



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.

La formation des concepts scientifiques ; Relire Vygotski et débattre avec lui aujourd'hui

In Enfance

Enfance, tome 42, n°1-2
1989. pp.111-118

Lien internet permanent pour l'article :
https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1989_Relire-Vygotski_Enfance-42_-1-2

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

LE

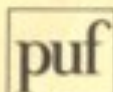
1-2/1989

ENFANCE

S O M M A I R E

L. Vygotski

- R. Zazzo – Vygotski (1896-1934).
 L. Sève – Dialectique et psychologie chez Vygotski.
 A. Tabouret-Keller – Quand Vygotski parle de la langue.
 B. Schneuwly – Production langagière chez Vygotski.
 M. Deleau – Médiation sémiotique de la vie mentale.
 F. François – Dialogue chez Vygotski et Bakhtine.
 M. Brossard – Espace discursif et activités cognitives.
 J. Beaudichon, S. Legros, L. Vandromme – La communication à visée instrumentale.
 I. Vila, H. Boada – Vygotski et l'ontogenèse du langage.
 C. Moro, C. Rodriguez – L'interaction triadique bébé-objet-adulte.
 J. Fijalkow – Auto-langage et apprentissage de la lecture.
 D. Gaonac'h – L'analyse de productions en langue étrangère.
 G. Netchine-Grynberg, S. Netchine – Instrument psychologique et formation de l'espace graphique.
 G. Vergnaud – La formation des concepts scientifiques.
 M. G. Iarochevsky – L. Vygotski : la recherche d'une nouvelle psychologie.



« La formation des concepts scientifiques
Relire Vygotski
et débattre avec lui aujourd'hui »

Gérard Vergnaud*

Il est important de lire et de relire Vygotski. C'est une lecture d'une grande actualité et d'une grande richesse. Je m'intéresserai ici à la relecture, critique et éventuellement subjective, du chapitre 6 de *Pensée et langage* : « L'étude du développement des concepts scientifiques pendant l'enfance ». A la lumière des recherches de didactique, on se pose aujourd'hui les problèmes d'une manière sensiblement différente de la manière dont Vygotski se les posait; mais en même temps on trouve dans Vygotski beaucoup d'idées intéressantes, qui annoncent des développements récents. Réciproquement des idées théoriques d'aujourd'hui permettent de mieux comprendre la profondeur des idées que Vygotski développait il y a plus de cinquante ans. On peut aussi au passage évaluer les limites de la pensée vygotkienne et les points sur lesquels il faut recourir à d'autres sources d'inspiration.

Il faut débattre avec Vygotski comme Vygotski débattait avec Piaget et d'autres. J'ai été frappé de la fraîcheur intellectuelle des débats dans lesquels Vygotski s'engage, au fil des chapitres de *Pensée et langage*. Cela manque à la psychologie française d'aujourd'hui : on trouve peu de débats, dans les revues par exemple.

J'aborderai successivement les questions suivantes :

- la distinction entre concepts quotidiens et concepts scientifiques;
- la conscience et le langage;
- le concept de zone proximale de développement;
- l'intégration des concepts scientifiques et les différents niveaux d'intégration.

* Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Education de l'Enfant, GR didactique, CNRS, Paris V.

CONCEPTS QUOTIDIENS ET CONCEPTS SCIENTIFIQUES

Il y a beaucoup de références à Piaget dans ce chapitre, et l'on est toujours un peu étonné que Piaget n'ait jamais étudié l'acquisition des connaissances scolaires. Or Vygotski est justement l'un de ceux qui ont développé la recherche sur les apprentissages scolaires, amorçant ainsi une tradition toujours actuelle de la psychologie soviétique. C'est à travers la distinction entre concepts quotidiens et concepts scientifiques que Vygotski aborde la question; et il soulève à ce propos des distinctions intéressantes.

Les concepts quotidiens relèveraient davantage du développement, les concepts scientifiques de l'apprentissage, notamment de l'apprentissage scolaire. Toutefois Vygotski dénonce quelques naïvetés (il ne suffit pas de montrer ou d'expliquer pour que l'enfant apprenne), et il considère qu'une approche développementale est utile également pour étudier les apprentissages scolaires. Le propos de Vygotski est rarement univoque.

Le concept de *frère* serait quotidien, le *principe d'Archimède* serait scientifique, ainsi que le concept de *décimal*. La compréhension des concepts quotidiens relèverait d'une expérience spontanée non organisée de l'enfant dans son environnement naturel, tandis que celle des concepts scientifiques, résulterait d'une action finalisée et intentionnelle de l'adulte, notamment dans l'institution scolaire. On peut débattre de ce point car, d'une part l'école fait à certains égards partie du champ d'expérience habituel de l'enfant, et d'autre part une partie des choses que l'enfant apprend dans son milieu familial de vie fait l'objet d'actions intentionnelles des parents parfois aussi systématiques que celles de l'enseignant. Il est peut-être sage aujourd'hui de parler des champs d'expérience de l'enfant, en y incluant l'école.

Les concepts scientifiques seraient étroitement liés au langage et au discours de l'adulte, tandis que les concepts quotidiens interviendraient à travers des activités diverses, non nécessairement langagières. On peut objecter cependant à cette distinction que de nombreux apprentissages scolaires reposent sur l'action et que, dans son expérience habituelle, l'enfant reçoit beaucoup d'explications verbales. Reprenons l'exemple du concept de *frère* et des autres relations de parenté : les explications verbales jouent certainement un grand rôle dans la manière dont les parents font comprendre aux enfants les relations père, mère, fils, fille, frère, sœur, grand-père, cousin, etc., puisque ces relations ne sont pas directement observables. C'est en outre un domaine de connaissance relativement intégré, qu'on ne peut pas opposer aux conceptualisations scientifiques. Dans la connaissance des relations de parenté, comme dans la connaissance scientifique, la conceptualisation repose sur la reconnaissance d'objets, de propriétés, de relations, de propositions.

Une autre idée intéressante de Vygotski est en effet que les concepts scientifiques sont organisés en systèmes qui, s'ils supposent « un tissu conceptuel déjà largement élaboré » par la pensée spontanée de l'enfant, demandent en outre une organisation systématique et une médiation. Cette médiation est assurée par certains objets d'enseignement et surtout par les symboles.

J'ai beaucoup réfléchi à ces questions théoriques, et développé un certain type de réponse, avec la théorie des *champs conceptuels*, qui me paraît reprendre les idées vygotkiennes d'intégration, d'action intentionnelle, et de médiation symbolique, tout

en palliant l'absence chez Vygotski d'une véritable théorie de la référence, c'est-à-dire d'une théorie articulée de ce dont la connaissance est la connaissance.

On a besoin pour cela d'identifier clairement les situations de référence qui donnent du sens aux concepts et aux savoir-faire que l'enfant développe (Brousseau, 1981; Vergnaud, 1987). Cette identification est absolument nécessaire pour comprendre les représentations explicites et implicites de l'enfant : langagières, symboliques, purement intuitives, voire enfermées dans la gangue de la conduite non analysée des enfants.

Un champ conceptuel est un domaine à la fois large et spécifique de l'expérience de l'enfant qui est le plus souvent à la fois scolaire et non scolaire : comme les structures additives et la proportionnalité en arithmétique, comme l'électricité et la dynamique en physique, ou comme l'espace. Les voisinages entre concepts, entre situations, ou entre représentations permettent d'étudier les filiations et les ruptures du développement cognitif, à travers des situations systématiquement classées et analysées.

On ne peut décider aisément de ce qui fait partie, en électrocinétique, du concept scientifique et du concept quotidien. L'enfant se forme plus ou moins spontanément une série de représentations du courant électrique, depuis le modèle unipolaire (il suffirait d'un fil) jusqu'au modèle du circuit électrique et des électrons, en passant par le modèle des courants antagonistes (qui se heurteraient dans la lampe). Or ces représentations ne sont pas toutes spontanées; on enseigne par exemple à l'école et au collège le modèle du circuit, que les enfants se représentent en général comme une circulation de matière, avec perte tout au long du parcours. Cette représentation est évidemment fautive. Pour la dépasser il faut différencier les concepts d'intensité, de tension et d'énergie, ce qui est difficile. Les séquelles du modèle séquentiel (Joshua, 1985) se font sentir jusqu'à l'Université.

En arithmétique également, on peut traîner jusqu'au lycée, et en tout cas jusqu'à la fin du collège, les séquelles des conceptions primitives des enfants. La difficulté du concept de nombre relatif tient en partie à ce qu'il contredit les intuitions primitives de l'enfant, du nombre comme mesure des grandeurs, de l'addition comme augmentation, et de la soustraction comme diminution.

Il reste que Vygotski a bien vu que le problème des apprentissages intentionnellement organisés à l'école appelait une problématique et une méthodologie propres. Le développement de la recherche en didactique lui donne raison sur ce point, même s'il a apprécié de manière excessive les différences entre concepts quotidiens et concepts scientifiques.

LA CONSCIENCE ET LE LANGAGE

Vygotski introduit cette question, dans ce chapitre, avec l'idée que l'on a plus facilement conscience des différences que des ressemblances, entre objets ou entre situations. Ce n'est pas le même travail cognitif, parce que pour prendre conscience de la ressemblance, nous dit Vygotski, il faut un concept d'ordre supérieur, alors que la perception des différences est immédiate. Or on sait bien, aujourd'hui, que le transfert d'une compétence est souvent faible, d'une situation dans laquelle l'enfant apprend, à une situation isomorphe dans laquelle est testée la « généralité » de la compétence

ainsi acquise. Ce transfert est en outre massivement conditionné par le choix des variables de situation tenues constantes et variables, et par le choix des domaines de variation. Le transfert implique la reconnaissance d'invariants.

L'idée de Vygotski d'un concept d'ordre supérieur appelle donc l'idée qu'il faut un véritable travail sur le transfert lui-même, et sur les raisons légitimes qu'on a de transférer à une situation nouvelle, sous certaines conditions, les compétences et connaissances apprises dans d'autres situations, nécessairement particulières. On ne peut s'en remettre à la magie du transfert spontané, même s'il existe des transferts spontanés.

Vygotski pose également le problème de la « conscience-avant » et de la « conscience-après » l'action réussie, ainsi que le problème du rôle du langage dans la prise de conscience. Il dit parfois des choses imprudentes, par exemple en assimilant la prise de conscience au passage du plan de l'action au plan du langage, identifiant ainsi conscience et langage. Je ne le suivrai pas totalement sur ce point, même s'il est vrai que le langage joue un rôle très important dans la conscience et dans l'apprentissage conscient. En effet explicitation et conscience sont des phénomènes distincts; ils n'ont d'ailleurs pas le même sens selon qu'il s'agit d'une prise de conscience avant ou après la découverte de l'action réussie. Après : il s'agit d'une analyse en retour, qui comporte souvent un travail d'explicitation verbale. Avant : il peut s'agir d'une prise de conscience sans explicitation comme éventuellement d'une explicitation verbale. Dans l'apprentissage des compétences scientifiques et techniques à l'école, on observe l'acquisition de nombreuses connaissances-en-acte, qui ne seront explicitées que plus tard, parfois des années après, parfois jamais. Par exemple l'addition et la soustraction par comptage chez les enfants sont l'occasion pour eux de découvrir de nombreux théorèmes-en-acte, qu'ils n'explicitent pas.

J'en donnerai un seul exemple, celui de la commutativité de l'addition. Vers 5 ou 6 ans, les enfants commencent à compter en avant à partir du cardinal du premier ensemble (mettons 6), autant de pas qu'il y a d'éléments dans le second ensemble (7-8-9 comme 1-2-3). Si le premier ensemble contient 3 éléments et le second 6 éléments, la tendance spontanée de l'enfant est de compter à partir de 3, 6 pas en avant. Mais cette procédure est lourde et peu fiable. L'enfant en a conscience. C'est donc une importante découverte pour lui, et fonctionnelle, que de partir de 6 et de compter 3 pas en avant. Cette démarche est connue sous le nom de « compter à partir du plus grand ». Elle représente en fait une commutativité-en-acte :

$$3 + 6 = 6 + 3$$

qui n'a pas nécessairement un vaste domaine de validité, mais qui est reconnue comme vraie pour des petits nombres entiers.

On trouve des idées parentes chez Vygotski, lorsqu'il parle de « concept inconscient ». Curieusement en effet, après avoir identifié prise de conscience et explicitation, Vygotski avance l'idée qu'il existe des concepts inconscients, et il cite l'exemple de la grammaire comme ensemble de concepts inconscients sous-jacents à l'énonciation de propositions syntaxiquement correctes. Je trouve que cette idée de concept inconscient est une idée très intéressante, même si elle est mal formulée.

En effet pour qu'il y ait concept, il faut que celui-ci soit au minimum explicité par un ou plusieurs signifiants. S'il n'y a pas de signifiant, le concept ne peut être ni débattu socialement, ni même faire l'objet d'une désignation commune non ambiguë. Parler de concept inconscient ou de concept non explicite, c'est donc jouer sur les mots. Mais s'il n'y a pas de concept sans signifiant, le signifiant n'est pas pour autant le

concept, tant s'en faut. Qu'est-ce donc que cette partie du concept qui n'est pas le signifiant? Et on voit bien que l'idée de concept inconscient de Vygotski est une tentative de réponse à ce problème. Ma réponse à moi, qui s'inspire davantage des idées de Piaget que de celles de Vygotski, c'est que ce sont les *invariants opératoires* reconnus par le sujet dans son activité sur le réel qui constituent la partie non explicite des concepts : non explicite en ce sens qu'elle n'est pas accompagnée de signifiants. Cela ne signifie pas qu'elle est nécessairement inconsciente : un invariant opératoire non explicite peut être aussi bien conscient qu'inconscient.

On fait ainsi un pas de plus dans la théorie des champs conceptuels. D'une part, il existe pour un même concept un ensemble assez vaste et relativement différencié de *situations de référence*; d'autre part le concept est formé d'*invariants opératoires* conscients et inconscients qui sont utilisés par le sujet dans son activité; enfin le concept, pour mériter ce nom comme c'est le cas dans la science, s'accompagne nécessairement de *formes symboliques*, langagières et éventuellement non langagières. L'étude du développement d'un concept suppose donc une diversité de situations de référence, une diversité de signifiés, et une diversité de signifiants. L'intelligibilité du rapport entre faire et conceptualiser repose tout entier sur le concept d'invariant opératoire, qui est une idée piagétienne, d'ailleurs insuffisamment exploitée par Piaget, mais qui est aussi une idée vygotkienne si l'on veut bien prendre au sérieux son idée de concept inconscient. L'intérêt qu'il y a à relire Vygotski ne tient pas seulement à ce qu'il a écrit sur le rôle du social et sur le rôle du langage.

LA ZONE PROXIMALE DE DÉVELOPPEMENT

On peut entendre de plusieurs manières les idées avancées par Vygotski sous cette expression, que Françoise Sève a d'ailleurs préféré traduire par « zone de proche développement ». On peut entendre, ainsi que le déclare Vygotski, qu'il existe des activités que l'enfant est capable d'exercer avec l'aide d'autrui, sans être capable de les faire tout seul. On peut aussi entendre une sorte de théorie implicite des petits pas. L'enfant ne pourrait enrichir ses compétences et ses conceptions que dans un voisinage relativement étroit de son répertoire actuel de compétences et de connaissances.

L'idée de l'activité avec l'aide d'autrui est évidemment une idée très féconde pour la recherche, que Bruner a développée avec l'idée symétrique d'activité de tutelle exercée par autrui. On rencontre évidemment en permanence dans la classe cette double idée d'une activité avec l'aide d'autrui et d'une activité de tutelle, et la recherche en didactique devrait certainement accorder une place plus importante aux recherches sur cette double activité.

Je serai par contre davantage réservé sur une interprétation de la « zone proximale » en termes de petits pas. Non pas qu'elle ne contienne une part importante de vérité, mais parce qu'elle pourrait faire obstacle, si on la prenait à la lettre, à l'idée qu'il est parfois utile, didactiquement, de confronter les élèves à des situations relativement éloignées de ce qu'ils sont prêts à comprendre : il faut parfois déstabiliser profondément les conceptions des élèves pour leur faire comprendre des phénomènes et des concepts nouveaux, ou leur faire acquérir des compétences nouvelles. L'histoire des

sciences et des techniques nous apprend qu'il existe des révolutions intellectuelles. La didactique nous apprend qu'il faut parfois organiser des ruptures importantes dans la progression des connaissances de l'élève, et que la mise en scène de ces ruptures demande qu'on déstabilise parfois profondément les convictions explicites ou implicites des enfants. Le modèle adaptatif de la connaissance de Piaget, qui repose principalement sur l'accommodation des schèmes d'action à des classes nouvelles de situations en vue de les assimiler, véhicule souvent lui aussi l'idée d'une accommodation-assimilation par petits pas. Mais il n'y a pas de nécessité à cela : on peut tout aussi bien considérer que l'adaptation consiste à abandonner des schèmes antérieurs et des conceptions antérieures, pour en adopter de nouveaux, là aussi très souvent, avec l'aide d'autrui. De telle sorte que la zone proximale de développement apparaît comme un concept utile, à condition que ne soit pas associé un sens trop étroit à l'idée de proximité. Je pourrais donner plusieurs exemples de ruptures dans la manière dont les enfants développent le concept de nombre et ceux d'addition et de soustraction. Je me contenterai d'un seul : le concept de nombre négatif. La modélisation algébrique des situations faisant intervenir des transformations et des relations et le calcul avec les nombres négatifs heurtent violemment une partie des intuitions arithmétiques des enfants, tout en s'appuyant sur d'autres. L'enfant doit opérer une véritable révolution intellectuelle, et cette révolution demande plusieurs années scolaires.

J'aperçois une autre limitation possible du concept de zone proximale, dans le fait que Vygotski ne développe pas beaucoup et n'approfondit guère l'idée que c'est en dernier ressort l'activité de l'enfant qui lui permet de gagner des compétences nouvelles, même si cela se fait avec l'aide et le concours d'autrui. C'est pourtant un problème important pour l'enseignant que de savoir non seulement montrer et expliquer des choses à l'enfant, mais aussi choisir ou construire des situations favorables à l'activité spontanée de l'enfant et au développement de ses compétences. L'apprentissage à l'école repose en fait sur le double jeu de l'exploration libre de l'enfant et de l'aide d'autrui. Le processus d'accommodation-assimilation est géré principalement par l'enfant lui-même.

Le concept de schème est essentiel pour comprendre cela, puisque le schème représente l'organisation invariante des conduites, relativement à une classe de situations et que ce sont les schèmes qui sont au centre des processus d'adaptation. C'est à l'intérieur de cette totalité dynamique du schème qu'il nous faut identifier les invariants opératoires; invariants que le sujet pose comme autant de décisions cognitives concernant le réel, et qui permettent au schème de fonctionner dans des situations variables, y compris dans des situations totalement nouvelles. Un schème est selon moi composé de quatre éléments indispensables :

- des invariants opératoires : instruments de conceptualisation des situations de référence du domaine considéré;
- des inférences : qui prennent la forme de calculs à partir des informations fournies par les situations et à partir des qualités calculatoires des invariants;
- des règles d'action qui permettent de décider des actions à faire et qui, en même temps, résultent des calculs inférentiels. Ce sont les règles d'action qui engendrent la suite des actions;
- des anticipations ou prédictions qui concernent l'effet à obtenir, et qui résultent également des calculs inférentiels.

Mais on ne peut parler de schème sans parler des situations auxquelles il peut s'appliquer.

On est ensuite renvoyé en permanence de l'organisation des conduites aux situations de référence. Une bonne théorie de la zone proximale de développement implique nécessairement une bonne théorie de la référence.

Je vois deux intérêts théoriques à la conception du schème énoncée plus haut :

1 / Les invariants opératoires étant communs aux schèmes et aux concepts, ils permettent de faire le lien entre l'action et la pensée discursive. Je l'ai déjà dit plus haut.

2 / Si l'on suit l'idée de Vygotski que le langage est une aide décisive à la pensée, on peut distinguer des formes différentes dans l'aide apportée par les activités langagières, en fonction des différentes composantes du schème. Le langage peut en effet favoriser soit l'identification des invariants, soit la partie inférentielle du fonctionnement du schème, soit encore la planification, le réglage et le contrôle de l'action (règles et anticipations). Cela est vrai pour l'activité langagière dont l'enfant accompagne spontanément son action; mais, c'est sans doute vrai aussi pour l'activité langagière de l'adulte qui aide l'enfant.

Concernant la lecture que nous devons faire aujourd'hui de Vygotski, je plaiderai pour une meilleure liaison entre ce qu'il dit du langage et ce qu'il dit des concepts scientifiques, parce que les processus de conceptualisation du réel sont largement spécifiques du contenu et que, si le langage a des effets décisifs sur la conceptualisation, celle-ci a de son côté des effets décisifs sur le langage. Je pense qu'on ne peut guère étudier les activités langagières en situation de monologue ou de dialogue sans prêter une extrême attention au contenu conceptuel de ces situations. C'est par exemple ce que fait Danièle Morange dans ses recherches sur les activités verbales des élèves au cours de la résolution de problèmes d'addition et de soustraction. On devrait développer ce type d'étude.

L'INTÉGRATION DES CONCEPTS SCIENTIFIQUES

C'est une idée à laquelle Vygotski attache une grande importance et à propos de laquelle il développe, d'une part, l'idée de l'organisation en systèmes des connaissances scientifiques, d'autre part l'idée qu'il existe des changements de niveau d'intégration au cours de l'apprentissage. On peut d'ailleurs être d'accord ou non avec les exemples qu'il donne. Par exemple il cite, comme changement de niveau, le passage de l'arithmétique à l'algèbre, en considérant qu'il s'agit d'un changement de niveau analogue au passage de la langue maternelle à une langue étrangère, ou encore du langage oral au langage écrit. Il existe bien entendu certaines raisons d'un tel rapprochement : les connaissances de l'élève en algèbre s'appuient nécessairement sur ses connaissances arithmétiques antérieures, et permettent une réinterprétation de ces connaissances; et on peut apercevoir un mouvement analogue pour la langue écrite ou pour l'apprentissage d'une langue étrangère. Mais à mon avis la métaphore s'arrête là, car des conceptualisations spécifiques sont nécessaires dans l'apprentissage de l'algèbre (concepts de fonction, de variable, d'ensemble de nombres, de domaine de définition, de monôme, de binôme, etc.) qui n'ont rien à voir avec les conceptualisations spécifiques à d'autres domaines de la connaissance.

Je ne développerai pas plus longuement cette partie de mon exposé sur les changements de niveau et le caractère intégré des connaissances scientifiques, car c'est un point qui est relativement peu développé dans l'ouvrage de Vygotski dont nous disposons en français, et c'est en outre un point sur lequel j'ai personnellement peu de désaccords avec lui, en dépit de ce que je viens de dire. La théorie des champs conceptuels fait d'ailleurs une part essentielle à cette idée d'intégration : c'est justement parce qu'un concept ne se développe pas seul, ni dans un seul type de situation, et qu'une situation ne s'analyse pas à l'aide d'un seul concept, ni ne se traite à l'aide d'un schème unique, qu'il faut étudier le développement cognitif dans des champs conceptuels relativement larges et cependant bien identifiés.

CONCLUSION

J'ai conscience d'avoir pris une certaine liberté dans ma lecture de Vygotski. Mais je crois que c'est en entrant dans le débat scientifique avec lui qu'on lui rend le plus grand hommage. C'était un homme d'une extraordinaire envergure intellectuelle, qui a avancé des idées parfois surprenantes à l'époque, et qu'on peut souvent utiliser aujourd'hui; en même temps il y a dans son œuvre des faiblesses et des lacunes. Essayons de les identifier pour construire une théorie meilleure et plus complète. La leçon que je tire pour ma part, c'est que certains cognitivistes diraient moins de sottises s'ils avaient lu et compris Vygotski.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brousseau G. (1981), Problèmes de didactique des décimaux, *Recherches en didactique des mathématiques*, 2 (1), p. 37-127.
- Bruner J. (1983), *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Johsua S. (1985), *Contribution à la délimitation du contraint et du possible dans l'enseignement de la physique*, thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Aix-Marseille II.
- Piaget J. (1949), *Introduction à l'épistémologie génétique*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Vergnaud G. (1987), Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant, in J. Piaget, P. Mounoud, J.-P. Bronckart, *Psychologie. Encyclopédie de la Pléiade*, Paris, Gallimard, p. 821-844.
- Vygotski (1986), L'étude du développement des concepts scientifiques pendant l'enfance, in Vygotski, *Pensée et langage*, Paris, Editions Sociales, Messidor.