



**Gérard Vergnaud**

## Recherches en psychologie didactique

Ce document est issu du  
site officiel de Gérard Vergnaud

[www.gerard-vergnaud.org](http://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.

---

## Pourquoi parler autant de conceptualisation ?

### In Actes du colloque **Conceptualisation et surdité** **Synthèse des travaux, Suresnes**

La Nouvelle Revue de l' AIS

INS HEA - Institut national supérieur de formation et de recherche pour  
l'éducation des jeunes

2003 (9 et 10 décembre), Suresnes

ISBN/ISSN/EAN : 1289-0065

Lien internet permanent pour l'article :

[https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud\\_2003\\_Pourquoi-Conceptualisation\\_Colloque-Suresnes-Surdite](https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_2003_Pourquoi-Conceptualisation_Colloque-Suresnes-Surdite)

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

---

# La nouvelle revue de l'AIS

Adaptation et intégration scolaires

L'école pour tous

Exemplaire du Numéro 33 - Octobre 2003

Actes du colloque de Suresnes  
9 et 10 décembre 2003

## « Conceptualisation et Surdité »



La place de l'expérience  
et des langages  
dans la construction des concepts

 ditions de Crefop



7  

## Pourquoi parler autant de conceptualisation ?

Contribution de Gérard Vergnaud à la discussion

Les idées que je vais évoquer maintenant sont issues des leçons que j'ai pu tirer de plusieurs sortes d'expériences : principalement la recherche en psychologie et en didactique des mathématiques, qui m'a occupé pendant 30 années, et l'analyse des compétences des adultes en relation avec les évolutions du travail. J'indique aussi que mes deux références théoriques principales sont Piaget et Vygotski.

Pourquoi parler autant de conceptualisation ? Parce que, sans conceptualisation, il n'y a pas d'activité opératoire possible et pas de compétence. Il est très positif que soit reconnu, aujourd'hui plus qu'hier, l'importance de la forme opératoire de la connaissance, celle qui permet de faire et de réussir. Cela ne dévalue pas la forme prédicative de la connaissance, celle qui prend la forme de textes, d'énoncés, de traités et de manuels, mais cela rend davantage justice aux connaissances acquises au cours de l'expérience, qu'il s'agisse de l'expérience de l'enfant ou de celle de l'adulte.

Je peux résumer mon message de la manière suivante :

- Un concept ne se forme pas tout seul.
- Ce sont toujours plusieurs concepts qui se forment en même temps, au cours de l'activité, et en interaction avec une certaine variété de situations. C'est l'idée de champ conceptuel.
- Ce processus prend beaucoup de temps, de longues années.

De ce fait, l'expérience faite par nous hier sur la découverte du concept de groupe ne concerne qu'une petite partie du processus de conceptualisation ; mais elle est très importante, puisqu'elle touche la reconnaissance des propriétés communes à plusieurs domaines d'expérience.

Ma définition de la conceptualisation est simple ; c'est l'identification des objets du monde, de leurs propriétés et de leurs relations, que cette identification résulte des informations directement fournies par le réel, ou qu'elle résulte d'une construction. Les mots jouent bien entendu un rôle dans cette identification, mais les mots n'accompagnent pas d'emblée toutes les conceptualisations, loin de là.

Prenons l'exemple du dénombrement chez un enfant de 5 ans :

*Un, deux, trois, quatre, ... quatre!*

Dans cette conduite, ou plutôt ce schème, puisqu'il s'agit d'un schème, on peut identifier au moins deux concepts mathématiques puissants : celui de correspondance biunivoque et celui de cardinal.

-correspondance biunivoque entre quatre catégories distinctes d'éléments : les objets à dénombrer, les gestes du bras et de la main, les gestes du regard, les gestes de la parole. Si l'une de ces correspondances n'est pas biunivoque, si le regard ou la parole vont trop vite ou trop lentement par exemple, le dénombrement est raté. C'est ce qui arrive aux jeunes enfants, et à certains enfants handicapés, qui ont du mal à distribuer dans l'espace et le temps la succession de leurs gestes, et à coordonner les différents registres concernés, notamment celui du regard.

-cardinal : la répétition du dernier mot-nombre, comme dans le cas ci-dessus, ou éventuellement son accentuation (un, deux, trois, QUATRE) sont des indices du statut différent qui lui est donné. Certains enfants ont des difficultés à cardinaliser et ne savent pas résumer l'information : en réponse à la question « combien? » posée par leur interlocuteur, ils recommencent à compter l'ensemble. Ils savent moins encore utiliser cette information pour opérer des additions.

On voit avec cet exemple que le concept de nombre ne peut pas se résumer à la signification des mots, puisque l'activité gestuelle est essentielle, et que les idées de correspondance et de cardinal ne sont pas explicitées.

Vygotski lui-même, qui avait pourtant tenu cette position théorique que « le concept, c'est la signification des mots », est amené, dans le dernier chapitre de son ouvrage *Pensée et langage*, à modifier son point de vue : il explique alors que les enfants donnent aux mots qu'ils entendent, un sens éventuellement différent de la signification qu'a le mot dans la communauté linguistique qui est la leur. Le mot entendu en classe par exemple est repris et repensé par l'enfant à la lumière de sa propre expérience. Ainsi Vygotski distingue entre sens et signification. Pour Piaget les choses sont encore plus claires. « Le sens, c'est les schèmes » avait-il coutume de dire.

Je vais maintenant proposer plusieurs définitions complémentaires de la compétence, de manière à montrer que la compétence n'est pas un concept suffisant, mais qu'il appelle au contraire des développements importants du côté de l'analyse de l'activité et des processus cognitifs.

**Définition 1** : *A est plus compétent que B s'il sait faire quelque chose que B ne sait pas faire.*

*Ou encore A est plus compétent au temps  $t'$  qu'au temps  $t$  parce qu'il sait faire quelque chose qu'il ne savait pas faire.*

Cette définition est une base solide mais excessivement réductrice. Le critère en est le résultat de l'activité. Peu importe comment A s'y prend, s'il saute 6m au saut à la perche, ou s'il sait faire ce qu'il ne savait pas faire, par exemple une division avec un diviseur décimal plus petit que 1.

**Définition 2 :** *A est plus compétent au temps  $t'$ , s'il s'y prend d'une meilleure manière. Le comparatif "meilleure" suppose des critères supplémentaires : rapidité, fiabilité, économie, élégance, compatibilité avec la manière de procéder des autres, etc...*

Cette deuxième définition conduit à s'intéresser à la forme de l'activité elle-même et pas seulement à son résultat. Par exemple : A utilise sans hésitation la règle de trois pour résoudre les problèmes de quatrième proportionnelle, alors que B ne parvient à les résoudre qu'en passant par le calcul préalable de la valeur unitaire.

**Définition 3 :** *A est plus compétent s'il dispose d'un répertoire de ressources alternatives qui lui permet d'utiliser tantôt une procédure, tantôt une autre, et de s'adapter ainsi plus aisément aux différents cas de figure qui peuvent se présenter.*

Pour calculer la durée nécessaire au parcours de 450 Km sur l'autoroute, alors qu'il a parcouru 90 Km en 45 minutes, A peut raisonner de plusieurs manières

- considérer que 450 c'est 5 fois 90, et que le temps de parcours sera ainsi 5 fois plus grand, soit 45 minutes multiplié par 5.

- calculer la vitesse horaire : soit 90 multiplié par 60 puis divisé par 45, ce qui donne 120 ; puis diviser ensuite 450 par 120 pour trouver la durée correspondante en heures.

- procéder à une décomposition additive du type :

45 minutes = 30 minutes + 15 minutes, et de même 90 Km = 60Km + 30 Km.

Cela permet de voir 450km comme une somme (60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 30), ou encore comme (7 x 60) + (1/2 x 60) et de déterminer la durée par la combinaison correspondante des durées en minutes.

Dans le premier cas A utilise, sans l'exprimer, la propriété d'isomorphisme des fonctions linéaires :  $f(kx) = kf(x)$ .

Dans le second cas il utilise, toujours sans l'exprimer, la formule avec le coefficient de proportionnalité :  $f(x) = ax$

Dans le troisième cas, il utilise, toujours sans le dire, l'isomorphisme additif

$f(x+x' + \dots + x') = f(x) + f(x') + \dots + f(x')$

ou celui des combinaisons linéaires  $f(kx+k'x) = kf(x) + k'f(x)$ .

**Définition 4 :** *A est plus compétent s'il est moins démuni devant une situation nouvelle , d'une catégorie jamais rencontrée auparavant.*

Ces quatre définitions sont complémentaires. On ne peut se passer ni de l'une, ni de l'autre. Les deux dernières définitions sont particulièrement importantes dans le travail aujourd'hui, parce qu'on demande aux hommes et aux femmes de plus en plus de jugement, d'analyse et d'intelligence.

Cela est vrai dans l'éducation aussi; et il faut donc gérer à la fois la stabilisation des compétences acquises par les élèves, et leur déstabilisation. Il faut en effet déstabiliser les élèves ! C'est le moyen didactique habituel pour provoquer la découverte ou la compréhension d'un concept ou d'un raisonnement nouveau. La limite de ce principe est que, si on déstabilise trop souvent les enfants, ils n'apprennent pas non plus.

### **Compétence, schème et concept**

La compétence ainsi entendue, nous conduit à nous intéresser à l'activité elle même, et pas seulement à son résultat. L'expérience et l'apprentissage sont adaptation. La connaissance est adaptation, nous disait déjà Piaget, et il précisait : assimilation et accommodation.

Mais qu'est-ce qui s'adapte, et à quoi? Il est trop général de parler d'adaptation à l'environnement. Ce qui s'adapte ce sont des schèmes, et ils s'adaptent à des situations. Le couple schème-situation est donc le couple théorique central de la psychologie du développement et de l'apprentissage, de la didactique et de la pédagogie. Je rappelle donc brièvement plusieurs définitions du concept de schème, de la moins analytique à la plus analytique

*1 un schème est une totalité dynamique fonctionnelle.*

*2 un schème est une organisation invariante de l'activité pour une classe définie de situations.*

*3 un schème est nécessairement composé de quatre catégories de composantes*

*- un but (ou plusieurs), 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)*

*- des possibilité d'inférences.*

**Commentaires :** l'idée de totalité dynamique fonctionnelle permet de voir le schème comme une "bonne forme" de l'activité, à la manière dont les gestaltistes voyaient eux mêmes l'organisation de la perception.

Mais Piaget s'est avancé dans la théorie plus loin que les gestaltistes, que Revault d'Allonnes, ou que Bartlett, en s'intéressant de près au déroulement temporel de l'activité gestuelle du bébé, puisque c'est avec l'analyse de cette activité gestuelle qu'il fournit les premières

descriptions convaincantes de ce qu'est un schème, de sa fonction assimilatrice, et de la coordination des actions qu'implique sa construction.

Le geste est le meilleur prototype du concept de schème. J'avance la thèse que la pensée est un geste, notamment la pensée mathématique. Il nous faut tirer le bénéfice de cette métaphore hardie, qui n'est d'ailleurs pas si hardie quand on considère le langage des signes.

Un deuxième commentaire est que le schème est un universel, puisqu'il s'adresse à une classe de situations, fût-elle petite et locale, au début de l'apprentissage d'un domaine nouveau notamment. Pour formaliser l'analyse d'un schème, il faut des quantificateurs universels. D'ailleurs l'activité engendrée en situation présente une certaine variabilité, puisqu'elle dépend des conditions; ce qui est invariant c'est l'organisation de l'activité, pas l'activité elle-même. En général, les schèmes n'engendrent pas des conduites stéréotypées. Lorsque nous avons un sentiment d'automatisme, pour certaines de nos conduites ou pour celles des autres, il faut toujours considérer que l'activité cognitive sous-jacente est truffée d'inférences, peu accessibles à la conscience pour la plupart d'entre elles ; mais elles n'en sont pas moins essentielles pour relier entre eux les éléments de l'activité. Les parties véritablement automatisées de nos conduites, dans lesquelles n'interviennent ni inférences ni contrôles, sont d'une exceptionnelle brièveté, et elles sont en outre intégrées dans l'organisation intelligente qu'est le schème.

Mon troisième commentaire est lié à l'analyse en termes de buts, de règles, d'invariants opératoires et d'inférences. Même si le but n'est pas pleinement conscient, ou s'il y en a plusieurs dans la même activité (par exemple la séduction dans une activité collective), on peut toujours identifier une intentionnalité dans l'organisation de l'activité, avec son cortège de sous-buts et d'anticipations.

Les règles, elles, ont cette fonction théorique d'exprimer le caractère génératif du schème. Ce sont les règles qui permettent de saisir la manière dont l'activité est engendrée au fur et à mesure. Ce ne sont pas seulement les actions qui sont ainsi engendrées (la suite des gestes dans le dénombrement ou dans le saut à la perche), mais aussi les prises d'information et les contrôles, lesquels permettent l'infléchissement de la conduite en situation, y compris le retour en arrière si celui-ci est possible (pas dans le saut à la perche évidemment).

Les règles sont ainsi la composante du schème par laquelle entrent les conditions et les variations. On peut toujours leur donner la forme SI ALORS . Pourtant lorsqu'on demande à des ouvriers de talent, à des experts, à des enseignants et ou à des élèves d'expliquer pourquoi et comment ils ont fait ceci ou cela, leur réponse est généralement évasive ; ils ne restituent pas les raisonnements conditionnels qu'ils ont effectués en chemin, mais plutôt une suite linéaire d'actions : on fait ceci, puis cela, puis encore ceci, oubliant qu'à chaque moment, une ou plusieurs conditions ont présidé au choix effectué, notamment des prises d'information et des contrôles. Le concept de règle d'action est donc radicalement insuffisant pour analyser l'activité.

Si maintenant on essaye de comprendre quel type de relation existe entre les conditions de l'activité et les formes qu'elle prend, on rencontre inévitablement la question de la conceptualisation. Même s'il existe des associations régulières entre les conditions introduites par le SI et la conduite introduite par le ALORS (actions, prises d'information et contrôles) la succession ne peut à elle seule permettre de saisir les raisons qui relient les différentes conditions possibles et les différentes activités qui leur sont associées. Il existe des relations conceptuelles entre conditions et activités.

C'est un argument essentiel pour introduire dans le concept de schème cette composante épistémique que sont les concepts-en-acte et les théorèmes-en-acte. Le schème est conceptualisation ou il n'est pas. L'idée d'une connaissance dite "procédurale" qui serait détachée de toute conceptualisation est un avatar de l'associationnisme behavioriste.

A ce point de mon exposé, je voudrais souligner un processus essentiel de la démarche analytique; que j'appelle « la descente vers le cognitif ». Nous sommes en effet descendus de la compétence vers l'activité et les schèmes, puis des schèmes vers la conceptualisation. D'où la formule lapidaire : au fond de l'action, la conceptualisation.

### **La question des rapports entre symbolismes mathématiques et langage naturel**

Je ferai deux remarques préalables

1 - Le langage naturel est déjà réducteur puisque le mot renvoie toujours à un ensemble soit d'objets, soit de propriétés, soit d'actions, soit de processus. L'invariant langagier est plus réducteur que l'invariant opératoire. C'est sa faiblesse et sa force en même temps

- sa faiblesse parce qu'il ne rend qu'imparfaitement compte de la pertinence et de la finesse des prises d'information et des diagnostics sous-jacents à l'action.

- sa force parce qu'il est communicable et que sa signification peut être partagée, au moins partiellement; également parce qu'il stabilise les invariants opératoires dans des formes conventionnelles pour une communauté donnée.

2 - Aucun diagramme, aucun symbolisme non langagier, aucune algèbre ne peut remplir sa fonction sans un accompagnement langagier, fût-il intérieur. En d'autres termes le langage naturel est le métalangage de tous les symbolismes. Il en va de même pour le langage des signes. C'est bien entendu des situations, des phénomènes, et du langage ordinairement pratiqué que les symbolismes mathématiques tirent leur sens. Mais ils apportent aussi, du fait de leur laconisme notamment, une efficacité que n'a pas le langage naturel.

Tous les registres de l'activité sont concernés par le cadre théorique des schèmes, des champs conceptuels et des relations signifiants/signifiés.

Les gestes de l'artisan, du sportif et de la danseuse, les raisonnements scientifiques et techniques de l'ingénieur, du technicien de maintenance, du médecin et de l'avocat, les



formes énonciatives et discursives des uns et des autres, l'interaction avec autrui et les compétences affectives sont tous et toutes des formes d'organisation de l'activité.

Le concept de schème est donc pertinent pour entreprendre leur analyse. Ceci ne signifie pas que ce soit aisé.

Le décalage entre les connaissances opératoires et leur formulation est un phénomène très général. Il concerne par exemple les ouvriers et les techniciens de maintenance, qui ont une longue expérience des cas de panne qui peuvent se présenter, et de leur variété. Leur diagnostic repose sur des indices que d'autres ne savent pas prendre, et leur savoir faire n'est pas aisément transmissible. Témoin ce réparateur de pompes à eau dans une entreprise de fabrication et de livraison de béton. Il tombe malade pour plusieurs semaines, et personne dans son service ne parvient à réparer une certaine catégorie de pannes relativement délicates qu'on avait l'habitude de lui confier. On se rend à son chevet pour lui demander comment il s'y prend. Il tâche d'expliquer, les autres de comprendre. En vain! c'est seulement à son retour à l'atelier que les pannes les plus délicates ont pu être traitées à nouveau.

Il est tentant de croire que ce décalage serait le fait des personnes moins qualifiées, et que des personnes ayant suivi des études supérieures lui échapperaient. Mais j'ai pu observer ce décalage chez des ingénieurs de très haut niveau, experts dans la conception des lanceurs spatiaux Ariane. On les avait chargés d'écrire des guides méthodologiques dans lesquels ils restitueraient leur savoir faire personnel, acquis au cours de leur expérience propre, en vue de sa transmission aux jeunes ingénieurs, et de sa capitalisation par l'entreprise. En interrogeant les experts et les jeunes ingénieurs, on a observé que les guides méthodologiques écrits par les experts, d'une part donnaient lieu à une grande variété d'interprétations de ce qu'est un savoir-faire personnel, et d'autre part ne restituaient qu'une faible partie des connaissances qu'ils utilisaient dans l'action. Par exemple, les experts ne donnaient qu'une vision séquentielle de leur manière de faire, avec peu d'alternatives et peu de raisonnements conditionnels, alors que c'est justement ce type de raisonnement qui faisait leur expertise: la solution optimale d'un problème technique est en effet liée aux conditions particulières dans lesquelles il se présente. Les experts faisaient également peu état des comparaisons de type coût / efficacité, qui sont essentielles dans la pratique. Ils ne parlaient pas non plus des obstacles épistémologiques et des raisonnements faux ou insuffisants qu'ils avaient dû et pu surmonter au cours de leur activité, et qui étaient une source précieuse d'information pour les jeunes ingénieurs.

En bref, qu'on soit élève, enseignant, ou ingénieur de conception, il est difficile de mettre en mots les connaissances qu'on utilise dans l'action.

Que l'expérience soit incontournable dans la formation de la compétence n'est pas une découverte. Ce qui est plus nouveau c'est l'analyse cognitive de l'activité, c'est-à-dire l'identification des formes stables d'organisation de l'activité (les schèmes), face à des

situations d'une certaine variété; ainsi que l'analyse des relations entre elles de différentes situations, qu'on peut ainsi classer. Ce sont ces différentes classes de situations, et le réseau des concepts qui permet de les traiter que j'appelle « champ conceptuel ».

Si les schèmes ne sont pas des stéréotypes, mais sont au contraire flexibles, c'est justement parce qu'ils reposent sur des concepts-en-acte qui tirent leurs sens et leur pertinence d'une variété de situations.

### **Alors que dire sur les ateliers auxquels nous avons participé hier ?**

Que dire notamment sur les situations et les activités proposées, et sur les échanges langagiers qui ont eu lieu? Les machines à changer les couleurs ont été les plus déstabilisatrices, et j'ai entendu, de la bouche de mon voisin, une appréciation significative : « j'aime pas ça ! ». On peut énumérer les difficultés conceptuelles rencontrées

- 1- il est facile de comprendre et de retenir l'idée que le bleu est changé en jaune, mais la machine à changer les couleurs ne se borne pas à cela : elle change aussi le rouge en bleu et le jaune en rouge. C'est la même machine, et son fonctionnement est arbitraire, en ce sens que rien ne justifie ce choix plutôt qu'un autre ;
- 2- les machines sont ensuite enchaînées par une loi de composition dont le résultat cette fois n'est pas arbitraire. Prenons l'exemple des rotations, qui a suivi : lorsqu'on compose une rotation d'un demi-tour avec une rotation d'un quart de tour, cela fait nécessairement trois quarts de tour. De même lorsqu'on compose une machine qui change le bleu en jaune, le rouge en bleu et le jaune en rouge, avec une machine qui change le jaune en bleu, le bleu en rouge et le rouge en jaune, on obtient une machine qui change le bleu en bleu, le rouge en rouge et le jaune en jaune, c'est-à-dire la machine « identique ». C'est un résultat nécessaire ; il ne peut en être autrement cette fois.
- 3- Il faut ensuite prendre conscience que la composition de deux machines quelconques, dans tous les cas de figure, fait retomber sur une des six machines envisagées. La loi de composition est interne.
- 4- Enfin on vérifie les propriétés d'associativité et d'inversion qui caractérisent un groupe. On a pu observer quelques suggestions différentes de celles prévues par les metteurs en scène, mais elles ont été découragées, justement parce qu'elles conduisaient à l'approfondissement de la différence entre groupes commutatifs et groupes non commutatifs, et que cela sortait du contrat didactique envisagé.

Les raisons qui permettent de parler de groupe dans le cas des machines à changer la couleur, ne sont pas toutes de l'ordre de la nécessité puisque le premier choix est arbitraire ; alors que dans le cas des transformations géométriques, on a à faire à des relations nécessaires. Les

mathématiques sont de fait un réservoir de modèles. Mais ces modèles sont utilisés dans d'autres disciplines. Ainsi le concept de groupe a été utilisé en cryptographie, en anthropologie et dans plusieurs autres disciplines.

Est-ce que l'atelier aurait pu se dérouler de la même manière si les participants n'avaient pas disposé des mots et des gestes pour désigner les objets en présence, leurs propriétés et relations ?

L'une des fonctions du langage, n'est-elle pas de désamalgamer des objets de pensée (ou des relations) qui seraient autrement confondus, C'est à la fois une conséquence et une des raisons de son rôle premier, qui est de favoriser la communication, Le langage a donc une fonction analytique irremplaçable. Et il est ainsi opératoire à son tour. Le langage change le statut de la connaissance, même si l'activité non langagière est souvent première. On a donc raison de parler en classe. Néanmoins, il serait bon, parfois, de laisser plus de place aux expériences propres des élèves ; les mots des élèves ne sont pas les mêmes que ceux du maître ou de la maîtresse ; et les mots du maître sont inévitablement interprétés par les élèves à la lumière de leur expérience propre.

### **Un mot de conclusion**

Me voici parvenu à la fin de mon exposé. Je laisserai de côté les autres exemples de champs conceptuels que j'avais préparés (la reproduction végétale et la morale) et je m'en tiendrai pour conclure à la compétence professionnelle des enseignants.

Les enseignants sont des médiateurs. Leur premier acte de médiation est les choix des situations à proposer aux élèves. Ce choix s'alimente à la fois à l'épistémologie du domaine concerné et à la connaissance du développement des élèves, dans leur diversité. Il faut en effet avoir en ligne de mire cette marge de développement potentiel qu'évoque Vygotski dans son célèbre ouvrage, *Pensée et langage*. Mais le travail de médiation de l'enseignant ne s'arrête pas au choix des situations les plus fécondes et les plus opportunes : il lui faut clarifier les buts et les sous buts de l'activité, aider les élèves à anticiper et à faire des conjectures, prendre à sa charge une partie du travail, de manière à soulager les élèves de certaines difficultés et à diminuer leur marge d'incertitude. Il lui faut accompagner les élèves dans l'identification des relations pertinentes et dans les inférences qui leur permettront d'agir. C'est proprement cela la conceptualisation.

### **Brève bibliographie**

BARTLETT, F. (1932). *Remembering : a study in experimental and social psychology*. New York & London : Cambridge University Press.

PIAGET, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* (Edition de 1994). Lausanne-Paris, Delachaux et Niestlé.

REVAULT D'ALLONNES, G. (1920,1999). Le mécanisme de la pensée: les schèmes mentaux; *Revue philosophique*, XC, 161-202. Repris dans *Psychologie française*,2000,45

VERGNAUD, G. (1985). Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. *Psychologie Française*, 30 3/4, 245-252.

VERGNAUD, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 2/3, 133-170.

VYGOTSKI, L. S. (1934/1985). *Pensée et langage*. Paris, Editions Sociales.