

L'ANALYSE DE L'ACTIVITE DANS LES SITUATIONS DE RESOLUTION DE PROBLEMES

English title. Subject-by-subject analysis in problem solving

Evelyne CLEMENT

Laboratoire de Psychologie et de Neurosciences de la Cognition (EA 1780)
Université de Rouen
76821 Mont Saint Aignan Cedex
Eveclement@aol.com

Résumé

Dans cette contribution on présente l'intérêt d'une analyse qualitative de l'activité pour comprendre et expliquer les choix d'un individu placé dans une situation problématique. En référence à la modélisation de la résolution de problèmes artificiels conçus en laboratoire (problèmes à transformation d'états), on montre comment une telle analyse permet d'identifier les processus cognitifs à l'origine des différences de performances et comment elle peut contribuer à l'établissement d'un diagnostic cognitif individualisé.

Mots clés : analyse de protocoles individuels, résolution de problème, processus cognitifs

Abstract

The purpose of this paper is to present the interest of a qualitative analysis of some one being confronted to any problem - solving situation in order to understand and explain his choices. With reference to the models of human behavior in problem - solving situations, we show how such an analysis serves to identify cognitive processes which are responsible for the differences of performance, and how it can contribute to the elaboration of an individualised cognitive diagnostic.

Keywords : subject -by- subject analysis, problem solving, cognitive processes

Introduction

Le propos de cette contribution est de montrer comment dans des activités complexes telles que la résolution de problème, l'analyse du comportement individuel permet des avancées importantes pour rendre compte d'une part, des différences individuelles dans la découverte de solution et d'autre part, pour comprendre et expliquer des comportements qui peuvent paraître incohérents du point de vue de celui qui sait résoudre la tâche.

Afin d'illustrer cette démarche, on présentera certains aspects d'une recherche récente dans laquelle une analyse de protocoles individuels nous a permis de donner du sens aux différences de performances et de les interpréter comme le reflet de différences dans les changements de représentation sur la situation. On conclura sur les questions méthodologiques et théoriques que pose cette démarche et sur son intérêt et ses implications dans l'évaluation et le diagnostic cognitif.

1 - L'analyse qualitative de la conduite dans la résolution de problème

L'analyse qualitative de la conduite est une préoccupation déjà ancienne des recherches sur la résolution de problème menées dans le paradigme du traitement de l'information. Le renouveau dans ce domaine que l'on doit à Newell et Simon (1972) a procédé du souci de décrire et de modéliser la complexité et la diversité des comportements observés dans ces situations où la performance en terme de réussite ou d'échec peut être la conséquence de stratégies différentes et non équivalentes en terme de processus perceptifs ou mnésiques impliqués, de charge cognitive en mémoire de travail, de transferrabilité à d'autres

situations. Ce souci est clairement exprimé par Simon (1975) qui déclarait que "si nous voulons comprendre le comportement humain de résolution de problème, nous devons avoir de solides connaissances sur les stratégies qui sous-tendent ce comportement, et nous devons éviter de les mélanger dans un ragoût statistique qui confond les divers comportements et leur fait perdre toute signification dans un processus moyen"¹ (p 288).

La méthode développée pour mener une analyse qualitative de la conduite est l'analyse de protocole individuel qui consiste à partir des observables que sont les actions, et dans certains cas les verbalisations (Ericsson et Simon, 1980), à identifier dans leur déroulement temporel les processus qui guident le choix du sujet. Les situations qui ont été particulièrement étudiées et modélisées regroupent les problèmes à transformation d'états dans lesquels il s'agit de transformer une configuration initiale d'objets (état de départ) en une autre configuration (état but) par des actions dont les conditions d'application sont présentées dans la consigne du problème. Ces problèmes à solutions multiples parmi lesquelles une solution optimale est à découvrir (chemin le plus court de l'état initial à l'état but) sont particulièrement intéressants car ils permettent d'observer les différents chemins de solution empruntés par les sujets. On considère que les chemins choisis par les sujets ne sont pas le fruit d'une recherche exploratoire par essais erreurs mais cohérents étant donné la représentation que le sujet a sur la situation et les buts qu'il se donne. En outre, si la mise en évidence des différents chemins de solution est une avancée non négligeable pour l'analyse de l'activité et des différences, elle n'est pas suffisante si on a l'ambition d'expliquer ce qui oriente le choix des sujets. De ce fait, l'analyse des

¹ Notre traduction

protocoles est étroitement liée à une théorie et une modélisation du fonctionnement cognitif qui permettent à partir du comportement observable d'inférer les traitements sous-jacents.

On peut ainsi distinguer deux grandes approches qui diffèrent quant au formalisme utilisé. Une première consiste à identifier les stratégies de résolution à partir de modèles de production de règles, une seconde consiste à identifier ces stratégies à partir de modèles de gestion de contraintes et à inférer les représentations et buts du sujet (voir pour une synthèse, Richard, 1994). Nous présentons brièvement leurs grands principes.

L'identification des stratégies est souvent conçue dans le cadre des modèles de systèmes de production développés en Intelligence Artificielle. Une stratégie est définie par ensemble stable de règles de prise de décision décrites sous la forme de règles de production qui spécifient quelle action (A) faire quand une condition (C) particulière est satisfaite. Par exemple, dans ce formalisme, on a pu décrire les différentes stratégies mises en œuvre par différents sujets pour trouver la solution dans des problèmes de Tour de Hanoï (Simon, 1975, Klahr, 1985; Klahr et Robinson, 1981). Les différentes stratégies sont représentées par des systèmes de production différant par une ou plusieurs règles. On a pu de la même façon représenter l'évolution de l'apprentissage et les différentes stratégies développées par un même sujet qui apprend à résoudre un problème de Tour de Hanoï à cinq disques (Anzaï et Simon, 1979). Un très grand nombre de modèles de résolution appartiennent à cette catégorie et récemment encore Gunzelmann et Anderson (2003) proposent dans le cadre du modèle ACT -R (Anderson, 1993) une formalisation des stratégies développées par des adultes qui résolvent des isomorphes de la Tour de Hanoï.

Une variante de cette approche est celle des modèles de gestion de contraintes qui permettent d'expliquer les mouvements interdits qui ne sont pas pris en compte et simulés dans les modèles de systèmes de production. Le modèle de gestion de contraintes proposé par Richard (Richard, 1998; Richard et Poitrenaud, 1988, Richard, Poitrenaud, Tijus, 1993) est un modèle dans lequel deux aspects sont considérés : la représentation que le sujet construit sur le problème et un mécanisme de décision qui permet d'expliquer comment les actions engendrées par la représentation sont sélectionnées pour chaque état du problème. Selon cette conception théorique, la représentation du sujet est formalisée par une liste de contraintes hiérarchisées qui autorise pour chaque état certaines actions et en interdit d'autres. Ces contraintes peuvent être liées à l'interprétation de la consigne, aux heuristiques de résolution, à la structure de buts et à la mémorisation. Dans le cas où la liste permet une action, alors l'action est effectuée. Dans le cas contraire, les contraintes les plus basses dans la hiérarchie sont relaxées jusqu'à ce qu'une action soit permise par la nouvelle liste. La résolution de problème est décrite comme la recherche d'un compromis entre un ensemble de contraintes.

2 - Analyse des comportements de résolution de jeunes adultes et de personnes âgées

C'est dans le cadre de cette deuxième approche que nous avons mené une recherche sur l'involution de la flexibilité mentale² dont nous ne présentons ici que certains aspects. On a proposé à 21 jeunes adultes (20 ans 9 mois d'âge moyen, min = 18 ans 7

² Delabarre, S. (2001). Etude du devenir de la flexibilité mentale au cours du vieillissement normal, *mémoire de DEA*, Université de Rouen

mois; max = 30 ans 10 mois) et 19 adultes âgées (85 ans et 8 mois d'âge moyen, min = 78 ans 6 mois; max = 99 ans) de résoudre une version informatisée³ du problème de la Tour de Hanoï à 3 disques jusqu'à l'atteinte d'un critère d'apprentissage (quatre résolutions optimales successives). Lors d'une phase d'entraînement, les sujets ont appris à déplacer des objets dans l'environnement informatique. L'ensemble des actions et les temps de résolution sont enregistrés par programme informatique.

Dans la version "étalée" proposée au sujet, trois disques de taille différente sont placés dans la configuration initiale chacun à trois emplacements différents. Il s'agit de les déplacer de telle sorte que chacun se trouve dans l'état final dans trois nouveaux emplacements différents (voir figure 1). Le déplacement est contraint par trois règles qui sont présentées dans la consigne du problème : ne déplacer qu'un disque à la fois, quand les disques sont empilés ne prendre que celui du haut et ne pas poser un disque sur un plus petit

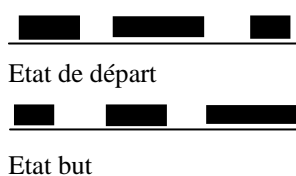


Figure 1 : version "étalée" du problème de Tour de Hanoï à 3 disques

Cette version est plus difficile que la version classique où il s'agit de déplacer une tour d'un emplacement à un autre, car les connaissances sur l'empilement d'objets formant une pyramide ne peuvent être directement utilisées pour ordonner les sous - buts : placer la grande pièce dans sa position finale, puis placer la moyenne, puis placer la petite. Dans ces versions étalées, la difficulté réside pour

une grande part dans la gestion de conflits de sous - buts (Ward et Allport, 1997), la réalisation d'un sous - but pouvant empêcher la réalisation d'un autre sous - but si on ne s'autorise pas à défaire un sous - but déjà réalisé. Par exemple, dans la situation de départ si on a comme premier sous - but de placer la petite pièce à gauche et qu'on réalise ce sous - but, alors il deviendra impossible de placer les deux autres pièces dans leur position finale sans déplacer la petite pièce, c'est à dire sans défaire un sous - but déjà réalisé.

Dans ces situations, nous appréhendons la flexibilité comme la mise en jeu de deux processus : la mémorisation et le changement de représentation (Clément, 2001; Clément et Delabarre, 2001). La mémorisation des événements survenus au cours de la résolution permet de ne pas emprunter plusieurs fois un même chemin qui ne mène pas à la solution et d'envisager de nouvelles séquences d'actions. Le changement de représentation permet d'abandonner des contraintes subjectives qui empêchent de trouver la solution et conduisent en impasse. Dans cette version "étalée" de la Tour de Hanoï, deux contraintes liées à une heuristique d'évaluation d'écart au but peuvent empêcher la découverte de la solution optimale et conduire en impasse. La première empêche de déplacer une pièce qui est à sa place finale. La seconde empêche de détruire un sous - but déjà réalisé. Ces deux contraintes n'autorisent pas les mêmes actions. Par exemple, imaginons l'état dans lequel la petite pièce est à gauche, la moyenne et la grande au milieu. La première contrainte empêche de déplacer la petite au milieu ou à droite, et de déplacer la moyenne à gauche ou à droite. Deux actions sont possibles : soit on déplace la grande à droite, auquel cas on ne respecte pas la règle qui impose de libérer la pièce que l'on veut prendre, soit on déplace la grande à gauche ce qui entraîne la violation des deux règles de la consigne pour

³ version informatisée par S. Poitrenaud

prendre et poser une pièce. Dans ce même état, la seconde contrainte de ne pas défaire un sous- but déjà réalisé empêche de déplacer la petite pièce et de placer à son emplacement toute autre pièce. Cette contrainte autorise les déplacements de la pièce moyenne à droite et de la grande pièce à droite.

L'analyse des performances de groupes en terme de nombre d'essais pour atteindre le critère d'apprentissage, de nombre d'actions et de nombre de mouvements interdits montre que le groupe des adultes âgés est significativement moins performant que celui des adultes jeunes (Tableau 1).

	Nombre d'essais pour atteindre le critère d'apprentissage		Nombre d'actions		Nombre de mouvements interdits	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type
Adultes jeunes	0.64	0.50	10.82	6.84	0.82	1.25
Adultes âgés	3.21	2.27	26.68	6.15	3.11	3.73
Seuil de significativité	p<.0006		p < .004		p<. 01	

Tableau 1 : performances moyennes et écarts types (et) selon le groupe d'âge

Ces résultats ne sont pas surprenants et vont dans le sens de résultats rapportés dans la littérature sur des différences liées à l'âge dans la résolution de ce type de problèmes (par exemple, Brennan, Welsh et Fisher, 1997). Néanmoins, ils révèlent des différences individuelles importantes et ne renseignent nullement sur les raisons de ces

différences. Par ailleurs, le nombre relativement élevé de mouvements interdits dans le groupe des personnes âgées ne peut s'expliquer par un simple "oubli" des règles.

Afin d'identifier la nature des différences et de les interpréter comme des différences de flexibilité, nous avons mené une analyse de protocole en référence au modèle des contraintes de Richard (Delabarre et Clément, soumis). Dans une première étape nous avons analysé l'ensemble des protocoles afin d'identifier les états dans lesquels les sujets se trouvent en situation d'impasse. Les impasses sont des événements au cours de la résolution où compte tenu de la représentation que l'on a sur la situation on n'envisage plus aucune action. Dans le modèle, l'impasse correspond à une liste de contraintes qui interdit toute action. Dans ces états impasse, les sujets font des mouvements interdits par les règles, des actions qui défont ce qu'ils viennent juste de faire et on observe des temps longs d'interruption de l'activité.

L'analyse des protocoles montre que les sujets qui n'abandonnent pas les contraintes liées à l'heuristique d'écart au but se trouvent en impasse dans trois états du problème qui sont reportés dans la figure 2.

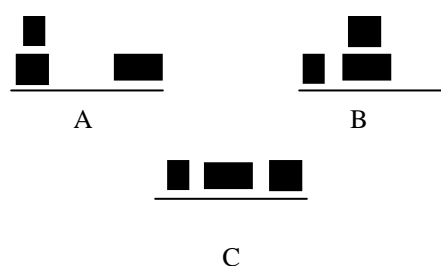


Figure 2 : états impasse dans une version "étalée" de la Tour de Hanoï à 3 disques

Dans le premier état, deux des trois pièces, la petite et la grande sont dans la bonne position, seule la moyenne n'est pas à sa place. Dans cet état, alors que les sujets sont très proches de la solution

qu'ils peuvent atteindre en trois actions (placer la petite pièce sur la grande, placer la moyenne au milieu et placer la petite à gauche) certains se trouvent "bloqués" et font des actions apparemment incohérentes. Dans le cas où l'heuristique d'écart au but est plus forte que la contrainte qui empêche de prendre un disque s'il n'est pas libre, les sujets vont systématiquement tenter de déplacer directement la pièce de taille moyenne à l'emplacement du milieu et enfreindre la règle qui interdit de prendre une pièce qui n'est pas en haut de la pile. Dans le cas où la contrainte pour prendre un disque est aussi forte que l'heuristique, les sujets déplacent la petite pièce au milieu et s'interdisent de la placer sur la grande. Le deuxième état est comparable au premier du point de vue du nombre de pièces qui sont dans la bonne position : la petite et la moyenne sont à leur place finale, seule la grande n'est pas à sa place. Les sujets qui ont l'heuristique de l'écart au but vont systématiquement tenter d'emmener directement la grande pièce dans sa position finale. Dans le troisième état, seule la petite pièce est à sa place. Les sujets qui n'abandonnent pas l'heuristique d'écart au but tentent de déplacer la grande pièce ou la moyenne et s'interdisent de déplacer la petite.

Dans une deuxième étape, nous avons analysé les comportements des sujets sur l'ensemble des essais qui précèdent l'atteinte du critère d'apprentissage (quatre résolutions optimales). Pour chaque protocole nous avons noté les états impasse, les actions faites dans ces états, les persévérations de séquences d'actions qui consistent à refaire les mêmes séquences d'actions entre deux états déjà rencontrés. Trois grands profils de flexibilité semblent se dégager de cette analyse. Un premier profil correspond à des résolutions optimales ou quasi optimales du problème. Dans ce cas, les sujets ne reviennent jamais dans des états déjà rencontrés

(mémorisation) et ils abandonnent rapidement (souvent dès le premier essai) l'heuristique d'écart au but. Un deuxième profil correspond aux sujets qui se retrouvent dans des états déjà visités mais ne font jamais d'actions déjà effectuées dans ces états (mémorisation). En revanche, ces sujets ont des difficultés à abandonner l'heuristique d'écart au but et vont se retrouver en impasse dans les trois états décrits précédemment. Enfin, un troisième profil définit les sujets qui au cours d'un même essai et sur plusieurs essais se retrouvent plusieurs fois en impasse dans les mêmes états et refont les mêmes séquences d'actions. Ces sujets se différencient des deux autres groupes par des difficultés importantes à abandonner l'heuristique d'écart au but et à changer de chemin de solution quand ils se trouvent dans un état déjà visité.

Les trois profils se retrouvent dans les deux groupes d'âge avec une fréquence plus importante des deux profils les moins flexibles chez les personnes âgées. L'analyse de protocoles montre que les différences de performances entre les sujets sont liées à des différences dans la mémorisation des événements survenus au cours de la résolution et des différences de facilité à changer de représentation sur le but. Les sujets les moins performants présentent des comportements stéréotypés consistant, après une situation d'impasse, à répéter la même séquence d'actions et on observe chez eux une plus grande résistance à abandonner l'heuristique d'écart au but. Cette difficulté à changer de représentation sur le but est liée à la gestion des conflits de buts (but courant/ but final) : le nombre relativement élevé de violations de règles chez les personnes âgées est, dans la majorité des cas, motivé par les contraintes qui empêchent de déplacer une pièce qui est à sa place finale ou de poser une pièce sur une pièce qui est dans sa position finale.

Conclusion

Il est très vite apparu dans l'étude de la résolution de problème que pour comprendre et expliquer les comportements de recherche des sujets il fallait développer des méthodes d'analyse de l'activité individuelle. Nous retenons deux raisons majeures au développement d'une approche qualitative de l'activité cognitive dans ces situations. La première relève de la nécessité d'appréhender la pluralité des chemins de découverte si l'on veut comprendre les mécanismes de la résolution de problèmes. La seconde est liée au statut que l'on accorde à l'erreur.

Dans des environnements aussi "simples" que des problèmes artificiels conçus en laboratoire, on observe une grande diversité des comportements de recherche de solution, diversité qui s'explique par la nature de l'activité en jeu dans ces situations. Cette diversité des comportements liée aux connaissances et aux intentions propres d'un individu ne peut être prise en compte par une approche classique développée en psychologie générale qui postule que dans une situation donnée tous les individus se comportent de la même façon. En effet, ce qui caractérise la résolution de problème c'est qu'elle est guidée par les connaissances mobilisées par l'individu et/ ou activées par le contexte de la tâche, les interprétations qu'il fait de la situation et les buts qu'il se donne. Ces connaissances et interprétations entraînent nécessairement des différences dans la découverte de la solution que les analyses statistiques classiques de la variance gomment dans un score moyen où la variabilité est considérée comme une source de variation aléatoire ou comme la conséquence d'erreurs de mesure (Lautrey, 1995). Par ailleurs, l'objectif de l'analyse individuelle de l'activité est de pister les processus cognitifs sous -

jacents au comportement et à la performance. Dans l'exemple que nous avons donné, nous avons pu expliquer les différences de performances comme la conséquence de différences de mémorisation et de changement de représentation sur le but.

Comprendre le choix du sujet implique qu'au delà de la réponse fournie on soit en mesure d'expliquer ce qui motive ce choix. En effet, une approche classique psychométrique qui s'intéresse principalement au caractère correct ou incorrect de la réponse peut avoir un intérêt s'il s'agit de situer l'individu par rapport à un groupe de référence, mais ne dit rien quant aux processus et stratégies qu'il mobilise pour trouver la solution. En outre, elle ne permet pas de donner du sens aux comportements qui paraissent très souvent incohérents du point de vue de l'expert qui fait passer la tâche ou le test. L'erreur, conçue comme la conséquence d'interprétations inappropriées sur la tâche, est en général très cohérente étant donné la façon dont on comprend et perçoit le problème. L'analyse des mouvements interdits que nous avons menée dans la résolution du problème de la Tour de Hanoï, montre que les sujets enfreignent les règles de déplacement dans des états bien particuliers du problème: il s'agit des états où les contraintes relatives à l'heuristique d'évaluation d'écart au but ne permettent pas d'autres actions. Dans d'autres domaines de résolution, tels que la résolution de problèmes arithmétiques, l'analyse des erreurs montre une grande cohérence entre les interprétations, les connaissances disponibles et la réponse du sujet (par exemple Sander, 1997).

L'analyse de la dynamique de la conduite menée par une analyse des protocoles individuels répond nécessairement à des exigences méthodologiques et théoriques importantes. Elle implique d'une part que l'observation soit faite sur l'ensemble de la tâche car le déroulement temporel de l'activité est l'élément crucial qu'il faut prendre

Clément, E. (2003). L'analyse de l'activité dans la résolution de problèmes. *Psychologie et Psychométrie*, 24 (4), 25 - 36.

en compte pour comprendre le comportement du sujet. Comme le note Richard (1999) : "il est important et urgent de développer des méthodes qui prennent en compte la séquence des actions, donc l'ordre dans lequel elles sont réalisées et pas seulement leur fréquence. C'est la séquence qui est informative et pas les actions considérées isolément..." (p76). Elle implique d'autre part d'être inscrite dans une théorie où les relations entre comportements et représentations sont formalisées. Une telle analyse de l'activité repose sur le postulat théorique que les buts et les représentations qui lui sous-tendent déterminent les comportements observables et la méthode consiste à inférer la représentation à partir des séquences d'actions.

Comme le font remarquer Huteau et Lautrey (1999), cette approche qualitative de l'activité n'est pas une option méthodologique répertoriée dans la littérature mais elle connaît un succès de plus en plus important et commence à être développée dans le domaine des tests psychométriques. Par exemple, Carpenter, Just et Shell (1990, cités par Huteau et Lautrey 1999) ont mené ce type d'analyse dans la résolution des matrices progressives de Raven. Les auteurs en plus des variables classiques relatives aux erreurs et au temps de résolution, ont recueilli les verbalisations des sujets pendant qu'ils résolvent les items et enregistré les mouvements oculaires pendant que les sujets exploraient les matrices. Les travaux de Rosencwag sur la résolution des cubes de Khos procèdent du même type de démarche et a permis à l'auteur d'identifier trois stratégies de résolution différentes (Rosencwag, 2001; Rosencwag et Huteau, 1996). De la même façon, l'analyse de la résolution du passalong faite par Zamani et Richard dans le cadre du modèle des contraintes (Richard et Zamani, 1996; Zamani et Richard, 1997) montre que les différents niveaux de performances sont liés à des compétences

cognitives formalisées par des listes de contraintes différentes.

L'analyse de protocoles individuels est une voie très prometteuse si l'on veut au delà de la performance expliquer les choix du sujet dans des tâches qui ne lui sont pas familières et qui nécessitent des changements de représentations. Cette démarche est sans doute l'une de celles qui joueront un rôle non négligeable dans le renouveau de l'évaluation car elle permet d'appréhender plus finement les processus cognitifs et ainsi d'établir de façon plus adaptée un diagnostic cognitif et une remédiation cognitive individualisée.

Références

- Anderson, J. R. (1993). *Rules of mind*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Anzai, Y., & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, Vol 86, N°2, 124-140.
- Brennan, M., Welsh, M. C., & Fisher, C. B. (1997). Aging and executive function skills: an examination of a community-dwelling older adult population. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 1187-1197.
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures : a theoretical account of the processing in the Raven progressive matrices test. *Psychological Review*, 97, 404-431.
- Clément, E. (2001). Etude des différences de flexibilité mentale dans l'activité de résolution de problèmes. in A. Flieller, C. Bocéréan, J.L. Kop, E. Thiébaud, A.M. Toniolo et J. Tournois (Edit): *Questions de psychologie différentielle*. Rennes, Presse Universitaire de Rennes, 317-322.
- Clément, E., Delabarre, S. (2001). Différences intergénérationnelles dans la résolution de problème. in A. Flieller, C. Bocéréan, J.L. Kop,

- Clément, E. (2003). L'analyse de l'activité dans la résolution de problèmes. *Psychologie et Psychométrie*, 24 (4), 25 - 36.
- E. Thiébaud, A.M. Toniolo et J. Tournois (Edit): *Questions de psychologie différentielle*. Rennes, Presse Universitaire de Rennes, 323-328.
- Delabarre, S., & Clément, E. (soumis). Mise en évidence des différences de flexibilité mentale dans la résolution du problème de la Tour de Hanoï.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data, *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Gunzelmann, G., & Anderson, J.R. (2003). Problem solving : increased planning with practice, *Cognitive Systems Research*, 4-1, 57-76.
- Huteau, M., & Lautrey, J. (1999). *Evaluer l'intelligence*. Paris, PUF.
- Klahr D.(1985). Solving problem with ambiguous subgoal ordering : preschoolers'performance. *Child Development*, 56, 940-952.
- Klahr D., & Robinson M. (1981). Formal assessment of problem solving and planning processes in preschool children, *Cognitive Psychology*, 13, 113-148.
- Lautrey, J. (1995). Universel et différentiel en psychologie. Paris, PUF.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs (NJ) : Prentice Hall.
- Richard, J-F. (1998). *Les activités mentales*. Paris, Colin.
- Richard, J-F. (1994). La résolution de problèmes. in M. Richelle, J. Requin, et M. Robert (Edit), *Traité de Psychologie Expérimentale*, Paris, PUF, 223-274.
- Richard, J- F. (1999). Comportements, buts et représentations. *Psychologie Française*, 44-1, 75-90.
- Richard, J-F., & Poitrenaud, S. (1988) Problématique de l'analyse des protocoles individuels d'observations comportementales. in J-P Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn, G. Tiberghien (Edit.) *Psychologie Cognitive : Modèles et Méthodes*. Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, 405-426 .
- Richard, J-F., Poitrenaud, S., & Tijus, C.A. (1993). Problem solving restructuration : elimination of implicit constraints, *Cognitive Science*, 17, 497-529.
- Richard, J-F., & Zamani, M. (1996). L'application des modèles de la résolution de problème à l'analyse des tests. *Psychologie Française*, 41-1, 77-88.
- Rozencwajg, P. (2001). Présentation du test cognitif informatisé : Samuel. in A. Flieller, C. Bocéréan, J.L. Kop, E. Thiébaud, A.M. Toniolo et J. Tournois (Edit): *Questions de psychologie différentielle*. Rennes, Presse Universitaire de Rennes, 107-111.
- Rozencwajg, P., & Huteau, M. (1996). Les stratégies globales, analytique et synthétique dans les cubes de Kohs. *Psychologie Française*, 41, 57-64.
- Sander, E. (1997). *Analogie et Catégorisation*. Thèse de Doctorat, Université de Paris 8.
- Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills, *Cognitive Psychology*, 7, 268-288.
- Ward G., & Allport A. (1997), Planning and problem-solving using the five-disk Tower of London task, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50A(1), 49-78.
- Zamani, M., & Richard (1997). Analyse des stratégies de résolution dans le test du Passalong. In J. Juhel, T. Marivain et G. Rouxel (Edit) *Psychologie et différences individuelles*. Rennes, PUR.