d'autant qu'elles n'engendrent pas seulement les actions observables, mais aussi des actes moins facilement observables comme des prises d'information et des contrôles ; et de nombreuses activités non observables, néanmoins essentielles.

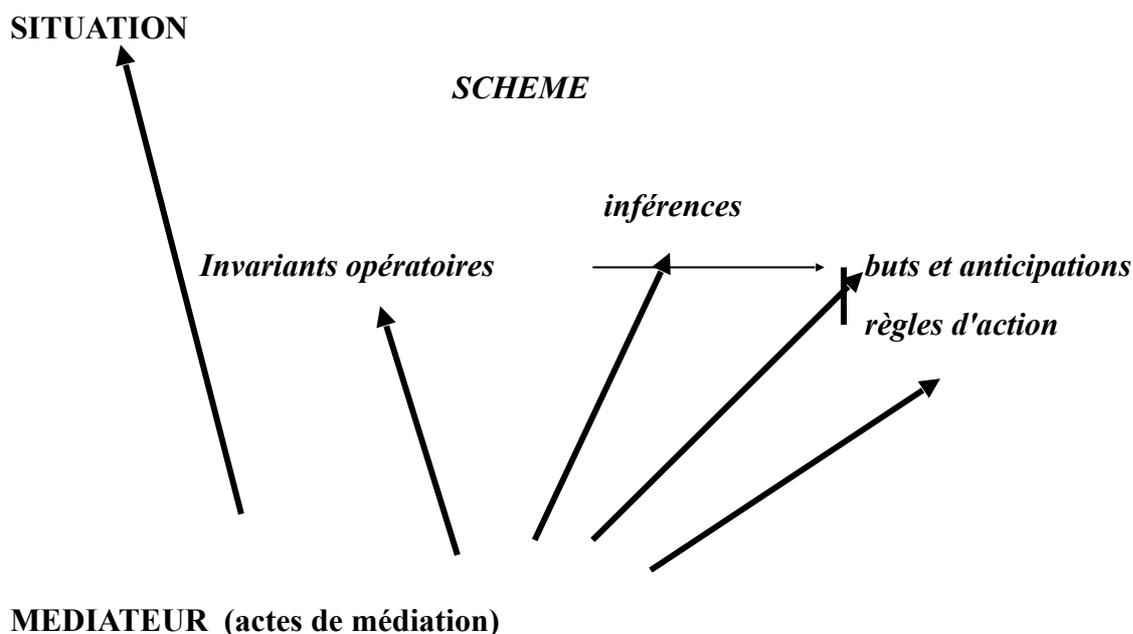
Quant aux invariants opératoires, ce n'est le plus souvent que par l'interprétation de la conduite du sujet observé, et par comparaison avec d'autres manières de s'y prendre que l'observateur peut détecter l'existence d'une proposition tenue pour vraie par le sujet.

Les inférences en situation, pourtant nombreuses, sont encore plus secrètes.

Ces remarques ne sont guère encourageantes pour le chercheur soucieux de méthode objective, et on comprend pourquoi le piège behavioriste a séduit tant de psychologues, et avec eux tant de chercheurs des domaines de l'éducation et du travail. Pourtant il vaut mieux prendre le risque d'interpréter, que de rester prudemment dans des descriptions locales, ne permettant de comprendre ni l'apprentissage, ni le développement, ni l'expérience.

La raison de cette prise de position tient en une formule lapidaire : la connaissance est adaptation ; ce qui s'adapte ce sont des schèmes, c'est-à-dire des formes d'organisation de l'activité ; et ils s'adaptent à des situations. De telle sorte que le couple situation/schème est au cœur de la théorie de l'activité dont nous avons besoin pour étudier l'éducation et le travail. Les situations sont du côté du réel ; à ce titre elles résistent à l'assimilation. Les schèmes eux, ressources pour assimiler les situations, sont du côté du sujet, même s'ils tirent une partie de leur identité des situations auxquelles ils s'adressent. Réciproquement d'ailleurs, les situations tirent une partie de leur identité des schèmes qui permettent de les traiter : par exemple on parle des situations de « *règle de trois* » alors que la règle de trois est une manière de procéder, non pas une situation ; on devrait dire « *situations de quatrième proportionnelle*..

Voici le schéma annoncé :



Le schème représenté ici est le schème potentiel de l'élève, et les actes de l'enseignant sont des actes individuels, de telle sorte que nous sommes encore loin de l'analyse du travail collectif des élèves et du professeur dans la classe. Des travaux ont commencé de se développer sur ce sujet (Sensevy et Mercier, 2007). Mais on ne doit pas minimiser l'importance, pour l'analyse, de ces unités d'activité que sont les schèmes et les classes de situations, en dépit de leur caractère circonscrit. En outre, si l'activité des élèves peut être analysée de cette manière, celle des enseignants doit pouvoir l'être aussi. La difficulté est plus grande cependant, tant il nous manque aujourd'hui une représentation et une classification un peu fines des classes de situations auxquelles les enseignants peuvent avoir à faire.

Ce manque ne doit pas nous freiner pour aborder la question du collectif, si importante, et qui se pose non seulement à travers les situations de travail et d'apprentissage, mais aussi à travers les questions de la compétence, de l'expérience, de la résolution de problèmes, de l'activité de conception et d'invention, pour ne citer que quelques aspects.

2- Que véhicule l'idée de collectif ?

Je me contenterai de souligner, en simplifiant beaucoup, quatre idées principales, qui me paraissent complémentaires : celle de conjugaison des compétences individuelles, celle de communauté professionnelle, celle de culture d'entreprise, celle enfin d'élaboration collective.

2.1- L'idée de conjugaison de compétences

C'est l'idée la plus facile à comprendre : elle renvoie à la complémentarité des compétences réunies dans une équipe de travail, fût-elle de production, de formation, de direction, de conception. Prenons le cas d'une entreprise : une équipe de techniciens chargée du fonctionnement d'un appareil technique, une équipe projet réunie pour la rédaction de la réponse à un appel d'offre, une équipe de direction sont de bons exemples. La poursuite de l'objectif commun ne demande pas seulement la combinaison des compétences respectives des individus, mais également le suivi du décours temporel de l'activité collective, comme c'est le cas, par une métaphore suggestive, dans une équipe de football ou dans la conduite d'un système technique complexe comme une centrale nucléaire. Il n'est alors nullement indispensable que tous les membres de l'équipe aient un même niveau de compétence sur tous les sujets, mais plutôt qu'ils connaissent assez les fonctions et les compétences des autres pour comprendre leur point de vue, s'ajuster à eux, et compenser les éventuelles lacunes. La collaboration commence donc par la connaissance des compétences des partenaires et de leurs réactions possibles. Il importe en effet d'avoir une représentation juste de ce que peut et doit faire l'autre dans les situations connues et prévisibles, et plus encore dans les situations nouvelles. La familiarité des uns avec les autres est décisive ; beaucoup d'organisations du travail reflètent cette condition. Et pourtant, paradoxalement, il existe des entreprises dans lesquelles on fait en sorte que ceux qui sont appelés à collaborer ne soient pas habitués les uns aux autres. C'est le cas par exemple dans certaines compagnies aériennes pour le pilote et le copilote, parce qu'on veut éviter que leur connivence produise des effets contraires aux prescriptions des procédures.

2.2- L'idée de communauté professionnelle

La compétence collective ne recouvre pas seulement les compétences individuelles des personnes appelées à travailler ensemble, mais celles de l'ensemble des personnes qui exercent les mêmes activités. Il en est ainsi des ouvrières sur chaîne qui assurent une rotation toutes les deux heures sur les différents postes de travail, d'une communauté de chercheurs dans un même domaine, d'un groupe d'enseignants d'un même établissement, ou d'une même discipline. Des pratiques semblables et communes construisent et cimentent la compétence de ceux et celles qui exercent un même métier. Elles permettent l'échange et la discussion, la mise en patrimoine, la formation et le maintien à niveau des individus.

Cette évidence peut conduire, si l'on n'y veille pas, à certains écueils, par exemple à l'idée que la compétence collective d'une entreprise ou d'une administration serait la somme des compétences des communautés professionnelles telles qu'elles sont reconnues dans les référentiels, chaque communauté professionnelle étant alors considérée comme une sorte de *sujet collectif anonyme*. Les individus seraient alors considérés comme interchangeables, ce qui est contraire au fait que, toutes choses égales par ailleurs, les compétences individuelles sont inégales

Il faut donc faire la différence entre l'idée juste que les compétences professionnelles sont partagées par une communauté de métier, et le fait que le *savoir agir collectif* dépasse l'idée de *connaissance partagée*. Il reste qu'une communauté professionnelle peut se donner les moyens d'entretenir et développer les compétences de ses membres (exemple des électroniciens du CNRS, exemple des professeurs d'une même discipline).

2.3- L'idée de culture commune

Il s'agit là des valeurs communes à tous (ou presque tous) les personnels d'une administration, d'une entreprise ou d'une branche; ce sont des valeurs, mais également des méthodes, des attitudes et réactions communes à l'événement, des démarches, une connaissance de l'entreprise, de ses rouages, de son fonctionnement. Vues comme un patrimoine commun, ces valeurs sont partagées au quotidien, et conduisent bon an mal an à une communauté de but ou d'intention, souvent à l'occasion d'une déstabilisation (fusion, acquisition, réforme ...). Elles reflètent la spécificité de l'entreprise, favorisent la reconnaissance mutuelle, ainsi qu'une sorte de patriotisme d'entreprise. Tout ne se joue pas au niveau de l'entreprise : c'est parfois au niveau d'un département, d'un atelier, voire d'une équipe.

- Le *savoir agir collectif* se fonde sur quelques caractéristiques : une coopération sans faille, elle-même corrélée à une confiance réciproque de ses membres. L'habitude d'un fonctionnement commun permet à chacun de « se trouver » sans perte de temps et de se fondre dans le collectif, de faire passer ses propres sentiments ou intérêts après l'atteinte du but fixé, de s'impliquer activement, de prendre des initiatives, de « foncer ».
- Ce qui fait problème par contre, c'est l'intégration de nouveaux membres. En effet, la prégnance du mode de fonctionnement et les valeurs sur lesquelles se fonde le *savoir agir collectif* sont tellement fortes, qu'il est difficile de faire une place à la différence et à la nouveauté : certaines personnes invitées à des réunions de groupe repartent mécontentes, faute d'avoir senti l'accueil et l'ouverture des membres du groupe, ou parce qu'elles sont gênées par un mode de fonctionnement trop proche de l'adhésion militante.

Ainsi le point fort d'une équipe peut se révéler en être aussi le talon d'Achille. Le renouvellement est important pour assurer une efficacité durable. Ce qui fait la force d'un groupe à l'instant t peut s'avérer une faiblesse dans la durée. Mais cela confirme l'importance de la culture commune dans la compétence collective.

2.4- L'élaboration collective face à l'événement

Cette idée est particulièrement importante dans un monde en évolution rapide : parce que les situations de travail imposent d'analyser vite et juste, de manière à prendre à temps les bonnes décisions, et aussi parce que ces décisions ont un impact sur les résultats, sur l'image de marque de l'entreprise, sur la confiance des clients et des utilisateurs. Ainsi, à tous les niveaux

de responsabilité, les acteurs doivent-ils intervenir dans des environnements incertains: les actes quotidiens deviennent souvent décisionnels.

Toute décision tend à devenir lourde de conséquences, et les professionnels sont provoqués au plus intime de leur personnalité. Dans cet environnement, le travail ne peut plus se concevoir autrement que comme un processus collectif d'élaboration de réponses, de moins en moins conventionnelles, à des situations de moins en moins habituelles. Les compétences des personnes et des collectifs de l'entreprise doivent déboucher sur des constructions communes, qui sont fonction des circonstances, des arbitrages, des logiques imprévues, inhabituelles, voire exceptionnelles, et de l'enchevêtrement des facteurs.

Deux considérations intéressantes émergent : d'abord il faut disposer d'habitudes acquises dans la durée, pour être en mesure de faire face collectivement à des situations inhabituelles. Ensuite, improviser n'est pas « faire n'importe quoi », c'est inventer, en situation, la réponse la mieux adaptée, en puisant dans les ressources du groupe, et en innovant. Un collectif ne peut se sortir de difficultés rencontrées de manière contingente que s'il a des habitudes de travail en commun, y compris pour poser les problèmes et pour tenter de les résoudre. Mais chacun ne donne le meilleur de lui-même que s'il se sent valorisé, par les autres et par l'entreprise. Vaste problème évidemment! Pour que chacun, dans le collectif, mette son intelligence au service du diagnostic, et de la résolution du problème rencontré, il faut que chaque individu se sente reconnu comme une personne compétente, autonome et créatrice.

En résumé, et de manière lapidaire, on peut dire qu'il ne suffit pas que le travail soit une activité collective pour qu'on puisse parler de compétence collective.

3- Qu'est-ce que la compétence ?

La performance est évidemment une première approche:

- X est plus compétent au temps t qu'au temps t' s'il sait faire ce qu'il ne savait pas faire. Ou bien X est plus compétent que son collègue Y, ou encore l'équipe X est plus compétente que l'équipe Y, si X sait faire ce que Y ne sait pas faire.

Cette définition est réductrice, dans la mesure où elle identifie la compétence à la performance, reste muette sur d'autres aspects très importants de l'activité, et s'en tient finalement au verdict du résultat de l'activité, sans s'intéresser à l'organisation de l'activité elle-même. Voici des définitions complémentaires:

- X est plus compétent s'il s'y prend d'une meilleure manière (plus rapide, plus fiable, mieux compatible avec la manière dont ses partenaires s'y prennent).
- X est plus compétent s'il dispose de ressources alternatives pour traiter des situations d'un certain type, mais susceptibles, par leurs caractères propres, de rendre une méthode plus opportune dans tel cas, moins opportune dans tel autre.
- X est plus compétent s'il est moins démuni devant une situation nouvelle.

Ces trois dernières considérations conduisent à l'analyse de l'activité, pas seulement à celle de son résultat.

4- Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance

La plupart de nos connaissances sont des compétences, ce qui conduit à distinguer la forme opératoire de la connaissance, qui consiste à agir et à réussir (ou espérer réussir), et sa forme

prédicative, qui consiste en l'énonciation des objets du monde et de leurs propriétés. Les traités scientifiques et techniques relèvent principalement de la forme prédicative, l'activité en situation relève de la forme opératoire.

Prenons des exemples :

Premier exemple (emprunté à Patrick Mayen): un mécanicien de réparation automobile expérimenté se voit confier la responsabilité d'accueillir les clients qui apportent leur voiture pour réparation. Dans cette nouvelle fonction, le réceptionnaire a comme premier objectif, dans les 5 à 15 minutes dont il dispose, d'obtenir du client une information aussi fiable que possible sur le problème mécanique en jeu; sa compétence de mécanicien est donc essentielle. Il lui faut pour cela écouter le client, lui poser des questions pertinentes, soit pour en savoir davantage que ce que le client ou la cliente est en mesure de dire de son propre chef, soit pour écarter les diagnostics erronés que le client propose. Une étude approfondie menée par Patrick Mayen a montré que, à côté de ce premier objectif, il existe deux autres enjeux du dialogue avec le client: le rassurer (sur les délais, les prix, la garantie...), et le fidéliser: Il est clair que l'accueil doit satisfaire le client et l'encourager à revenir la prochaine fois, non pas à aller chez le concurrent.

L'activité de dialogue engagée par le réceptionnaire est ainsi organisée autour de ces trois enjeux, sans qu'il y ait un plan préétabli. Les compétences conversationnelles du réceptionnaire et sa capacité à s'adapter aux propos de son interlocuteur sont aussi nécessaires que ses compétences de mécanicien. Ce n'est pas dans l'atelier seulement qu'il a pu les développer, mais au cours de toute son expérience de la conversation, de la politesse, de l'amabilité, de l'humour... Il développe en outre une nouvelle professionnalité au cours de son expérience de réceptionnaire. Les réceptionnaires ne sont pas également compétents, loin de là.

L'enseignant poursuit aussi plusieurs buts à la fois au cours de son activité en classe, et il doit faire face aux événements contingents, plus encore que le réceptionnaire de clients.

Deuxième exemple: dans une entreprise de production de béton; les camions-toupies sont équipés de pompes à eau d'une certaine complexité. Il arrive qu'elles tombent en panne. Les pompes ne sont pas toutes identiques, les pannes non plus, y compris sur le même type de pompe. Un jour l'un des techniciens de maintenance tombe malade et doit se faire hospitaliser. L'effet immédiat est que, dans l'atelier, on ne sait plus réparer un certain type de pannes, que le technicien hospitalisé avait l'habitude de réparer, et à qui justement on les confiait régulièrement. Comme son hospitalisation se prolonge, on envoie une petite délégation de collègues pour lui demander comment il s'y prend. Il se prête volontiers à l'entretien, explique le mieux qu'il peut; les collègues s'en retournent contents; mais une fois revenus dans l'atelier, ils ne parviennent toujours pas à réparer les dites pannes. Evidemment lorsque le technicien sort de l'hôpital, quelques semaines plus tard, il recommence à réparer sans problème les pannes récalcitrantes.

Examinons l'activité du réparateur de pompes à eau: bien sûr le fait brut est qu'il sait réparer des pannes que les autres ne savent pas réparer (critère de la performance). Mais on observe aussi qu'il exécute des gestes subtils dont la fonction n'est pas immédiatement interprétable. En outre les gestes ne sont pas le tout de sa compétence: il prend des indices perceptifs sur plusieurs parties de la pompe à eau, fait des essais de fonctionnement partiel, analyse la contribution synchronique et diachronique des différents mouvements en jeu. Il lui faut pour

cela disposer de concepts-en-acte, lui permettant de rechercher l'information pertinente et d'ignorer d'autres aspects du mécanisme et de son fonctionnement. Il questionne ainsi la pompe à eau récalcitrante, et raisonne en situation, sans pour autant être en mesure de formuler complètement ce qu'il tient pour vrai ou raisonnable, de même d'ailleurs que les mots lui manquent pour désigner sans ambiguïté les indices qu'il utilise. On peut dire que *la forme prédicative* de sa connaissance des pompes à eau est en deçà de sa forme opératoire. C'est la raison de son échec à communiquer son savoir-faire à partir de son lit d'hôpital.

Examinons à son tour l'activité du réceptionnaire de clients: il se trouve dans une situation dans laquelle une autre source que lui-même contribue à donner sa forme à la conversation (situation dite "dynamique"). L'interlocuteur client est en partie prévisible, en partie imprévisible. Le réceptionnaire doit donc disposer de catégories lui permettant d'interpréter ce que dit le client par rapport aux trois buts distingués plus haut (identifier la panne, rassurer, fidéliser), et être en même temps en mesure de s'adapter à l'imprévu. Parce qu'elle est adaptative, l'activité professionnelle est toujours opportuniste. Mais elle n'en comporte pas moins de fortes régularités, et les conceptualisations nécessaires. Au fond de l'action on trouve toujours la conceptualisation, c'est-à-dire l'identification d'objets de différents niveaux, directement accessibles à la perception ou non, ainsi que leurs propriétés et relations. La conceptualisation joue un rôle essentiel dans l'organisation de l'activité; d'où l'importance des invariants opératoires comme composantes des schèmes.

5- Schème, expérience et champ conceptuel

L'expérience consiste dans la rencontre du sujet avec des situations. C'est une *histoire*, même s'il est impossible de la raconter. Elle est singulière pour chaque individu, mais chaque individu, à commencer par le bébé, s'organise progressivement de manière à traiter de façon semblable des classes de situations distinctes, en fonction des ressemblances et des différences qu'il est en mesure d'identifier entre ces situations. Ce sont ces formes d'organisation de l'activité qui constituent les premiers schèmes du bébé, qu'ils soient congénitaux et instinctifs au départ, ou qu'ils dépendent davantage de l'histoire propre du bébé: par exemple la reconnaissance du biberon et la formation des percepts et des gestes qui lui sont associés n'obéissent pas au même calendrier chez les enfants nourris exclusivement au sein et chez ceux qui sont nourris très tôt au biberon. Il existe en outre des différences culturelles importantes sur ce point. Les schèmes du bébé, quelque syncrétiques qu'ils puissent être, ne peuvent pas se développer, se différencier et s'enrichir sans que soient identifiés des objets, des propriétés, des relations et leurs transformations. Les invariants opératoires jouent donc un rôle central dans l'adaptation du bébé à son environnement physique et social. Les buts distincts et les règles distinctes d'action de prise d'information et de contrôle associées à chaque classe de situations sont également essentielles dans l'assimilation des situations nouvelles et dans l'accommodation des schèmes. En d'autres termes les différentes composantes du schème sont présentes dès les premières formes d'organisation de l'activité du bébé. Après quelques jours la manière dont le bébé se tourne vers le sein de sa mère et commence à téter est déjà un peu différente de ce qu'elle était la première fois.

Ce n'est pas le lieu, dans ce colloque, d'énumérer les différents schèmes perceptivo-gestuels qui jalonnent le développement cognitif du bébé ; il existe de nombreuses références sur ce sujet, même si elles se situent dans un autre cadre théorique. Il paraît utile cependant de remarquer que l'expression « schèmes sensori-moteurs » utilisée par Piaget est à certains égards une erreur conceptuelle, dans la mesure où leur organisation est faite de perceptions et de gestes organisés. L'expression « schèmes perceptivo-gestuels » est plus correcte au plan théorique. En outre une part importante du répertoire de schèmes de l'enfant de 18 mois concerne les propriétés physiques et spatiales des objets, les propriétés sociales et affectives des personnes de l'entourage, et les fonctions de communication et de représentation du langage. Le langage du jeune enfant est lui-même géré par des schèmes linguistiques et perceptivo-gestuels de dialogue et de monologue. Il n'est donc guère raisonnable de parler de stade sensori-moteur. On peut utiliser le terme de « geste », métaphoriquement, pour parler des activités professionnelles, mais à condition d'y reconnaître le concept de schème, pas l'inverse ! Les gestes sont d'excellents exemples du concept de schème, mais ils n'en ont pas la valeur théorique, ni la généralité.

Je voudrais soutenir, dans les lignes qui suivent, deux thèses principales :

1- Le champ d'expérience du sujet, enfant, adolescent, adulte couvre, à la fois l'expérience dite « quotidienne » de la vie (dans la famille et dans le milieu de vie), et l'expérience scolaire, l'expérience professionnelle, la formation. On ne peut pas opposer ces expériences les unes aux autres sans précaution théorique. Par exemple il est excessivement simpliste d'opposer les mathématiques de l'école et celles de la vie ordinaire : beaucoup de résultats montrent que les mêmes schèmes organisent les unes et les autres. Ce sont les conditions qui changent, et bien entendu elles pèsent ; mais les schèmes, c'est à dire les formes d'organisation de l'activité, restent étonnamment semblables ; les erreurs aussi.

2- Pour analyser le développement des compétences et des conceptualisations du sujet dans les différents registres de son activité, il est indispensable de découper des objets d'étude plus petits que l'expérience globale, même si cette expérience globale mérite aussi d'être analysée pour elle-même, et même si elle pèse sur l'expérience associée à des domaines particuliers. C'est à cette question méthodologique que répond le concept de « champ conceptuel » : son objectif est de désigner des sous-champs de l'expérience, autour des deux idées de situation et de concept. En effet, une approche développementale des compétences et des conceptualisations conduit inexorablement à étudier une variété de situations, puisqu'un concept ne se développe pas dans une seule catégorie de situations, mais dans une certaine variété, qui peut être très grande. Corrélativement une situation ne s'analyse pas à l'aide d'un seul concept, mais de plusieurs. Le chercheur est donc conduit, s'il veut comprendre le développement, à prendre pour objet d'étude un ensemble de situations et un ensemble de concepts, c'est-à-dire un champ conceptuel. C'est un moyen relativement sûr et concret de choisir les situations didactiques dans la zone de proche développement.

Pour mieux faire comprendre ce besoin théorique, je prendrai l'exemple de l'apprentissage de la proportionnalité. Cet apprentissage appelle en effet la rencontre avec une diversité de situations de proportionnalité simple entre grandeurs continues et/ou quantités discrètes (multiplication, division-partition, division-quotition, quatrième proportionnelle) et de proportionnalité double ou multiple (situations dans lesquelles une variable est

proportionnelle à plusieurs autres variables, indépendantes entre elles). Or cet apprentissage requiert l'identification et éventuellement l'explicitation, verbale ou symbolique, d'une variété de concepts. La distinction entre une grandeur et sa mesure est indispensable, mais les enfants continuent longtemps à raisonner sur des grandeurs et pas sur des nombres seulement. Ils distinguent donc entre les dimensions différentes des grandeurs en jeu, entre grandeurs élémentaires, grandeurs quotients et grandeurs produits, le plus souvent implicitement.

Prenons un exemple de recherche d'une quatrième proportionnelle; les informations sont les suivantes :

La production d'une ferme de la Beauce est de 2985 quintaux de blé.

Il faut 120kg de blé pour faire 100kg de farine

Parmi les questions formulées par les élèves, figure la question suivante :

Combien peut-on faire de farine avec cette production ?

Intéressons-nous à la phase de choix des données et de l'opération à effectuer, et laissons de côté la phase d'effectuation de cette opération.

Cette phase de choix de l'opération peut commencer par une période de recherche et d'hésitation, qui peut durer assez longtemps chez des élèves de collège ou des adultes dits « de faible niveau ». Puis une proposition peut être formulée ; il en existe une grande variété :

- déclarer que 2985 quintaux de blé, cela fait 298 500 kg de blé, et diviser 298 500 par 120, avec ce commentaire que, de cette manière, on saura « *par combien de fois il faut multiplier 100 kg de farine...* »

- déclarer qu'il faudrait faire le produit en croix, procédure enseignée partout, mais peu fréquemment utilisée dans les circonstances ordinaires de la vie.

- envisager de diviser 120 par 100, sans savoir pour autant comment continuer ensuite.

- proposer de diviser 100 par 120, et considérer que le résultat ainsi trouvé, c'est le coefficient qui permet de passer du blé à la farine. Cette proposition est très peu fréquente.

- essayer de s'approcher progressivement de 298 500 en faisant 1000 fois 120, soit 120 000; puis à nouveau 1000 fois, puis 100 fois, puis 10 fois, etc.

Il existe une bonne vingtaine de propositions possibles, dont cinq ou six peuvent conduire à la solution, les autres à l'échec.

Les élèves ne conçoivent pas de la même manière les rapports entre grandeurs de même nature (120 kg de blé et 298500 kg de blé par exemple) et les rapports entre grandeurs de nature différente (entre quantités de blé et quantités de farine). On peut d'ailleurs considérer que les rapports entre grandeurs de même nature sont des scalaires, et donc des nombres, tandis que les rapports entre grandeurs de nature différente appellent l'analyse dimensionnelle. L'emprunt du vocabulaire des espaces vectoriels et des applications entre espaces vectoriels est justifié par l'analyse des schèmes mis en oeuvre dans les problèmes de proportionnalité : en effet les élèves ont recours à plusieurs propriétés des fonctions linéaires et bilinéaires sans qu'elles aient jamais été enseignées. Tel est le cas, lorsque les valeurs numériques s'y prêtent, des propriétés d'isomorphisme (additif et multiplicatif). Ce sont typiquement des théorèmes-en-acte, que le chercheur peut formuler, pour lui et pour sa

communauté, dans des termes mathématiques, même si cette forme d'énonciation n'est pas accessible aux élèves.

$$f(x+y) = f(x) + f(y)$$

$$f(kx) = kf(x)$$

$$f(ax + by) = af(x) + bf(y)$$

Pour prendre en compte le développement, le didacticien est conduit, comme d'ailleurs le psychologue, à étudier un concept comme un triplet de trois ensembles distincts, qui doivent tous les trois recevoir son attention. Ces ensembles sont distincts et non réductibles l'un à l'autre ; cela ne signifie pas qu'ils sont indépendants entre eux :

Concept =def (S, I, L)

S=def ensemble des situations qui donnent du sens au concept

I=def ensemble des invariants opératoires qui structurent les formes d'organisation de l'activité (schèmes) susceptibles d'être évoquées par ces situations

L=def ensemble des représentations langagières et symboliques (algébriques, graphiques...) qui permettent de représenter les concepts et leurs relations, et par voie de conséquence les situations et les schèmes qu'elles évoquent.

Le chercheur qui veut comprendre le développement et l'apprentissage est donc conduit à prendre pour objet d'étude un ensemble de situations et un ensemble de concepts, c'est-à-dire un champ conceptuel.

Définition : un champ conceptuel est à la fois un ensemble de situations et un ensemble de concepts : l'ensemble des situations dont la maîtrise progressive appelle une variété de concepts, de schèmes et de représentations symboliques en étroite connexion ; l'ensemble des concepts qui contribuent à la maîtrise de ces situations.

Ces concepts forment d'ailleurs des systèmes, dont l'organisation est elle-même progressive, éventuellement jamais achevée : par exemple le champ conceptuel des structures additives se développe sur une très longue période de temps à partir de 3 ou 4 ans et jusqu'à la fin des études secondaires ; des erreurs de conceptualisation subsistent chez de nombreux adultes sinon tous. Le champ conceptuel de la morale est également le lieu d'un lent et complexe développement qui va des premières années à la vie d'adulte. Pour des raisons de faisabilité ; on peut identifier des champs conceptuels plus restreints, dans tel ou tel registre de l'activité, comme la compréhension de textes narratifs à l'école élémentaire, la mécanique du mouvement au lycée, la conduite des centrales nucléaires chez les professionnels en activité ou en formation. Mais dans tous les cas, il y a péril à prendre des objets d'étude trop petits, en ce sens qu'on risque de ne pas saisir les processus organisateurs du développement des compétences et des conceptualisations. Ces processus reposent en effet sur des analogies, des métaphores et des glissements de sens. À partir de certaines régularités observées dans le réel, souvent produites par l'action du sujet, ces processus aboutissent à des constructions conceptuelles de haut niveau, qui n'ont plus de relation aisément identifiable avec les régularités observables du réel. Sans le langage et les symbolismes développés par la culture, il serait impossible d'identifier ces constructions conceptuelles.

5- Langage dans l'activité et langage sur l'activité

Parler est une activité qui mérite d'être étudiée pour elle-même, surtout lorsqu'elle représente l'essentiel de l'activité professionnelle d'une personne, ou une part très importante. Mais parler est aussi une activité au second degré, sorte de commentaire accompagnant une autre activité.

Dans cette partie de ma contribution, je me propose de présenter des exemples permettant de situer mes préoccupations concernant le développement des compétences des adultes sur le long terme ; puis de revenir sur la distinction entre la forme opératoire et la forme prédicative de la connaissance, distinction dont la portée théorique et pratique est fondamentale, notamment du point de vue de l'évaluation des compétences et de l'analyse de l'expérience

Le premier exemple est emprunté à la thèse de Fatima Vilar de Melo, et concerne le développement des compétences langagières chez des métallurgistes brésiliens de la région de Recife. Cette thèse est antérieure à l'élection de Lula comme président du Brésil, illustre syndicaliste de la métallurgie, comme vous savez . Ce que Vilar de Melo voulait montrer, c'était l'effet de l'expérience syndicale sur le développement de personnes dont la formation initiale est faible, très faible même. Elle avait d'abord songé à des instruments classiques d'évaluation du développement cognitif ; je l'en ai dissuadé et lui ai conseillé de recourir à des formes proches de l'activité habituelle de ces personnes. Elle a donc organisé des discussions entre syndicalistes, en variant la durée de l'expérience antérieure des personnes ayant accepté de prêter leur concours : sans expérience, six mois d'expérience, un an, trois ans, huit ans, douze ans. Elle les a mis dans deux situations proches l'une de l'autre : la première « *Est-ce que vous pouvez débattre des enjeux actuels du syndicalisme ?* » ; la seconde « *Que pensez-vous de l'éducation et des enjeux de l'éducation ?* ». Il se trouve que le président du Brésil à l'époque était Connor, un sinistre personnage, qui a pillé l'état ; il y avait matière à discussion.

Du point de vue qui nous intéresse aujourd'hui, les résultats concernant la richesse langagière des échanges sont à peu près les mêmes dans les deux situations.

Le tableau 1 indique le nombre de pages des échanges sur le thème proprement syndical, le nombre de mots dans chacun de ces échanges, et le nombre de mots ou syntagmes différents.

tableau 1

Expérience	pages	mots	termes diff
Aucune	8	3404	19
6 mois	29	12232	76
1 an	18	5604	60
3 ans	31	10896	146
8 ans	53	20978	354
12 ans	43	18499	343

Les différences sont spectaculaires, quant à la durée des échanges et la variété des formes lexicales. Malgré la brièveté de leur scolarité, due à la faiblesse de l'école publique au Brésil, ces syndicalistes disposent de ressources importantes, construites pour l'essentiel au cours de leur expérience.

Le tableau 2 montre une autre évolution intéressante, celle des différentes formes d'argumentation utilisées (en pourcentages cette fois) ; la compétence à argumenter est importante pour des syndicalistes, dont c'est l'activité principale que de discuter.

tableau 2

	sans exp	6 mois	1 an	3 ans	8 ans	12 ans
constatifs	54	34	30	25	27	17
axiologiques	33	39	35	30	18	21
prescriptifs	11	15	14	10	10	9
commentaires		4	6	18	21	24
explicatifs		2	6	9	14	15
conditionnels	1	6	7	6	6	9
interrogatifs				2	3	3

Fatima Vilar de Melo n'est pas entrée dans une analyse fine de l'interlocution, comme le font les linguistes pragmatistes, Trognon par exemple; cela l'aurait conduite trop loin pour son propos. Elle a utilisé les catégories de l'équipe de Grize à Neuchatel.

La distribution des arguments varie beaucoup en fonction de l'expérience ; certaines formes n'apparaissent que chez les syndicalistes les plus chevronnés , avec un faible pourcentage d'ailleurs. On pourrait parler de **compétences critiques**, celles qui font la différence entre personnes plus expérimentées et personnes moins expérimentées.

Mon deuxième exemple concerne plutôt le langage sur l'activité puisqu'il s'agit d'ingénieurs de conception, concepteurs de lanceurs spatiaux (Ariane 4 et Ariane 5), dont ce n'est pas l'activité principale que de parler. Le département de conception comptait à l'époque environ 180 personnes, organisées en petites équipes de trois à dix personnes : il existe beaucoup d'interactions à l'intérieur de chaque équipe puisque ses membres travaillent sur les mêmes projets et avec les mêmes codes informatiques ; mais il y a peu d'interactions avec les autres équipes, au point d'ailleurs que la communication entre elles est parfois difficile, les codes informatiques eux-mêmes devenant rapidement des « langues » étrangères entre elles d'une équipe à l'autre. Les ingénieurs les plus experts, un peu comme les syndicalistes, ne deviennent experts qu'au bout de nombreuses années (dix ans, quinze ans parfois), et tous les ingénieurs ne deviennent pas experts, fussent-ils sortis de Sup-Aéro ou de Polytechnique. On leur demande d'écrire des guides méthodologiques, dans lesquels ils sont censés décrire leurs savoirs et savoir-faire d'experts. Le but est à la fois de transmettre aux jeunes ingénieurs des compétences personnelles qu'ils sont les seuls à avoir, et de capitaliser et valoriser ce qu'apporte l'entreprise à ses partenaires français et étrangers. On sait que les négociations entre partenaires sont parfois rudes.

J'ai parcouru 27 guides méthodologiques, et constaté de grands décalages entre ce que les experts rapportaient dans ces guides, et ce qu'ils savaient faire dans l'action, (l'action de conception est une action). Voici quelques exemples de ces décalages :

- on observe peu de solutions alternatives dans les guides, alors que l'expertise consiste justement dans une large mesure à disposer de telles alternatives ;
- les traitements et raisonnements ne sont donc pas conditionnels, mais présentés de manière linéaire : *on fait ceci et puis cela* ;
- il y a peu d'évaluations coût/qualité ; on reconnaît là un des biais professionnels des ingénieurs ; *le meilleur produit, qu'importe le prix*). Sur ce point, les esprits sont en pleine évolution aujourd'hui, du fait de la concurrence internationale.
- enfin on ne trouve aucune trace des obstacles surmontés par les ingénieurs au cours de leur expérience, et des pièges à éviter, qui seraient pourtant une information de première main pour les jeunes ingénieurs ; l'épistémologie n'est pas au rendez-vous.

Quelle leçon tirer de cet exemple?

Principalement que, même à un haut niveau de compétence et de formation, nous ne sommes pas capables de mettre en mots les connaissances que nous mobilisons dans l'action. Comme le réparateur de pompes à eau, les ingénieurs de conception vérifient le principe général suivant :

la forme opératoire de la connaissance est plus riche que la forme prédicative.

C'est donc un progrès non négligeable qu'on mette l'accent, aujourd'hui davantage qu'hier, sur les compétences acquises au cours de l'expérience professionnelle. Même s'il y a un effet

de mode, ce n'est pas qu'une mode. Pour autant, cela ne signifie pas qu'on doive opposer la forme prédicative et la forme opératoire de la connaissance, puisque toutes deux contribuent au développement cognitif, notamment à la conceptualisation. La mise en mots est elle-même une compétence.

6- Qu'est-ce que la représentation ?

Le concept de représentation est un concept flou, qui effraie nombre de chercheurs encore aujourd'hui, malgré l'échec du behaviorisme. En outre, la représentation d'un sujet n'est pas directement accessible à l'observateur extérieur ; et elle est en même temps pleine de phénomènes en trompe-l'œil pour le sujet lui-même. Si l'on considère la représentation comme un objet d'étude essentiel pour le psychologue, il faut essayer d'introduire un peu de clarté. Il existe plusieurs sens utiles du terme « représentation ».

Un premier sens est celui du flux de la conscience dont chaque individu est témoin pour sa propre pensée : images visuelles, auditives, olfactives, posturales et kinesthésiques sont le lot permanent de la perception et de l'action ; elles sont aussi le lot de l'imagination, et pas seulement dans la rêve et la rêverie, également dans celui de l'activité fonctionnelle puisque le sujet en situation est amené à interpréter l'information bien au-delà des observables dont il dispose. Ce flux permanent de percepts, d'idées, d'images, de gestes et de mots intériorisés est une caractéristique si essentielle de la pensée, qu'elle me conduit à considérer la perception comme faisant partie intégrante de la représentation. Il faut aller plus loin encore, et considérer que l'action intériorisée fait elle aussi partie intégrante de la représentation.

Un deuxième sens du terme « représentation » est celui des catégories de pensée avec lesquelles un individu capture et intègre les informations présentes dans une situation, et plus largement dans son expérience. La représentation est alors constituée de systèmes d'objets et de prédicats possiblement pertinents, auxquels le sujet est amené à faire appel au cours de son activité. C'est ce sens qui permet de considérer les invariants opératoires dont nous venons de parler, comme des constituants essentiels de la représentation. On peut ajouter que les réseaux sémantiques dont il est fait usage dans beaucoup de travaux de psychologie cognitive sont des candidats également à nourrir ce deuxième sens du terme « représentation ». Il leur manque cependant une qualité théorique décisive, : ils ne font aucune place à la distinction entre concepts-en-acte et théorèmes-en-acte, laquelle permettrait à ces réseaux de fonctionner autrement que par associations. L'associationnisme demeure une plaie théorique, comme le behaviorisme. Non pas que les associations n'existent pas, mais elles ne peuvent rendre compte du travail de la pensée.

Parler de système d'objets et de prédicats comme nous venons de le faire permet d'envisager des objets et des prédicats de différents niveaux conceptuels. Par exemple, il existe des catégories de pensée qui concernent l'intentionnalité, les rapports entre les propriétés des actions et les propriétés des objets, les interprétations causales, etc.

Un troisième sens du terme « représentation » est celui qui concerne les rapports signifiants/signifiés dans le langage naturel et dans les autres systèmes symboliques développés par les

sociétés humaines pour représenter les connaissances tenues pour vraies ou pertinentes, communiquer à leur propos, et soutenir les processus de pensée. Ces symboles peuvent être entendus ou vus par tous les individus, mais leur interprétation dépend, encore plus fortement que pour la perception des phénomènes matériels, des systèmes d'invariants opératoires avec lesquels ils sont entendus ou vus par un individu : il y a plus d'inégalités entre individus dans la lecture de la notation musicale que dans l'écoute de la musique elle-même. La notation musicale est tout entière culturelle ; elle doit être enseignée et apprise.

Il y a d'autres sens encore du terme « représentation », notamment celui de représentation sociale, introduit en 1960 par Moscovici, qui renvoie aux systèmes de catégories (objets, prédicats et théorèmes-en-acte) partagés par une certaine communauté sociale.

On peut retenir de cette brève revue que l'idée de correspondance entre deux séries de phénomènes de nature différente est constitutive du concept de représentation. C'est donc une question théorique essentielle que d'analyser les propriétés possibles de ces correspondances, leurs fonctions notamment, ainsi que les moyens par lesquels ces fonctions sont assurées et les raisons pour lesquelles elles ne sont pas toujours assurées. Je me suis avancé dans cette direction avec les concepts d'homomorphisme et d'écart (Vergnaud, 1990). Pour l'instant, je retiendrai principalement les sens 2 et 3 évoqués plus haut du terme « représentation » : c'est-à-dire la représentation comme système de catégories de pensée et de connaissances, et la représentation comme système de rapports signifiant/signifiés. Leur articulation est elle-même un problème théorique délicat, communément désigné par le thème, cher à Vygotski, de « pensée et langage ».

Avant de terminer, il me faut introduire un quatrième sens de l'idée de représentation, sens avancé dès le début de cet exposé, à savoir que la représentation est activité et non pas seulement répertoire de concepts et de formes symboliques. La représentation n'est ni un dictionnaire, ni même une bibliothèque ; les schèmes font partie intégrante de la représentation : ce sont plus que des formes intériorisées de l'action, puisqu'ils organisent l'action, et au-delà l'activité.

En d'autres termes la première relation du sujet au réel est la relation situations-schémes, les premières étant du côté du réel (même si ce sont les schèmes qui permettent au sujet de les identifier), les seconds du côté du sujet (même si les schèmes tirent une partie de leur identité des situations auxquels ils s'adressent). Le couple théorique situation/schème se substitue alors au couple stimulus/réponse. Lui seul permet de comprendre comment les invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte) peuvent se transformer en objets et en prédicats.

références

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble, La Pensée sauvage.

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant ; savoir-faire, savoir-dire* (traduction Michel Deleau). Paris, PUF.

Claparède, Edouard, *L'Education fonctionnelle* (1968, 2003)

- Dewey J., (1990) Démocratie et éducation; présentation et trad. de Gérard Deledalle . Paris, Armand Colin
- Douady R., (1984). Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques. Une réalisation dans tout le cursus primaire. Thèse de doctorat d'état, Université Paris 7.
- Grize, J.B .Verges, P. & Silem, A. (1987). Salariés face aux nouvelles technologies : vers une analyse socio-logique des représentations sociales. Paris, Editions du CNRS.
- Grize, J.B. (1990). Logique et langage. Paris, Orphys.
- Mayen P.(1998) « Le processus d'adaptation pragmatique dans la coordination d'une relation de service », In Kostulski K., Trognon A. (dir.) : *Distribution des savoirs et coordination de l'action dans les équipes de travail*, P.U.Nancy.
- Piaget, J. (1967). Biologie et connaissance. Paris, Gallimard.
- Sensevy G., Mercier A. (2007). Agir ensemble ; l'action didactique conjointe du professeur et des élèves. Presses Universitaires de Rennes.
- Trognon, A. (2003). La logique interlocutoire. Un programme pour l'étude empirique des jeux de dialogue. *Questions de Communication* , 4, 411-425.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactique des mathématiques 10/2,3, 133-170.
- Vergnaud G. (1991) Morphismes fondamentaux dans les processus de conceptualisation. In G. Vergnaud (Ed) Les Sciences cognitives en débat. Paris, Editions du C.N.R.S., pp. 15-23.
- Vilar de Melo F. (1999). Le développement de la conceptualisation de connaissances et de l'argumentation chez des syndicalistes de faible niveau de formation de base. Thèse de doctorat de l'Université Paris 5 René Descartes.
- Vygotski, L. S. (1985). Pensée et langage (traduction Françoise Sève). Paris, Editions sociales