

POSTFACE : LA NECESSITÉ D'UN POINT DE VUE ÉPISTÉMOLOGIQUE¹

François Conne

Un (ou des) sujet résout un problème dans le cadre d'une situation animée par un expérimentateur. Les événements qui surviennent, les résultats qui s'en dégagent sont observés, relevés, transcrits dans des protocoles d'observation afin d'être analysés par un chercheur. Tel est le schéma auquel nous nous sommes référés lors de ces journées de la Fouly (14-16 avril 1994). Les remarques suivantes tentent de comparer, du point de vue de la didactique des mathématiques, les exploitations qu'en font les études de didactique, de psychologie cognitive ou d'épistémologie génétique.

La didactique partage avec les recherches en Résolution de Problèmes (notée RP par la suite) ou en microgenèse la référence privilégiée au concept de *problème*. Cette référence intervient à deux titres. Premièrement il y a le recours au concept de problème. A ce propos, nous retiendrons deux choses. Primo, on y recourt au travers de l'expression *résolution de problèmes* qui désigne un ensemble de modèles de (la) rationalité, aussi bien lorsque celle-ci est attribuée à la pensée d'un sujet que lorsqu'elle est attribuée à une construction théorique. Secundo, on cherche par là à représenter un système cognitif, et plus particulièrement les agencements de ses constructions et leur caractère de nécessité, ainsi que son expansion. Là encore nous entendons par système cognitif quelque chose de très général, que l'on pourra attribuer, au-delà des différences d'échelle et de nature, tout aussi bien à un individu particulier qu'à un corps de savoirs donnés². Le deuxième aspect que recouvre cette référence commune ne se situe plus sur le plan des concepts mais sur celui de l'expérience. La conclusion de ces actes a déjà mis cela en évidence et montré l'importance de la situation. Ici nous entendons élargir cette référence à quelque chose de plus général que la situation d'enseignement afin d'englober les situations ou "contextes particuliers" où un sujet est amené à "faire des mathématiques" (cf. Inhelder & de Caprona, 1992 p. 19 ; Rouchier, 1989). Fort de celle-ci, psychologues ou didacticiens montent une expérience consistant à provoquer la confrontation de certains sujets à un ou des problèmes. Ce qui veut dire qu'au cœur des situations étudiées se trouve une interaction : *sujet <---> problème* qui renvoie à un modèle de traitement rationnel dont l'interaction *mathématicien <---> problème* est un des archétypes. Dans ce cadre, l'expérimentateur ou l'enseignant occupe une position analogue d'animateur de la situation (y installant le sujet, menant le jeu, pilotant l'expérience, etc. ...). Autrement dit l'interaction sollicitée est confinée par une autre, celle de l'animateur avec la situation :

$$\begin{array}{c} \text{expérimentateur} <---> \{ \text{sujet} <---> \text{problème} \} \\ \text{sujet} <---> \text{problème} \end{array}$$

¹ Postface à l'ouvrage : Brun J., Conne F., Floris R. (Eds) (1997) *L'analyse de protocole entre didactique des mathématiques et psychologie cognitive : Actes des premières Journées didactiques de La Fouly, 14-16 avril 1994*, Vich, Interactions didactiques, 199p, pp.152-161.

² En fait et aussi surprenant que cela pourra paraître, ces deux facettes (individu, corps de savoirs) ne sont jamais véritablement dissociables. Ceci confère justement leur place privilégiée aux problèmes. On peut considérer ces derniers comme un des modes sous lesquels le monde objectif se manifeste à nous, des défis à notre emprise rationnelle sur celui-ci. Dits en termes de représentation des savoirs, les problèmes jouent un rôle d'adressage des savoirs.

Nous voyons se dessiner un schéma général de l'organisation d'une situation expérimentale qui met en relief une analogie intéressante³. Pourtant, cela reste incomplet car la description ci-dessus s'arrête à décrire la situation effective, ce que nous appelons situation d'enseignement, ou d'expérience. Mais notre objet d'étude déborde encore ce cadre puisque notre réflexion ne s'arrête pas au pilotage des situations mais prend aussi en compte leur montage, et que l'objet de l'observation et de l'analyse consiste en la comparaison des projets à leurs réalisations. Cela nous amène à considérer un nouveau niveau d'interaction, certes différé, qui met en prises le chercheur et son matériel. Notre schéma se complète alors ainsi :

chercheur <---> {expérimentateur <---> {sujet <---> problème}}
 expérimentateur <---> {sujet <---> problème}
 sujet <---> problème

Pour le psychologue ces questions portant sur la situation d'expérience relèveront peut-être de la méthodologie de recherche et d'elle seulement. En revanche pour le didacticien, il s'agit là d'un véritable objet d'étude. En effet la situation renvoie directement à l'institution d'enseignement et en particulier à la classe. C'est dire que la situation d'enseignement est une institution dont l'existence n'est pas du seul ressort du didacticien, de ses montages expérimentaux, ni de son projet scientifique.

Quelques précisions encore à propos de notre schéma. Typographiquement parlant, deux raisons nous font reprendre les éléments analogues sur différentes lignes. La première c'est qu'en fait l'expérimentateur ne peut pas agir directement sur les interactions auxquelles il assiste dans la situation (entre les sujets observés et le problème proposé) mais plutôt selon la représentation qu'il se fait de ce problème et de ce qu'il suscite. Cette représentation peut provenir tantôt de son expérience propre avec ce problème (il a eu à le résoudre et s'en est fait une idée), tantôt d'idées plus générales et abstraites qu'il s'est forgé à son propos. Il y a donc nécessairement un acte de *reconnaissance* qui est la lecture de la situation selon ce cadre représentationnel. Pour signaler ceci, nous recourons à l'emploi d'accolades plutôt que de parenthèses. Ce qui est décisif ici n'est pas l'intervention de la représentation, car cette fonction intervient tout autant dans la résolution de problèmes elle-même. Dans ce cas nous parlons volontiers d'*évocation*. Mais quelque chose d'autre entre en jeu. Il s'agit de la mise en correspondance effective ou postulée entre les représentations des acteurs de la situation. Nous utilisons ici le vocable de *reconnaissance*. Cela nous permet d'explicitier une condition à laquelle sera soumise toute situation, qu'elle soit menée à fin d'étude de psychologie ou à fin d'étude didactique, à savoir la nécessité a priori de cette *reconnaissance*⁴.

³ C'est exactement cette analogie que la théorie des situations résume dans le vocable *adidactique* qui, rappelons-le, n'a de sens que dans un contexte didactique (autrement la situation sera dite *non didactique*). La part adidactique d'une situation est cette part que nous pouvons isoler, par abstraction des interactions d'animation. La distinction est nécessaire en didactique parce que comme nous l'avons vu la situation n'est pas entièrement du ressort du chercheur et de son projet, mais existe par ailleurs. On devrait retrouver une telle distinction du point de vue de la méthodologie de recherche en psychologie et en épistémologie génétique, mais là comme la situation expérimentale n'existe que dans ce cadre précis, cette distinction peut rester implicite dans l'exposé des résultats et théories. Ces remarques de principes sur la non-identité des savoirs didactiques, psychologiques ou d'épistémologie génétique ne doivent cependant pas nous cacher que les pratiques de recherches s'inspirent grandement les unes des autres, car elles doivent tenir compte, pour une part non négligeable de contraintes analogues.

⁴ Par *reconnaissance*, nous considérons un processus actif qui dépasse une simple réminiscence (ou rappel de mémoire).

La seconde raison d'opter pour un schéma sur plusieurs lignes tient à la démarche elle-même. A l'origine, le terme *résolution de problèmes* renvoie au travail rationnel d'un acteur adulte aux prises avec une tâche donnée. En ce qui nous concerne, le mathématicien dans son travail est la référence privilégiée. Lors de l'expérience, on cherche à reproduire quelque chose d'analogue entre le sujet et les problèmes qui lui sont soumis. C'est en ces termes que l'on voudra lire la situation observée. Par exemple, en didactique, fort d'une analyse qui détermine les conditions historiques ou épistémologiques ayant présidé à telle ou telle élaboration, on cherche à les reproduire artificiellement pour un sujet donné, soit dans le but ambitieux de lui faire redécouvrir le savoir donné, soit plus modestement dans celui de motiver le savoir qui lui sera proposé par la suite (Brousseau G., 1976, cité dans la conclusion des Actes) :

« Nous admettons donc que la constitution du sens, tel que nous l'entendons, implique une interaction constante de l'élève avec des situations problématiques, interaction dialectique (car le sujet anticipe, finalise ses actions) où il engage des connaissances antérieures, les soumet à révision, les modifie, les complète ou les rejette pour former des conceptions nouvelles. L'objet principal de la didactique est justement d'étudier des conditions que doivent remplir les situations ou les problèmes proposés à l'élève pour favoriser l'apparition, le fonctionnement et le rejet de ces conceptions. »

Remarquons qu'en didactique même, ce savoir peut prendre différentes valeurs : un savoir mathématique spécifique, par exemple la composition multiplicative des agrandissements réalisés par un pantographe ; une pratique mathématicienne, par exemple les règles du jeu géométrique dans le recours aux dessins ou aux figures ; ou encore des méthodes heuristiques générales pour résoudre les problèmes mathématiques. Pour ce qui en est des études psychologiques, l'analogie avec le travail scientifique ou plus généralement rationnel, est bien entendu moins ciblée. La dimension normative reste pourtant centrale comme l'indique la définition de Blanchet (Blanchet 1997, p. 62 de ces actes), puisqu'elle décrit très précisément les conditions nécessaires à l'engagement d'un sujet dans une résolution de problèmes :

« Un véritable problème se caractérise donc par :

- un ensemble d'objets matériels ou symboliques ;
- un ensemble de questions qui précisent le but à atteindre (dimension téléonomique) ;
- un ensemble de contraintes qui limitent les actions possibles (dimension causale) et ne permettent pas d'atteindre directement le but. »

On pourrait dire alors des problèmes qu'ils représentent pour les chercheurs un moyen expérimental permettant de focaliser le(s) sujet(s) sur un contenu spécifique donné. En d'autres termes ayant retenu de l'épistémologie génétique « *l'idée d'un sujet actif et constructeur qui participe activement à la connaissance non seulement de l'univers, mais de lui-même.* » (Inhelder & De Caprona, 1992), il ne nous est plus possible de nous en remettre à la seule présentation d'objets à nos interlocuteurs (les sujets que nous étudions) pour que nous soyons assurés qu'ils en prendront connaissance. La confrontation à des problèmes permet alors de lever cet obstacle puisqu'en l'obtenant nous pouvons "détourner et canaliser" les activités des sujets sur les objets de la situation (ou sur le milieu). Autrement dit encore, les problèmes sont l'instrument d'une sollicitation cognitive que nous exerçons, les uns parce que notre projet est

d'enseigner tel ou tel savoir à propos de ces objets, les autres parce que nous désirons observer la pensée en acte.

Ces deux visées ne sont pas incompatibles comme l'illustre parfaitement une recherche de J. Bruner portant justement sur : Le rôle de l'interaction de tutelle dans la résolution de problèmes. (1976, en français 1987). Voici comment l'auteur considère l'articulation de ces deux aspects : « Le tuteur efficace doit être attentif à deux modèles théoriques au moins. L'un est la théorie de la tâche ou du problème et de la manière dont il peut être mené à bien. L'autre est une théorie sur les caractéristiques de performance de son élève. Sans ces deux théories à la fois, il ne peut ni créer de feed-back ni inventer de situations dans lesquelles son feed-back s'adapte davantage à cet élève pour cette tâche à ce point où il en est de la maîtrise de la tâche. Le schéma réel de l'instruction efficace est donc à la fois dépendant de la tâche et dépendant de l'élève, les exigences de la tutelle étant engendrées par l'interaction. » Ainsi une situation effective implique une interaction de niveau supérieur entre l'expérimentateur (ou le tuteur, ou l'enseignant) et l'interaction sujet-problème. Nous pouvons l'appeler interaction d'expérience, de tutelle, d'enseignement ou plus généralement de pilotage de la situation. La citation de Bruner montre qu'elle peut à son tour être décrite en termes de résolution de problèmes. Les contrôles sur la situation doivent prendre en compte ce niveau d'interaction. Une part de ceux-ci en sera constitutive (par exemple les règles que suit l'animateur), mais une autre sera soumise à ces mêmes contrôles. La recherche de Bruner citée ci-dessus, illustre très bien ceci. L'expérimentatrice a reçu des consignes très précises quant à la manière dont elle devait interagir. Dès lors, il a été possible d'observer son interaction avec les sujets et en particulier de relever les "erreurs de tutelle" qu'elle a pu commettre (relativement aux consignes reçues). Bruner a alors relevé une corrélation intéressante entre le nombre de ces transgressions et le niveau de performance des élèves. En effet, ce fut avec les élèves de niveau moyen (intermédiaires) que l'animatrice aura eu le plus de difficulté à tenir le rôle qui lui était assigné. Il y a donc eu adaptation de la conduite de tutelle aux conduites et performances de l'élève ce qui montre bien l'effet de *reconnaissance* induit par le sujet sur l'expérimentatrice.

Le schéma que nous proposons est donc ordonné selon deux dimensions. La première (en vertical dans notre typographie) que nous qualifierons de théorique (plan des modèles) est de l'ordre de la modélisation, c'est le report du modèle de l'interaction *sujet <---> problème* pour monter, piloter et analyser la situation. Ces trois niveaux renvoient exactement aux "pratiques sociales de références" définies par Rouchier (Rouchier, 1991) :

« *PSI : Pratiques de référence dans un rapport direct à la situation (agie et vécue) - Sujet connaissant. PSII : Pratiques de référence qui prennent les PSI comme objet. Référence à des formes instituées du système culturel. Sujet instruit. PSIII : Pratiques de référence qui mettent en circulation des savoirs. Communication et/ou transmission des savoirs. »*

Comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, ce modèle de résolution de problèmes peut être reporté aux interactions de tutelles elles-mêmes et pourquoi pas à celle du chercheur⁵. Ceci nous mène à la seconde dimension de notre schéma (horizontal dans notre typographie) que nous qualifierons d'expérimentale (plan du système auquel se réfère le modèle). Elle indique d'abord que les interactions de pilotage et de recherche ne viennent pas s'ajouter à l'expérience mais en font partie intégrante. L'expérience y est soumise. La focalisation théorique sur le modèle RP ne nous en affranchit pas, tout au plus pouvons-nous mettre en place les contrôles méthodologiques qui nous permettront d'en faire abstraction lors de l'analyse. Elle indique ensuite qu'aussi différentes soient-elles, les perspectives didactiques ou psychologiques lorsqu'elles recourent au modèle de RP se doivent d'assurer un contrôle de la cohésion des niveaux d'interactions mis en jeu par l'expérimentation (par focalisation sur un même milieu) entre les activités des sujets observés, celles du pilotage puis enfin celles de l'analyse et l'interprétation de l'expérience. Pour l'acteur centré sur son propre projet et sa propre visée (que celle-ci soit une expérimentation psychologique, ou une étude d'épistémologie génétique, ou encore une situation d'enseignement, ou enfin une étude de didactique), ceci semblera aller de soi tant une telle *reconnaissance* est nécessaire du point de vue fonctionnel. Finalement notre schéma a une valeur épistémologique pour nous fondamentale car il montre comment s'articulent l'ordre de la connaissance qui se transporte (horizontalement) sur le fil des diverses interactions, et l'ordre des savoirs et des pratiques de références qui circule (verticalement) sur le fil des modèles permettant de capter et de saisir la connaissance en acte.

Comme nous l'avons fait remarquer à différentes reprises, les contextes de nos recherches ne sont pas pour autant identiques. Les acteurs ne sont pas pris dans les mêmes enjeux. Par exemple, il est clair que le chercheur psychologue voudra s'assurer de placer ses sujets dans des situations nouvelles pour eux, "des contextes particuliers" dont il n'a pas eu l'occasion de faire l'expérience. Il en va de l'authenticité et de l'originalité des données recueillies. Ce souci sera d'autant plus fort qu'il fera sienne la définition de l'intelligence comme « *la capacité de résoudre de nouveaux problèmes* » (Blanchet 1997, p. 58 de ces Actes).

Par contre l'issue de l'expérience n'importera pas outre mesure, car celle-ci ne connaîtra en général pas de suite, ni ne s'inscrira dans un projet à plus long terme. En résumé, le sujet est placé en position d'ignorance face à un problème, il tente de résoudre le problème à sa façon, et l'observation de ceci fait l'objet de l'expérience. L'expérimentateur récoltera tout le matériel produit par le sujet. Si le sujet le demande, l'expérimentateur pourra lui donner la solution, mais ceci n'entre pas en ligne de compte dans l'expérience, et sa restitution par le sujet ne sera en général pas sollicitée ultérieurement. Le psychologue traite donc l'ignorance, la réussite ou l'échec comme des paramètres de son expérience qui ressortent de l'analyse des résultats, mais qui ne prennent pas de signification dans l'échange avec le sujet pour le guider dans ses

⁵ S'engager sur cette voie, et nous imaginons difficilement comment on peut y échapper, pose un défi redoutable à la théorie et à la méthode expérimentale. Il s'agira en effet de rendre cohérents les différents ordres de rationalité que cela implique afin de comprendre ce qui se produit effectivement dans les situations étudiées.

élaborations. On travaille avec des sujets, pas avec des élèves. Dans la recherche en didactique, ni l'élève, ni l'animateur, ni le chercheur ne sont affranchis de la sorte. Pour une situation didactique ou d'enseignement, l'installation de l'ignorance est une phase nécessaire (Mercier, 1992). L'enjeu n'est cependant pas de se garantir de l'originalité des productions des élèves, mais avant tout de "faire rencontrer la nécessité du savoir". Présenter un problème à des élèves, les placer soit en situation d'échec, soit en situation de devoir fournir un effort appréciable pour en venir à bout, voilà un bon moyen pour motiver l'apprentissage de nouveaux savoirs, ceux qui permettent justement de résoudre sans peine le problème soumis, voire même ceux qui régleront définitivement et a priori toute la classe de problèmes de cette sorte (Chevallard, 1991 ; Amigues, 1991). En didactique, la situation-problème prend valeur de promotion du savoir⁶. De sorte que toute installation de l'élève dans une position d'ignorance (préalable à son engagement dans le problème) est toujours assortie d'une promesse de dévoiler la réponse, le savoir. Dès les premières années d'enseignement, l'élève sait que le maître connaît la réponse ; ceci se révèle fréquemment lorsqu'un chercheur vient en classe poser un problème à des élèves, en présence de l'enseignant, et que ceux-ci se tournent vers lui pour lui demander s'il sait la réponse. Ceci fait que la position d'ignorance, la réussite ou l'échec sont, dans le contexte didactique, autant de messages portant sur le contenu même de la situation, jusqu'au niveau adidactique. Cette différence porte aussi sur la façon dont sont reçues les données de l'observation : alors qu'ils fourniront les objets même de la recherche en psychologie (les grilles d'analyses que dresse Bruner dans la recherche citée ci-dessus en sont un exemple), l'enseignant ou le didacticien n'y porteront pas du tout le même intérêt. Pour eux l'enjeu de la situation reste le savoir, selon les normes qui lui sont attribuées, et les productions des élèves ne prendront de signification que relativement à ces formes préétablies (déjà-là) ; elles auront valeur de marques privées, personnelles, voire personnalisées assorties aux savoirs considérés. C'est à ce titre qu'elles retiennent l'attention du didacticien ou de l'enseignant, et on est en droit de les considérer comme des épiphénomènes. On y fait recours comme à des paramètres permettant de contrôler le bon déroulement de l'enseignement et de l'apprentissage.

La comparaison que nous venons de faire se résume finalement à ce qu'entre l'expérimentation psychologique et didactique s'opère une inversion des accents. Le contrôle de l'ignorance, de la réussite ou de l'échec ne doivent pas affecter les processus observés. D'autre part, les productions des sujets sont récoltées et analysées pour elles-mêmes, et font l'objet des « contrôles de pilotage » de la situation. Par contre en didactique, le contrôle de l'ignorance, de l'échec, de la réussite, puis de la divulgation du savoir (de la réponse et des moyens de l'obtenir désormais sans problème) sont des messages faits par l'enseignant aux élèves, et les productions de ces derniers sont alors le moyen de contrôles du bon déroulement de l'enseignement (évaluations par exemple).

⁶ Pourrait-on considérer que le savoir (et la rencontre de sa nécessité) vienne se greffer comme un *sur-but de la résolution de problèmes* ? Ce néologisme masque cependant que dans le processus, le contrôle passe d'un sujet à un autre. C'est ce que tente de saisir le concept didactique de *dévolution / institutionnalisation*.

Un exemple illustrera bien cette différence d'enjeux. Dans un excellent article (Bases psychologiques de l'initiation scientifique aux enfants de 7 à 12 ans, 1989), Vinh Bang considère les apports de l'épistémologie génétique pour la pédagogie et en particulier les études portant sur réussir et comprendre. Je cite :

« Il est souvent très difficile pour l'enseignant de s'abstenir de toute intervention auprès de l'élève au cours d'une expérimentation, il souhaite empêcher qu'il ne commette des erreurs compromettant ainsi la réussite. Cette attente de la réussite est l'une des composantes de l'attitude pédagogique. On pousse l'élève à la réussite car on se représente ce résultat comme étant le couronnement de l'acte pédagogique. Or cette "réussite" témoigne-t-elle la "compréhension" de l'élève ? Nous apprenons qu'il existe ce décalage entre le niveau de réussite et celui de la compréhension ; ce n'est que lorsque l'élève prend conscience des raisons de la réussite qu'il a accès à la connaissance en question. "Expliquer la réussite, c'est justifier l'ordre des actions effectuées par la logique des implications auxquelles elles renvoient. [...] Expliquer la réussite, c'est fournir la preuve de la réussite, ce qui est une réussite au second degré." (Vinh Bang & C. Gilleron, 1983). [...] Fournir la preuve de la réussite, ce n'est pas démontrer par un algorithme précis comment il faut procéder pour réussir, mais apporter la preuve du comment on ne doit pas faire ... »

Cette citation suggère qu'un certain dysfonctionnement didactique proviendrait d'une méprise, voire d'une fausse idée que les enseignants se feraient de la réussite de leurs élèves. Les résultats des recherches psychologiques montrent en effet que la réussite ne saurait avoir de valeur absolue en elle-même. Mais s'agit-il de la même chose dans les deux cas ? Se référer à notre schéma permet de préciser qu'une chose est la réussite d'un sujet à une tâche (interaction *sujet <---> problème*) et qu'une autre est de (réussir à) mener l'élève à la réussite (interaction de tutelle). Si l'on considère la question sous cet angle, on doit admettre que ce qui importait aux expérimentateurs dans Réussir et Comprendre (Piaget, 1974) consistait à obtenir une certaine réussite chez les élèves et d'en tester les limites. Il s'agissait en effet de qualifier différents niveaux de compréhensions pour une même réussite. Des considérations méthodologiques imposaient alors aux psychologues de s'abstenir de toute influence sur leurs sujets, de manière à ce qu'en aucun cas ils puissent être soupçonnés de les avoir "poussés à réussir". Or ce que vise l'enseignant est bien au-delà. L'enseignant ne peut se contenter de pousser l'élève à ses limites, il entend aussi lui offrir les moyens, externes, de les dépasser. Ainsi par exemple, un certain schéma didactique propose d'organiser la rencontre de la nécessité au savoir de la manière suivante : "mettre en échec l'élève sur ce qu'il réussissait bien jusque-là afin de lui indiquer quoi de neuf à apprendre, et par là donner sens à la promesse d'en savoir plus". Il y a là une différence de perspectives qui se répercute sur les enjeux et les moyens engagés. Les normes du chercheur psychologue n'ont pas force de loi pour le chercheur didacticien. Si donc nous pouvons proposer un même schéma pour l'expérimentation didactique ou psychologique, il n'empêche que les orientations seront toutes autres. C'est un tel hiatus qui se manifeste au détour de la remarque de V. Bang.

Nous avons montré comment les données des psychologues et des épistémologues généticiens prenaient une valeur secondaire au regard du fonctionnement du système didactique. Pourtant ce résultat ne devrait pas masquer l'intérêt de pouvoir comparer les démarches de recherches. Ce qui rend possible cette comparaison réside dans le point de vue résolument et

selon nous nécessairement épistémologique que nous avons adopté. C'est par une telle mise en perspective, et en ne nous méprenant pas dans les niveaux de comparaison, que nous pourrions opérer les conversions des savoirs entre ces disciplines. Ce point de vue épistémologique met en évidence le rôle central de ce que nous avons appelé *reconnaissance* puisque d'elle dépend tout contrôle de la situation expérimentale. Nous avons jusqu'ici attribué cette fonction au pilote ou au chercheur, mais elle s'exerce aussi du côté de l'élève. Sur ce point les recherches de Mercier convergent avec celles de notre équipe à Genève. Si du point de vue de l'entreprise didactique l'examen du contenu des productions des élèves est secondaire relativement à la nécessité d'instaurer un rapport au savoir, si donc les données des études psychologiques ne s'adressent pas directement à l'enseignant en son action didactique, elles concernent au premier chef les élèves qui grâce à l'image qui leur est ainsi renvoyée peuvent s'y retrouver, s'y reconnaître. Cette proposition ne fait que rappeler que ce sont les sujets, dans notre cas les élèves, qui sont les premiers intéressés par leur propre pensée.

Bibliographie

Amigues R., 1991, L'apprenti, l'erreur et le système, in Schubauer-Leoni M.-L., Amigues R., Chevallard Y., Conne F., Johsua S. (1991) Les débuts d'un apprentissage, 4^{èmes} journées annuelles d'étude du centre d'observation et d'expérimentation didactiques, *Interactions didactiques 12*, pp.9-25. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03289495>

Bang V., 1989, Bases psychologiques de l'initiation scientifique aux enfants de 7 à 12 ans, in Giordan, Henriquez & Bang, *Didactique des Sciences et Psychogénétique*, Berne, Peter Lang.

Bang V. & Gilleron C., 1983, Pourquoi les lampes ne s'allument-elles pas ? Conscience du but et conscience des moyens, *Archives de psychologie*, 196.

Blanchet A., 1997, Résolution de problèmes et didactiques des mathématiques, , in Brun J., Conne F., Floris R., (eds.) *Analyse de protocoles entre didactique des mathématiques et psychologie cognitive Actes des premières journées didactiques de La Fouly*, Interactions didactiques, coll. didactique des mathématiques, Vich.

Brousseau G., 1976, Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques, CIEAM, p. 104.

Bruner J., 1976, Le rôle de l'interaction de tutelle dans la résolution de problèmes. (1976, en français 1987), in *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*, Paris, PUF, 1987.

Chevallard Y., 1991, La déconcertation cognitive, in Schubauer-Leoni M.-L., Amigues R., Chevallard Y., Conne F., Johsua S. (1991) Les débuts d'un apprentissage, 4^{èmes} journées annuelles d'étude du centre d'observation et d'expérimentation didactiques, *Interactions didactiques 12*, pp.27-51. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03289495>

Inhelder, B. & de Caprona, D. (1992). Vers le constructivisme psychologique : structures ? procédures ? les deux indissociables. In B. Inhelder & G. Cellerier (Eds.), *Le cheminement des découvertes chez l'enfant* (pp. 19–50). Lausanne : Delachaux et Niestlé.

Piaget J., 1974, *Réussir et Comprendre*, Paris, PUF.

Mercier A., 1992, *L'élève et les contraintes temporelles de l'enseignement ; un cas en calcul algébrique*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I.

Mercier A., 1996, La création de l'ignorance, condition de l'apprentissage, *Revue des sciences de l'éducation*, 22 (2), 345–363. <https://www.erudit.org/fr/revues/rse/1996-v22-n2-rse1845/031884ar/>

Rouchier A., 1989, in, Clinart M. 1989, Situation-problème en mathématiques au collège, in Publications de l'IREM d'Orléans n° 35, pg 37.

Rouchier 1991 L'institutionnalisation des savoirs dans l'enseignement des mathématiques, in *Étude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires : proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation*. Thèse de doctorat d'état, Université d'Orléans, UFR : Sciences Fondamentales et Appliquées, Orléans 1991, pp. 26-71.