



**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.

---

### **La forme opératoire de la connaissance : un beau sujet de de recherche fondamentale et appliquée**

#### **In Entreprises et compétences : le sens des évolutions Les Cahiers des clubs CRIN**

ÉCRIN (Ed.), Paris

1999

ISBN : 9782912154057

Lien internet permanent pour l'article :

[https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud\\_1999\\_Forme-Operatoire-Connaissance\\_Entreprises-Competences-CRIN](https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1999_Forme-Operatoire-Connaissance_Entreprises-Competences-CRIN)

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

---

LES CAHIERS DES CLUBS CRIN

# ENTREPRISES ET COMPÉTENCES : le sens des évolutions



LES CLUBS  
CRIN

Club CRIN "Evolutions du travail  
face aux mutations technologiques"

## Chapitre II

### **La forme opératoire de la connaissance : un beau sujet de recherche fondamentale et appliquée**

*Gérard Vergnaud, département cognition et activités finalisées, université Paris VIII, rapporteur scientifique du Club Evolutions du travail face aux mutations technologiques*

A la question posée aux chercheurs de savoir ce qui les intéresse dans le mouvement actuel des idées concernant les compétences, le travail, la formation, l'éducation, le changement social, je répondrai de deux points de vue différents : comme chercheur et comme citoyen.

Comme chercheur, je dirai que pour nourrir les grandes questions fondamentales de la psychologie concernant l'action, la représentation, la perception, le langage ou l'émotion, on peut rechercher dans l'éducation et le travail des phénomènes et des processus qui conduisent à poser ces questions autrement que le fait la psychologie expérimentale de laboratoire.

Comme citoyen, je pense que la recherche ne peut pas se développer indépendamment des questions que se pose la société. Et ceci sera encore plus vrai dans 20 ans. J'ai beaucoup agi au sein du CNRS pour que les problèmes de l'éducation et du travail soient davantage pris en charge, mais je suis loin d'avoir toujours réussi. Cette question est quand même un peu mieux comprise aujourd'hui qu'hier. Les influences réciproques de la recherche sur la société et de la société sur la recherche se sont développées et améliorées. Les clubs CRIN ont joué un rôle dans ce développement.

#### **1. Qu'est-ce que la connaissance ?**

La première question qui me préoccupe, comme chercheur, est la question suivante : "qu'est-ce que la connaissance" ? Cette question mérite d'autant plus d'être posée que la majeure partie de nos connaissances réside

dans nos compétences. Quel cadre théorique faut-il pour comprendre cela ? Trois exemples pour provoquer la réflexion :

1. Le bébé qui ne sait pas parler a-t-il des connaissances ? Et lesquelles ? Comment organise-t-il son activité ? dans quelles sortes de situations ? Avec quelles catégories de pensée ? Pense-t-il les objets, leurs propriétés, leurs relations et transformations ? Comment ces catégories lui permettent-elles d'agir efficacement ?
2. Un apprenti pâtissier prépare un gâteau pour 60 personnes. Il déclare qu'il n'est pas "bon en maths", et d'ailleurs s'il est apprenti pâtissier c'est justement parce qu'il n'était pas "bon en maths". Pourtant, dans son activité professionnelle, pour calculer les proportions nécessaires de différents ingrédients, il utilise à bon escient les propriétés de linéarité, y compris celles concernant les combinaisons et applications linéaires sans savoir pour autant ce qu'est une fonction linéaire. Quelles sont ses connaissances ? Qu'est-ce qui fait la différence avec son voisin qui ne parvient pas à passer d'une recette pour 8 personnes à une recette pour 60 ?
3. Un ingénieur de conception, devenu expert après 10 ou 15 ans d'expérience écrit un guide méthodologique dans lequel il est censé restituer son savoir-faire, en vue de sa capitalisation, et aussi de la transmission de ses compétences aux ingénieurs arrivant dans le service. En lisant de tels guides méthodologiques dans un département de conception de lanceurs spatiaux, je me suis aperçu que ces grands experts que sont les concepteurs de lanceurs ne restituent qu'une faible partie des connaissances qu'ils utilisent lorsqu'ils conçoivent un projet ou un prototype. En particulier, ils indiquent peu de solutions alternatives, font peu de comparaisons de solutions entre elles, mentionnent peu les différents critères de choix possibles : coût relatif, fiabilité relative, etc. Ils indiquent peu de raisonnements sous conditions, alors que c'est précisément ce qui est au cœur de leur expertise.

On peut même ajouter un quatrième exemple, celui des chercheurs scientifiques eux-mêmes, qui sont jugés sur leurs publications, et qui en savent professionnellement beaucoup plus que ce qu'ils sont capables de mentionner explicitement dans leurs publications.

On n'échappe pas à cette thèse essentielle que **la forme opératoire de la**

connaissance, qui permet d'agir en situation, n'est guère précédée par la forme prédicative qui permet d'exprimer cette connaissance dans des énoncés et des textes. Si l'on ne prend pas conscience de ce décalage, on ne peut pas espérer analyser les processus cognitifs mis en œuvre dans le travail, pour cette raison essentielle que la forme opératoire de la connaissance en est le cœur, et qu'en même temps la forme prédicative joue un rôle essentiel également, notamment dans le travail collectif, puisque c'est cette forme qui permet le mieux la communication, et la seule qui permette la discussion, le débat, l'argumentation.

Si le concept de schème est à mes yeux le concept le plus central de la psychologie cognitive, c'est pour cette raison essentielle qu'il permet le mieux et le plus complètement d'analyser l'activité, ses formes d'organisation, et en dernier ressort les connaissances nécessaires à cette activité. Sans revenir trop longuement sur les quatre composantes d'un schème (voir notamment G. Vergnaud, 1990, 1996), j'insisterai seulement sur la thèse que le concept «d'invariant opératoire», qui recouvre à la fois les idées de concept-en-acte et de théorème-en-acte, renvoie très précisément à la connaissance contenue dans l'action, et permet de comprendre les liens entre la forme opératoire et la forme prédicative de la connaissance.

Si l'on n'a pas de cadre théorique pour penser à la fois la forme opératoire et la forme prédicative de la connaissance, on aboutit à une vision du fonctionnement cognitif que je qualifierai de schizophrénique. Même si leurs différences sont importantes, notamment du point de vue de leur identification, de leur analyse, de leurs limites de validité, il est essentiel de pouvoir parler dans les mêmes termes de l'une et de l'autre. Par exemple, un théorème mathématique utilisé dans l'action doit être explicité par l'analyste dans les mêmes termes que ceux utilisés par le mathématicien.

<sup>1</sup> Le schème est une forme stable d'organisation de l'activité pour une classe de situations données. Il est composé de quatre sortes d'éléments :

- le but, les sous buts, les anticipations,
- les règles d'actions, de prise d'information et de contrôle,
- les invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte)
- les possibilités d'inférence.

## 2. Le rôle de la conceptualisation dans le développement des compétences

Une deuxième idée importante, concernant le développement des compétences, est celle de la relation entre le long-terme et le court-terme des processus de conceptualisation. Venant de la psychologie du développement de l'enfant et de l'adolescent, je suis nécessairement imprégné de l'idée que le développement des compétences prend du temps, beaucoup de temps ; il passe par des chemins complexes et variés, semés d'embûches ; il obéit à des processus de complexification croissante, avec de possibles retours en arrière, des obstacles durables, et parfois de fulgurantes prises de conscience, lorsqu'une situation présente des caractéristiques qui se prêtent à cette prise de conscience.

Pour prendre un seul exemple je retiendrai celui des structures additives, c'est-à-dire des situations dans lesquelles il faut combiner des données par des opérations d'addition et de soustraction. Cela a l'air excessivement simple, et en effet dès l'âge de 6 ans, voire de 5 ans et moins, certains enfants sont capables de traiter certaines situations d'addition et de soustraction, avec de petits nombres et dans des situations familières comme le dénombrement de poupées, de voitures-miniatures, de billes, de bonbons... Mais les mêmes enfants rencontrent des difficultés jusqu'à 9 ans pour retrouver l'état initial d'une quantité lorsqu'on connaît son état actuel et la transformation qu'elle vient de subir, augmentation ou diminution (gain ou perte de billes par exemple). Il faut encore plusieurs années pour que les mêmes enfants puissent décomposer une transformation en plus ou en moins en deux transformations de signes contraires. Les adultes eux-mêmes, y compris ceux qui ont fait des études supérieures, ne sont pas à l'aise avec certaines procédures comptables, notamment celles qui concernent l'écriture et la lecture d'un bilan. D'une manière générale, la manipulation des relations et des transformations positives et négatives pose problème, et il faut parfois une grande vigilance pour se retenir de faire des opérations suggérées par l'intuition, mais erronées.

Le long-terme ne concerne pas que les enfants, il concerne aussi les adultes. L'expérience est une composante essentielle de la compétence : c'est vrai pour les ouvriers d'entretien et les agriculteurs, vrai aussi pour les employés, les ingénieurs, les vendeurs, les managers. Il faut donc avoir conscience de la longue durée des processus de formation des compétences

et donc, pour faire écho à ce que j'ai dit plus haut, des processus de conceptualisation sous-jacents à la formation des compétences.

Mais il faut aussi s'imprégner de l'idée que les compétences se forment dans le court-terme, dans la rencontre avec des situations nouvelles : lorsqu'il faut modifier ses gestes ou son point de vue, seul ou avec l'aide d'autrui, pour tenir compte des caractéristiques nouvelles rencontrées. La résolution de problèmes nouveaux est un élément décisif du processus de formation des compétences, tant il est vrai que la connaissance est une adaptation, comme le répétait sans relâche Jean Piaget.

Qui dit long-terme dit histoire, histoire individuelle de la personne, histoire du groupe dans lequel on se trouve, histoire de l'entreprise. Je n'insiste pas, Yves Schwartz vient d'en parler. La culture ne se décline pas seulement au niveau de la société tout entière, mais également au niveau des petits groupes et des communautés. On le voit bien dans les grandes entreprises, ce sont souvent de petites équipes qui créent la nouveauté, au fil du temps. On le voit de manière éclatante dans la recherche scientifique, puisque ce sont parfois des équipes minuscules, voire quelques individus, qui apportent une idée ou une technique nouvelles, bientôt relayés par une communauté plus large ; mais ces idées restent longtemps minoritaires à l'échelle de la discipline toute entière.

### **3. Les conditions de la formation des compétences**

Une troisième idée importante est que la formation des compétences requiert certaines conditions. Si la connaissance est adaptation, il faut bien qu'un certain déséquilibre intervienne entre les situations nouvelles à traiter et les ressources cognitives du sujet ; il faut aussi que ce déséquilibre ne soit pas trop grand, faute de quoi l'adaptation, la décombinaison-recombinaison des schèmes et des invariants opératoires, la découverte de relations nouvelles et d'objets de pensée nouveaux ne seraient pas possibles. Fondamentalement c'est à des situations que nous nous adaptons, et les compétences nouvellement formées ne sont rien d'autre que de nouvelles formes d'organisation de notre activité, pour faire face à ces situations nouvelles. Une question se pose donc avec force : quelle est la part de la spécialisation et de la variété dans la formation des compétences ? On n'échappe pas à la spécialisation, mais en même temps on voit bien que, dans l'apprentissage et dans l'expérience, il faut rencontrer la variété pour

devenir un expert. L'expertise tient probablement à la fois dans la précision et la familiarité des schèmes auxquels on peut faire appel, et dans leur plasticité, leur adaptabilité et le fait qu'ils se prêtent à des compositions et recombinaisons.

Dans l'enseignement général et professionnel, c'est un problème délicat que de gérer ce processus de stabilisation et de déstabilisation des schèmes. Si un élève ou un étudiant ne rencontre pas la variété, il n'apprend pas bien, ou du moins ses compétences restent stéréotypées. S'il n'a pas la possibilité de répéter un même schème ou un même raisonnement, il n'apprend pas bien non plus. C'est là un dilemme qu'on rencontre également dans le travail, évidemment.

Reprenons l'exemple des structures additives évoquées plus haut ; on sait aujourd'hui que l'enfant développe très jeune une ou deux conceptions prototypiques de l'addition et de la soustraction. S'il ne rencontre pas la variété, c'est-à-dire s'il ne rencontre pas à l'école des cas non prototypiques d'addition et de soustraction, il restera démuné devant certaines des situations qu'il est susceptible de rencontrer dans la vie, dans une autre discipline, dans une filière professionnelle.

Ce dilemme de la spécialisation et de l'ouverture est un vrai problème de notre époque. Le taylorisme n'a pas frappé que les ouvriers. Il a frappé également les ingénieurs et les chercheurs. Pour avoir coordonné des groupes de travail auxquels participaient des chercheurs de disciplines différentes, je peux dire que les chercheurs du CNRS sont en moyenne insuffisamment cultivés. De la spécialisation excessive, résultent deux phénomènes pervers. Le premier est la naïveté scientifique avec laquelle un chercheur se représente les autres domaines de recherche et de travail des scientifiques d'autres disciplines, avec lesquels pourtant il peut être appelé à collaborer. Le second effet pervers concerne la participation des chercheurs aux projets émanant des entreprises et des autres institutions sociales. Ces projets mettent presque toujours à contribution plusieurs disciplines, plusieurs spécialités, plusieurs types de connaissances. Par excès de spécialisation, certains chercheurs ne parviennent pas à s'intéresser et à s'impliquer dans ces projets.

#### **4. Formation initiale - expérience - formation continue**

Une autre question devrait être davantage considérée : la contribution respective et la collaboration de la formation initiale, de l'expérience et de



la formation continue au développement des compétences individuelles. L'expérience est incontournable, mais cela ne signifie nullement que la formation initiale et la formation continue pèsent d'un poids faible. Bien au contraire, la qualité de la formation initiale et notamment la variété des situations concrètes mises en scène dans l'enseignement pour donner du sens aux connaissances théoriques, est un atout essentiel pour entrer de plain-pied dans un emploi, et pour tirer le meilleur profit de l'expérience vécue en situation de travail. De même la formation continue complète avec profit l'expérience, pour la formaliser, pour lui donner une portée plus générale, éventuellement pour défaire les habitudes et les biais de pensée acquis au cours de cette expérience, et qui peuvent s'avérer être des obstacles à la formation de compétences nouvelles.

On apprend tout seul et on n'apprend pas tout seul ! Personne ne peut se substituer au sujet individuel pour ce qui est de l'appropriation d'un geste délicat, d'une conceptualisation et d'un raisonnement complexes, y compris pour ce qui concerne ses limites de pertinence. Mais en même temps, on apprend avec l'aide d'autrui et dans une culture donnée, y compris la microculture de la classe, du stage, de l'équipe de travail. Les actes de **médiation** de l'enseignant, du formateur, du chef de service ou de l'expert chevronné sont des conditions importantes de l'apprentissage et de la formation des compétences au cours de l'expérience. Ces actes sont mal connus, et au fond presque jamais analysés : or la qualité du médiateur dépend non seulement de son expertise propre dans le domaine mais aussi de son jugement sur l'opportunité de telle ou telle situation offerte à l'apprenant ou au débutant, de telle ou telle démonstration, de telle ou telle explication. Quelle marge d'autonomie faut-il laisser à la charge de celui qui apprend ? Quelle aide faut-il lui apporter, et à quel moment ?

## 5. D'autres registres de la compétence...

On a beaucoup parlé de motivation au cours de ce séminaire, sans aller peut-être aussi loin qu'il serait nécessaire d'aller. Je voudrais prononcer un mot qu'on n'entend pas beaucoup aujourd'hui dans le monde de la formation et du travail, celui de "**plaisir**". C'est vrai que l'accent mis sur la réduction du temps de travail ne favorise pas le thème du plaisir dans le travail. Pourtant cette question se pose, et ne peut manquer de se poser davantage dans l'avenir, non seulement à cause de la souffrance et du stress excessifs dans lesquels beaucoup de gens sont conduits à vivre leur activité

de travail, mais aussi parce que le plaisir est un ressort profond de l'activité, de la performance, de la collaboration avec autrui, de la séduction, de l'imagination et de l'innovation. Réfléchissons un peu à nous-mêmes dans cette salle, et examinons les ressorts de notre propre activité inévitablement nous rencontrons la question du plaisir. Alors il faudra bien que soit levé un jour le tabou qui interdit d'en parler à cœur ouvert aujourd'hui.

Autre point, la compétence professionnelle, et j'en parle cette fois au singulier, concerne toujours une diversité de registres de l'activité. On n'est pas un bon professionnel seulement parce qu'on dispose des compétences techniques nécessaires, mais aussi parce qu'on est capable de collaborer, de communiquer, d'écouter, d'expliquer, de prêter attention à autrui avec une finesse suffisante, et de participer à des dialogues complexes et variés comme il s'en présente de plus en plus en situation de travail. Intervenir de manière à la fois opératoire par rapport à la situation à traiter, et agréable par rapport à autrui, est une compétence inégalement partagée par les individus, et dont les conditions d'acquisition ne sont pratiquement pas connues. Plusieurs jeunes chercheurs ont commencé à étudier ces formes d'activité. Ces recherches devraient apporter des surprises intéressantes.

Pour illustrer par un exemple les différents points que je viens d'évoquer, je prendrai le cas de la formation d'ouvriers à la robotique industrielle sur laquelle Christophe Parmentier et Martial Vivet ont conduit une étude intéressante il y a déjà plusieurs années. On n'utilise pas de vrais robots industriels pour initier les stagiaires à la robotique industrielle, mais des robots-jouets qui, avec leur cortège de bras manipulateurs, de capteurs, de programmes et de conditions, doivent former un système comparable, mais simplifié. La raison de cette transposition est évidemment que le coût et la complexité des robots industriels est excessif pour cette initiation. En même temps le choix des fonctions des robots industriels qu'on décide de retenir, et de celles qu'on décide d'abandonner est un choix didactique essentiel, qui suppose une bonne épistémologie des savoirs théoriques et techniques de référence, et aussi une épistémologie de l'apprentissage de ces savoirs, c'est-à-dire des étapes par lesquelles passent assez naturellement la conceptualisation et l'organisation de l'activité de celui qui apprend.

Mais dans de telles situations, le stagiaire n'apprend pas que la robotique il apprend aussi la collaboration avec autrui, le conflit, la mise en mots des

idées, des suggestions, des critiques ; il apprend à dialoguer, à intervenir à bon escient et à savoir se taire, à gérer les conflits de points de vue. Bref, il développe des compétences dans de multiples domaines d'activité. Or ce qui se passe dans un stage de formation, se passe aussi dans le travail. Il faudrait donc en savoir davantage.

## 6. De l'analyse de l'activité

Est-ce qu'on peut tout analyser ? Bien évidemment non ! et ça n'est pas véritablement intéressant ou indispensable. Il faut résister à la tentation de l'exhaustivité qui caractérise beaucoup de méthodes d'analyse des compétences. Certaines de ces méthodes aboutissent à plusieurs centaines de compétences pour une seule profession. Ce sont de véritables "usines à gaz", dont le caractère opératoire est tout sauf évident. Si l'on analyse l'activité d'individus en situation, on est d'abord frappé par les différences : entre un bon professionnel et un moins bon, entre une personne expérimentée et un débutant. La question qui se pose donc est la suivante : qu'est-ce qui fait la différence ? Et lorsqu'on analyse ces différences, on n'aboutit pas à des centaines de compétences, mais à quelques formes différentes d'organisation de l'activité et de conceptualisation. Essayons donc d'être pertinents plutôt qu'exhaustifs. C'est l'intérêt de la recherche et des utilisateurs de la recherche. Même si les gestes d'un sauteur à la perche sont faits d'une multitude de composantes, le plus fécond pour un entraîneur est de s'intéresser aux phases-clés du mouvement, d'identifier les points susceptibles d'être améliorés, par exemple les mauvais plis susceptibles d'être corrigés. La pensée est, d'une certaine manière, un geste. C'est donc avec le même souci d'aller aux articulations essentielles d'une représentation ou d'un raisonnement qu'il faut s'attaquer à l'activité de travail. Une caractéristique essentielle du fonctionnement cognitif en situation est la recherche de l'information pertinente, et de celle-là seulement, en fonction du but à atteindre ; le calcul des actions, des prises d'information et des contrôles est fonction de leur pertinence et de leur validité. C'est la raison pour laquelle les concepts-en-acte et les théorèmes-en-acte doivent être des objets prioritaires d'analyse de l'activité. J'ajoute qu'il faut pour cela aussi aller aux points essentiels, et délaisser les autres.

Ceci est d'autant plus important qu'on est davantage préoccupé par l'utilisation des résultats de la recherche. Un utilisateur ne peut pas se servir d'une grille d'analyse qui contient plusieurs centaines de compétences pour

un seul métier. C'est d'abord vrai pour la didactique professionnelle et il faut donc rechercher les points essentiels concernant la transposition, la mise en scène, les simulateurs, la médiation, l'analyse, les continuités possibles et les ruptures éventuelles du processus d'apprentissage. Mais c'est vrai aussi pour l'analyse du travail elle-même. Le chercheur doit entre autres choses s'intéresser à ce qu'il est convenu d'appeler des "incidents critiques", et qui deviennent parfois aujourd'hui, avec l'accent mis sur la qualité et la productivité dans un univers ultra-compétitif, des "accidents critiques". On connaît aujourd'hui beaucoup de choses sur les accidents dans des domaines repérés socialement, économiquement et techniquement, comme le nucléaire, l'aviation, la conduite des trains et des véhicules. Mais il existe des accidents et des incidents critiques dans toutes les professions : le dysfonctionnement d'une machine, le conflit dans un service sont aussi des accidents critiques.

Une meilleure connaissance des processus cognitifs, en particulier de ceux qui sont mis en œuvre dans la confrontation avec une situation nouvelle, jamais ou rarement rencontrée auparavant, est de nature à permettre certaines améliorations de la formation et de l'organisation du travail. Malheureusement cela appelle des moyens méthodologiques qui ne sont pas réunis aujourd'hui. Si en effet on veut analyser le rôle de l'expérience dans la formation des compétences, comme il s'agit d'un processus à long-terme, il faut pouvoir disposer de moyens qui ne sont pas disponibles aujourd'hui, et qui sont d'un coût élevé. C'est d'ailleurs pourquoi les recherches se focalisent sur des professions dans lesquelles les questions de sécurité et de fiabilité sont cruciales. On pourrait s'intéresser aussi à d'autres professions, notamment à celles qui sont complexes, ou à celles pour lesquelles la formation est onéreuse. Les lignes possibles de recherche sont nombreuses ; par exemple, il faudrait mieux connaître la relation de complémentarité entre le tutorat en entreprise et la formation dans un organisme de formation. Faute de recherches, les discours des formateurs, des chefs d'entreprise et des hommes politiques restent presque totalement idéologiques ; non point que les idéologies soient inutiles, mais l'autorité et la force de certitude avec lesquelles une opinion est affirmée tiennent lieu d'argument et de preuve.