



**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.

---

## Epistémologie et psychologie : une relation nécessaire

### In Rencontre à Nancy

2012 (20-21 septembre)  
Nancy, France

Lien internet permanent pour l'article :

[https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud\\_2012\\_Epistemologie-Psychologie\\_Rencontre-Nancy](https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_2012_Epistemologie-Psychologie_Rencontre-Nancy)

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

---

# Epistémologie et psychologie : une relation nécessaire

Rencontre de Nancy des 20 et 21 septembre 2012

Gérard Vergnaud

L'idée de Piaget était que, « pour comprendre la connaissance, il faut en étudier le développement » : la psychologie « génétique » (on dirait plutôt « développementale » aujourd'hui) apportait selon lui à l'épistémologie une contribution majeure, qui redoublait, sans l'imiter, l'étude du développement historique des sciences. Il allait même plus loin en considérant par exemple que certains stades de compréhension des propriétés de l'espace par les enfants, suivaient un ordre inverse de celui du développement historique : la perception et l'utilisation des propriétés topologiques précédant celles des propriétés projectives, et celles des propriétés métriques, contrairement à l'histoire des mathématiques.

Ainsi la psychologie était-elle élevée au rang de ressource pour éclairer des questions philosophiques. Piaget était à la fois un critique sévère de la philosophie, et inspiré par elle, ainsi que le montre son ouvrage « Sagesse et illusion de la philosophie ».

Réciproquement on peut dire aujourd'hui que la psychologie, comme d'ailleurs les autres sciences humaines, ne peut guère se passer des préoccupations philosophiques qui ont jalonné l'histoire des idées, même si elle recourt autant que possible à des recherches empiriques pour les éclairer. En étudiant le développement et l'apprentissage des mathématiques et de la physique, la didactique rencontre la psychologie et Piaget. Je voudrais en tirer deux leçons avec vous :

1 psychologie sans épistémologie n'est que ruine de l'âme ;

2 en essayant de transformer les connaissances des élèves, en réussissant et en échouant partiellement dans cette entreprise, la didactique permet de saisir certains processus de connaissance, plus complètement et plus finement que ne le permettent des analyses à la Piaget.

Il n'en reste pas moins que Piaget nous fournit des moyens théoriques essentiels pour avancer : en premier lieu, je retiens les concepts de schème, d'assimilation et d'accommodation.

Ma contribution portera sur trois points :

les relations entre connaissance, pensée et logique ;

la construction de la rationalité et les rapports entre physique et mathématiques ;

Quels rapports entre instinct, schème et algorithme.

## I Logique et connaissance

La tentation est grande, au début du 20<sup>ème</sup> siècle de considérer que la logique est le modèle de la pensée. Ce n'est pas d'abord le fait des psychologues, mais plutôt des logiciens eux-mêmes, qui recherchent les moyens de faire reposer sur la logique la valeur de vérité des mathématiques tout entières. La logique mathématique, du fait qu'elle est formalisée comme les mathématiques elles-mêmes, se trouve alors au centre de ces efforts. Russel en est sans doute l'exemple le plus illustre, et les « Principia Mathematica » l'entreprise la plus ambitieuse. Paradoxalement c'est après que Gödel eut produit le théorème selon lequel, justement, il n'est pas possible de démontrer la non contradiction des mathématiques par des moyens purement logiques, que Piaget entreprend de caractériser les stades de développement de la pensée par des structures logiques. Il avait alors certains moyens de présenter ce développement en termes de conceptualisation, mais il préfère soutenir que la logique est à la base du développement, et permet de fournir les caractéristiques principales des différents stades. Je ne résiste pas au plaisir de citer cette formule piagétienne « le nombre est la synthèse opératoire de la classe et de la relation » (on peut entendre de la logique des classes et de la relation d'ordre).

Or justement les propriétés des nombres sont beaucoup plus riches que celles des classes logiques ou que celles des relations d'ordre, en raison principalement des opérations que les unes et les autres peuvent supporter. Le nombre permet les opérations d'addition, et par la suite celles de soustraction, de multiplication et de division ; le concept de classe ne permet que les comparaisons en termes de différence et de ressemblance, de négation et d'inclusion, d'intersection et de disjonction, de raisonnement transitif ; les relations d'ordre non plus ne se prêtent pas à l'addition et

aux opérations numériques, seulement aux raisonnements transitifs et aux opérations de réciprocité. Ces remarques critiques concernent les prétendues conceptualisations précoces concernant le nombre, puisque les observations rapportées par les psychologues du bébé, sont en fait interprétables en termes de différences et de ressemblances, ou en termes d'ordre dans le meilleur des cas, mais pas en termes d'opérations numériques.

Sur cette question des opérations susceptibles d'être retenues pour faire la différence entre registres de conceptualisation, je recommande la lecture de Suppes. Il avait présenté ses analyses formelles, il y a 40 ans, à propos des tests psychométriques et des opérations que peuvent raisonnablement supporter ces mesures, mais il se trouve qu'elles sont aussi pertinentes pour différencier les compétences cognitives développées au cours de l'enfance. Si on ne veut pas rester dans la confusion et l'illusion, ce qui est encore plus important pour les didacticiens, il faut payer le prix de l'analyse et de la formalisation. Cette analyse formalisée est en outre utile pour saisir en finesse les continuités et les ruptures du développement. Mon intérêt pour les concepts en acte et les théorèmes en acte vient de là.

Mais alors quelle idée serait-elle plus pertinente et plus générale que la logique pour étudier la pensée et son développement?

Ma réponse : **La conceptualisation**, c'est-à-dire l'identification des objets du monde et de leurs propriétés et relations, que cette identification résulte de la perception ou de la construction.

Entendes-moi bien : la logique exprime bien une certaine conceptualisation, relative à une partie des objets du monde et de leurs propriétés. Simplement cette partie est petite au regard des disciplines scientifiques et professionnelles. De telle sorte que les didactiques et les psychologies n'auraient pas beaucoup de moyens théoriques à leur disposition si elles s'en tenaient à la logique pour analyser la pensée à l'œuvre dans la diversité des domaines de l'activité humaine.

En définissant l'approche didactique par la spécificité des contenus des situations, des activités et des conceptualisations étudiées, on élargissait et on enrichissait l'étude la pensée. Le cadre théorique s'en trouvait également modifié, puisque la pensée méritait alors d'être étudiée dans l'action en situation au moins autant que dans les propos tenus

par les sujets en réponse aux questions des psychologues. Les propos méritent bien entendu d'être analysés de près, mais il est vrai que l'observation de l'activité en situation nous fournit des informations sur des processus que le sujet observé n'est guère en mesure de rapporter verbalement.

Le Piaget de « La naissance de l'intelligence », ne trouve pas totalement son compte dans les analyses du stade des opérations concrètes et du stades des opérations formelles. De même, pour reprendre une distinction de Vygotski, l'analyse de la « conscience après » ne permet pas de bien saisir certains phénomènes intéressants de la « conscience avant ». Vous savez que Vygotski désignait par « conscience avant » les conceptualisations présentes dans l'action en situation, par différence avec les conceptualisations issues du retour après coup sur les raisons de la réussite ou de l'échec. Pour reprendre la terminologie de Piaget étudions le « réussir » et pas seulement le « comprendre ».

Dans l'action en situation, inévitablement marquée par une l'attention portée aux événements contingents dans lesquels est pris le déroulement de la situation et de l'activité, l'identification des objets et de leurs propriétés ne relève pas que de la logique, mais de toutes les catégorisations et autres concepts en acte, formés au cours de l'expérience antérieure. Pour le meilleur et pour le pire d'ailleurs, puis que ces conceptualisations peuvent être opportunes ou non, déboucher sur une issue ou au contraire sur une impasse.

## **2 la construction de la rationalité et les rapports entre physique et mathématique**

C'est parce qu'elle permet de distinguer des formes contrastées de représentation du réel que l'étude du développement apporte une information intéressant l'épistémologie. Elle témoigne ce faisant de niveaux distincts de conceptualisation. Elle permet aussi de mettre en évidence certaines parentés, certaines ruptures et continuités, entre les formes d'organisation de l'activité en situation ; tout autant qu'entre les modélisations théoriques. Ce sont les schèmes qui sont le lieu premier des assimilations et accommodations, justement parce que le couple situation/schème est au cœur de la relation au réel.

Dans la construction de la rationalité, Piaget a distingué, c'est bien connu, entre abstraction simple et abstraction réfléchissante., et c'est notamment au nom de cette

distinction qu'il a interprété la relation entre mathématiques et physique. Le rôle des mathématiques dans les théories physiques est si aveuglant, et pas seulement dans la physique contemporaine, qu'il est difficile de ne pas voir une relation de dépendance des concepts de physique, à l'égard des mathématiques. La didactique fait faire un pas de côté à cette vision des choses, parce que les situations proposées aux enfants pour qu'ils découvrent ou reconnaissent des objets mathématiques comme ceux de nombre et d'opérations, de figure et de position, de composition et de transformation, de fonction et de variable, sont en général des situations matérielles avant de devenir, le développement aidant, des situations sans support matériel.

En d'autres termes, ce sont des situations physiques ; on ne voit pas comment il serait possible de se passer des conceptualisations concernant quantités et grandeurs pour introduire et développer le concept de nombre. On peut alors considérer que, du point de vue de l'expérience et de la compréhension progressive du réel, c'est la conceptualisation physique qui est première, même si la dialectique entre l'empirique et le théorique est telle que l'appui entre les deux disciplines est rapidement réciproque. Il reste que l'abstraction dite « simple » n'est pas le propre de la physique, et que l'abstraction dite « réfléchissante » n'est pas le propre des mathématiques.

Bien au contraire, si l'on considère que l'abstraction simple concerne les propriétés des objets, et l'abstraction réfléchissante les propriétés de l'action, comme le disait Piaget, on doit reconnaître que les deux abstractions fonctionnent nécessairement ensemble dans les situations d'apprentissage de la physique et dans les situations d'apprentissage des mathématiques. Mais pour mettre cela en pleine lumière, il faut élargir la définition de la conceptualisation à la conceptualisation en acte, faite d'invariants opératoires, souvent implicites. Piaget avait certains moyens d'aller jusque là. Il a hésité.

La rationalité n'est évidemment pas le privilège des seules mathématiques, pas plus qu'elle n'est le privilège de la logique. Il faut rétablir dans nos préoccupations le poids du réel et de la diversité de l'expérience humaine. Par exemple l'histoire apporte une contribution propre au développement de la rationalité ; les activités sportives aussi. La recherche scientifique n'a pas beaucoup progressé dans cette direction.

Pour le faire il faut justement s'intéresser à l'analyse de l'activité en situation, à son déroulement temporel, et aux formes plus ou moins explicites ou implicites de conceptualisation contenues dans les schèmes.

Comme les schèmes s'adressent à des situations, leur statut épistémologique pèse : la construction de la rationalité ne peut pas être aussi aisée dans les situations aléatoires (lorsqu'il est impossible de prévoir les événements singuliers) que dans les situations régulières (lorsqu'il est possible, grâce à ces régularités, de prévoir les événements singuliers avec quelque chance de succès). Cette idée les empiristes peuvent la faire leur. Mais il faut aller plus loin : la rationalité consiste à connaître la raison des choses. Il faut donc s'intéresser à une classe de situations qui offre des garanties meilleures à la prédiction.

Ce sont les situations nécessaires, dans lesquelles le sujet a accès aux raisons des régularités.

Les mathématiciens se sont ingéniés à évoquer ou à construire de telles situations, à commencer par la géométrie. Mais la psychologie du développement peut apporter des éléments de réflexion décisifs, notamment lorsqu'on ajoute une considération supplémentaire : le rôle de l'action propre du sujet dans la production des événements.

On peut alors distinguer entre des situations dites « productives » dans lesquelles l'action propre du sujet est la seule raison du changement, des situations dites « passives » dans lesquelles au contraire ce sont des raisons extérieures à l'action du sujet qui en sont la cause : c'est le cas notamment en astronomie, puisque les hommes n'ont pas de moyen de modifier le cours des planètes, et ne disposent que de l'observation pour comprendre. Le troisième cas est évidemment le plus général dans la vie : lorsque les changements sont produits à la fois par l'action propre du sujet et par des événements extérieurs qui ne dépendent pas de lui.

On peut imaginer que les 9 classes de situations ainsi distinguées ne se prêtent pas également au développement de la rationalité.

Transparent des 9 classes

Les situations aléatoires où les changements résultent de l'interaction n'ont évidemment aucune chance d'être le bon cas. Mon idée, à la suite ma thèse en 1968, est que ce sont les situations productives ayant un caractère nécessaire, qui sont le plus favorable, et j'ai donc un exemple pour illustrer cette thèse.

Exemple

Je fais remarquer au passage que cette situation concrète peut être considérée aussi bien comme relevant du réel physique, avec la relation d'encastrement, que des mathématiques (avec la relation d'ordre, antisymétrique et transitive).

Les schèmes observés sont assez contrastés et inégalement proches de la rationalité. L'un d'eux se distingue des autres c'est un algorithme, et il permet donc de poser la question des rapports entre schèmes et algorithmes. Un algorithme, par définition, aboutit en un nombre fini de pas soit à une solution du problème posé s'il en existe une, soit à la démonstration qu'il n'y a pas de solution. Piaget ne s'est guère intéressé aux algorithmes mais, inspiré par la biologie, il s'est intéressé à une autre sorte d'organisation de l'activité, l'instinct.

### **3 quels rapports entre instinct, schème et algorithme ?**

Tous trois ont cette caractéristique commune d'être des formes complexes d'organisation de l'activité, qui peuvent porter non seulement sur de courts segments d'activité mais aussi sur des séquences relativement longues et complexes : c'est le cas de l'instinct, organisation parfois stupéfiante de complexité, comme le montrent les exemples de la marche, du vol, de l'activité sexuelle, ou encore de la construction du nid et de la protection des petits. On est loin des courtes réponses motrices que sont les réflexes.

La parenté avec les schèmes est telle que certaines interprétations de l'activité naviguent entre les deux termes ; certains schèmes sont interprétés comme des instincts, et réciproquement certains instincts comme des schèmes.

C'est justement l'existence des algorithmes et de leur rapport avec la rationalité qui conduit à distinguer soigneusement ce qui relève de l'expérience et de la conceptualisation. En effet on n'échappe pas alors au besoin de recherches didactiques, et au besoin de donner une place, dans l'organisation de l'activité, aux formes de conceptualisation que sont les invariants opératoires.

Les invariants et règles décrits par les mathématiciens inventeurs d'algorithmes, sont explicites, ou du moins on s'attend à ce qu'ils le soient. Si les algorithmes sont des schèmes, les schèmes ne sont pas tous des algorithmes ; mais ils comportent comme eux des règles d'action, de prise d'information et de contrôle, et des invariants opératoires, ainsi que des inférences, des buts et des anticipations. Mais règles et invariants



demeurent souvent implicites, de telle sorte qu'on ne voit pas suffisamment la rationalité présente dans les schèmes.

### **Conclusion**

Il faut saluer ce que les grands auteurs nous ont apporté, notamment Piaget. Il ne faut pas pour autant avoir une dévotion qui nous empêcherait de voir leurs limites, voire leurs erreurs d'appréciation. Par exemple Piaget a sans doute été trop loin dans l'importance accordée à la logique, et pas assez loin dans l'analyse du décours temporel de l'activité en situation, alors qu'il nous en avait montré le chemin, notamment avec son livre magistral « la naissance de l'intelligence ».

### **références**