



HAL
open science

Relation entre implicite et explicite dans l'activité de résolution de problèmes par des enfants de 7 ans

Evelyne Clément

► **To cite this version:**

Evelyne Clément. Relation entre implicite et explicite dans l'activité de résolution de problèmes par des enfants de 7 ans. A.N.A.E. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 2001. hal-02004916

HAL Id: hal-02004916

<https://cyu.hal.science/hal-02004916>

Submitted on 2 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Relation entre implicite et explicite dans l'activité de résolution de problèmes par des enfants de 7 ans

E. CLÉMENT

Maître de Conférences en Psychologie cognitive, Laboratoire Psy.Co, EA 1780, Université de Rouen, Mont-Saint-Aignan Cedex.

RÉSUMÉ : *Relation entre implicite et explicite dans l'activité de résolution de problèmes par des enfants de 7 ans.*

Cette recherche questionne le rôle d'instructions données explicitement à des enfants dans la découverte de solution de problèmes. Des enfants de 7 ans ont résolu des problèmes de Tour de Hanoï sous deux conditions : une condition où les règles de déplacement des objets sont énoncées explicitement, une condition où les règles sont à découvrir au cours de la résolution. Les résultats montrent que donner explicitement dans les instructions les conditions d'exécution d'action n'est pas suffisant pour hiérarchiser la réalisation des sous-but et planifier.

Mots clés : Instruction explicite — Planification — Gestion de buts compétitifs — Enfant.

SUMMARY: *Relationship between implicit and explicit in problem solving by 7 years old.*

The issue addressed in this study was to determine the role of explicit instructions on the elaboration of the representation by children when they were faced to a novel problem solving task. Seven years old children were asked to solve Tower of Hanoi problems under two conditions: a condition in which the rules are explicitly given in the instructions, and a condition in which no rule is given at all. The results reflect that stating the rules is not sufficient to delete the difficulties in priority assignment between competing goals.

Key words: Explicit instruction — Planning — Competing goals management — Children.

POSITION DU PROBLÈME

Dans l'étude de la résolution de problème, on accorde aujourd'hui un rôle prépondérant à la façon dont l'individu interprète une nouvelle situation pour trouver la solution. En effet, les études menées auprès d'enfants ou d'adultes ont montré que la représentation mentale de la situation influence grandement les stratégies de résolution. L'objectif de cette recherche est d'étudier le rôle que jouent des instructions données explicitement dans la construction de cette représentation et leur implication dans les mécanismes d'apprentissage et de transfert mis en œuvre par des enfants de 7 ans.

Par exemple, dans des problèmes de Tour de Hanoï à trois disques (*figure 1*), où il s'agit de déplacer des objets d'un endroit à un autre en respectant certaines règles (ne déplacer qu'un disque à la fois, ne prendre que celui qui se trouve en haut d'une pile et ne pas mettre un grand disque sur un plus petit), on peut se demander si la présentation explicite des

règles permet d'automatiser les séquences d'actions, si elle favorise l'émergence de la planification, et enfin quelle est son implication sur le long terme et les capacités de transfert.

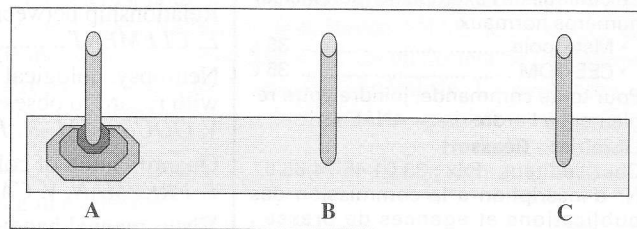


Figure 1. Le problème de la Tour de Hanoï à trois disques.

L'importance que l'on accorde au rôle de l'interprétation quand on résout un problème permet d'expliquer des résultats apparemment contradictoires sur le développement et l'expression de stratégies sophistiquées telles que la planification. En effet, à la suite des travaux de Jean Piaget (1974) sur le développement des stratégies de planification dans la

résolution de problèmes de Tour de Hanoï, de nombreuses recherches concluent à une absence totale de planification avant l'âge de 7 ans. Piaget, décrivant le stade I (jusqu'à 6-7 ans), écrivait : « Le trait commun aux sujets de ce stade est l'absence de tout plan ou de toute compréhension anticipée, le seul projet constamment à l'œuvre étant le déplacement de deux disques de A à C » (Piaget, 1974, p. 227). Dans le paradigme du traitement de l'information, certains auteurs ont interprété cette absence de planification comme le résultat de limitations dans l'encodage des caractéristiques pertinentes de la tâche (Siegler, 1981) et dans le stockage de l'information en mémoire de travail (Case, 1986).

En revanche, d'autres recherches qui se sont intéressées au rôle du contexte de présentation du problème sur l'expression de la planification concluent différemment. Par exemple, Klahr et Robinson (1981) ont observé que, dans un contexte favorable, des enfants de 5-6 ans étaient capables de développer des formes rudimentaires de planification. Dans leur expérience, à la place de disques, les auteurs ont utilisé des gobelets qui s'emboîtent les uns sur les autres dans des tiges. De plus, le but à atteindre est physiquement présent : devant l'enfant sont placées deux configurations, la configuration de départ (attribuée à l'expérimentateur) et la configuration d'arrivée (désignée comme celle de l'enfant). L'enfant doit indiquer à l'expérimentateur ce qu'il doit faire pour que les gobelets de ce dernier se retrouvent dans la même configuration que les siens. Enfin, le problème est présenté comme une histoire dans laquelle les gobelets représentent trois singes (le papa, la maman et le bébé) qui sautent d'arbre en arbre (représentés par les trois tiges). L'environnement familier (emboîtement de gobelets), l'histoire (qui permet de comprendre les règles), et la présence physique du but facilitent la détection des différences entre les configurations de départ et d'arrivée, et permettent aux enfants de s'engager dans une ébauche d'activité de planification.

Dans la même perspective, Welsh (1991) a étudié les comportements de résolution de ces problèmes par des enfants de 3 à 12 ans. Elle demande aux enfants de résoudre successivement des problèmes de Tour de Hanoï de complexité croissante, la complexité étant définie par le nombre d'actions pour atteindre le but (les problèmes à trois disques les plus simples se résolvent en deux actions, les plus complexes en sept actions). Les résultats montrent : 1) que la façon dont sont présentés les problèmes (complexité croissante) facilite considérablement la résolution pour les plus jeunes enfants ; 2) que les stratégies mises en œuvre aux âges différents sont similaires ; 3) que les activités d'autocorrection diffèrent selon l'âge mais n'ont pas d'incidence directe sur les performances. Les performances de résolution des problèmes les plus complexes (six et sept actions) des enfants de 6 ans sont meilleures que celles des enfants du même âge étudiés par Klahr et Robinson (ibid.). On peut expliquer cette différence par le fait que les sujets de Klahr et Robinson devaient verbaliser les séquences d'actions sans manipuler les gobelets et ainsi ne bénéficiaient pas des feedbacks visuels et moteurs.

Enfin, plus récemment, Kanellaki-Agathos et Richard (1997) ont étudié le développement de la programmation d'actions complexes et leur conceptualisation par des enfants de 3 ans à 7 ans. Les auteurs ont utilisé un environnement familier pour les enfants de cet âge : le déplacement et l'emboîtement de gobelets.

Afin d'étudier la conceptualisation de l'action, ils demandent à l'enfant, avant toute exécution, de dire quelles sont les actions qu'il pense faire pour atteindre le but. Le principal résultat de cette recherche est le décalage observé à ces âges entre les capacités d'exécution et de planification, et la conceptualisation de l'action. En effet, les plus jeunes exhibent des performances de programmation d'actions comparables aux enfants plus âgés. En revanche, la différence développementale s'exprime dans la conceptualisation de l'action. Les enfants les plus âgés (6-7 ans) sont les seuls qui soient performants à la fois dans l'exécution et les explications sur les actions. Les auteurs concluent que « ce qui se développe entre 4 et 7 ans ce n'est donc pas la compétence dans l'exécution mais la représentation de l'action qui permet une planification avant l'exécution » (p. 70).

Ainsi ce que l'on peut retenir de cet ensemble de recherches, c'est le rôle déterminant de la représentation dans l'activité de résolution de problème et l'exécution d'action. Lorsque le contexte de présentation du problème est favorable à la construction d'une représentation adéquate on peut observer des activités de planification avant 7 ans.

Il est intéressant de noter que les recherches menées auprès d'adultes vont dans le même sens et montrent que les activités de planification ne se manifestent que lorsque la représentation adéquate de la situation est construite. Les travaux menés de façon systématique par Simon et ses collaborateurs (Hayes et Simon, 1977 ; Kotovsky et Fallside, 1989 ; Kotovsky, Hayes et Simon, 1985 ; Simon et Hayes, 1976) sur la résolution d'isomorphes¹ de la Tour de Hanoï par des adultes ont montré que dans les versions les plus difficiles les adultes avançaient vers la solution par essais-erreurs sans aucune anticipation ou planification apparente ; la majorité du temps est passée à comprendre comment faire une action. Nous avons nous-mêmes étudié les différences de difficulté de plusieurs isomorphes et montré que les connaissances familières évoquées par le contenu des différentes versions jouent un rôle important dans la construction de la représentation en guidant les stratégies de découverte de solution (Clément, 1996 ; Clément et Richard, 1997).

Si l'on considère à la suite des travaux de Kotovsky (Kotovsky et Fallside, 1989 ; Kotovsky, Hayes et Simon, 1985 ; Kotovsky et Kushmerick, 1991) que la résolution de ce type de problèmes consiste en deux phases, une phase exploratoire et une phase de planification, et que la difficulté principale en phase exploratoire est de comprendre comment faire une action, alors on peut se demander en quoi une situation dans laquelle on présente explicitement les conditions à satisfaire pour effectuer une action diffère d'une situation dans laquelle ces conditions sont à découvrir. Nous pensons que dans ces deux situations, pendant la phase exploratoire, l'enfant construit et intègre ces conditions et est ainsi engagé dans une activité de découverte de règles. D'autre part, la présentation explicite des règles n'empêche pas des interprétations erronées car ces interprétations sont guidées par des connaissances activées par

1. Des problèmes sont dits isomorphes quand ils partagent la même structure logique de solution mais sont présentés sous des contenus sémantiques et perceptifs différents.

la situation (représentation prototypique des actions) et elles ne facilitent pas la résolution car les interprétations erronées sont aussi le résultat de la difficulté à gérer des conflits de buts (Ward et Allport, 1997). Dans les situations de Tour de Hanoï, la difficulté réside dans la priorité du but courant sur la satisfaction des conditions de réalisation. En effet, dans ces situations, où il s'agit de déplacer une tour constituée d'un nombre défini (n) de disques d'un emplacement à un autre, bien que les conditions d'application de l'opérateur du déplacement soient exprimées sous la forme des trois règles : 1) ne déplacer qu'un disque à la fois ; 2) ne prendre que le plus petit d'une pile ; 3) ne pas poser un disque sur un plus petit que lui, les prérequis des actions sont à inférer. En effet, pour déplacer un disque, il faut le libérer (enlever et mettre ailleurs tous les plus petits qui sont sur lui) et laisser sa place libre (enlever et mettre ailleurs tous les plus petits que lui qui occupent cette place). Le problème de la Tour de Hanoï est un problème difficile pour l'enfant parce que les contraintes de déplacement et les prérequis à inférer entrent en concurrence avec la réalisation de buts courants (placer chacun des disques à sa place finale) et la mise en œuvre de procédures familières (Richard, 1982).

Pour tester l'hypothèse de la priorité du but sur la compréhension et la mémorisation des règles nous avons comparé une situation classique de résolution de problème dans laquelle les règles sont données dans l'énoncé du problème et une situation où ces règles sont à découvrir par l'enfant. Si, comme nous le supposons, en phase exploratoire la difficulté réside dans la gestion du conflit entre la réalisation du but courant et la réalisation des prérequis, alors les comportements de résolution des enfants devraient être comparables dans ces deux situations. D'autre part, si la formulation explicite n'empêche pas les biais d'interprétation et ne rend pas le problème plus facile, alors le bénéfice d'un apprentissage devrait être le même sous les deux conditions. Nous avons ainsi invité les enfants des deux groupes à résoudre le problème deux fois de suite. Enfin, afin d'étudier le rôle des instructions explicites sur le long terme et le transfert, nous avons proposé aux enfants de résoudre deux mois plus tard un problème isomorphe.

MÉTHODE

Sujets

62 enfants d'âge moyen de 7 ans, scolarisés en CE1 (cours élémentaire 1) dans des écoles publiques de la région rouennaise, ont participé à l'expérience. 40 d'entre eux constituent les groupes expérimentaux (résolution du problème source, les pots gigognes, au cours d'une première séance ; puis résolution deux mois plus tard de l'isomorphe Tour de Hanoï), les 22 restants constituant le groupe contrôle (résolution de la Tour de Hanoï sans résolution préalable des pots gigognes).

Matériel

Dans une première phase de l'expérience, les enfants devaient résoudre deux fois de suite un problème isomorphe de la Tour de Hanoï. Cette version que nous appelons « pots gigognes » (figure 2) est constituée de trois gobelets de tailles et de couleurs différentes qui s'emboîtent les uns sur

les autres. Ils sont posés sur une tablette en bois sur laquelle sont tracés les trois emplacements.

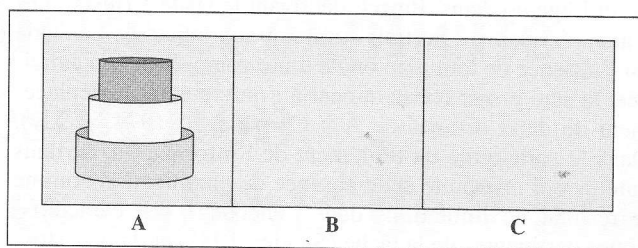


Figure 2. Matériel utilisé dans la première phase (essais 1 et 2) de l'expérience.

Nous avons choisi cette version car elle est très proche perceptivement du problème classique de la Tour de Hanoï et le même opérateur « déplacer une tour » est impliqué dans les deux versions. La différence entre les deux versions réside dans le statut des règles tel que Zhang et Norman (1994) le définissent. Dans la version « pots gigognes », la règle « ne pas poser un gobelet sur un plus petit » est une règle « externe » en ce sens que cette contrainte physique est contenue dans le matériel. En effet, poser un gros cube sur un plus petit fait « disparaître » le plus petit qui se trouve alors caché sous le gros. Cette règle n'a pas à être traitée et mémorisée puisqu'elle est inscrite physiquement dans le matériel, et fournit une « affordance » qui peut être directement perçue et utilisée sans être interprétée ou formulée explicitement (Gibson, 1979). Dans le problème classique de la Tour de Hanoï, cette règle est en revanche une règle qui doit être interprétée et mémorisée, puisque rien ne contraint physiquement à ne pas poser un gros disque sur un plus petit. Selon cette description, la règle « ne prendre que le plus petit d'une pile » est une règle « interne » dans la version des pots gigognes, alors qu'elle est une règle « externe » dans le problème classique de la Tour de Hanoï, où l'empilement des disques sur les tiges empêche de prendre un disque plus gros qui se trouve sous des disques plus petits sans en prendre plusieurs à la fois. Enfin, dans les deux versions, la règle « ne déplacer qu'un objet à la fois » est une règle interne. Ainsi, a priori, cette version du point de vue du nombre de règles internes et externes ne diffère pas du problème classique de la Tour de Hanoï.

Dans la seconde phase de l'expérience, les mêmes enfants étaient testés deux mois plus tard sur la résolution du problème classique de la Tour de Hanoï. Cette seconde phase a été menée afin d'étudier l'effet des deux conditions d'élaboration de la représentation du problème source (pots gigognes) sur le transfert à long terme de la résolution d'un isomorphe (Tour de Hanoï). La résolution optimale des deux isomorphes est de sept actions.

Procédure

Les enfants sont testés individuellement dans une salle de l'école qui a été mise à disposition pour le déroulement de l'expérience. Le matériel est placé sur une table devant l'enfant et l'expérimentateur présente l'expérience comme un jeu où le but est de déplacer la tour d'un emplacement à un autre. Lors de la première résolution, on explique à l'enfant que le but est de déplacer la tour de gauche à droite. Immédiatement après la réussite à ce pre-

mier essai, on demande à l'enfant de refaire la même chose mais en ramenant la tour de droite à gauche. Selon la condition expérimentale, les règles du déplacement sont énoncées oralement ou pas. Dans la situation de découverte de règles, l'expérimentateur propose à l'enfant d'essayer de déplacer les gobelets en l'informant que certaines actions sont permises et d'autres pas. Au fur et à mesure de la résolution, quand l'enfant fait une action interdite, l'expérimentateur intervient mais sans donner la raison : « Non, ça tu n'as pas le droit de le faire. » Aucune contrainte de temps n'est imposée. Les enfants ont été répartis aléatoirement dans les deux conditions expérimentales (résolution avec règles, résolution sans règle) constituant deux groupes indépendants de 20 sujets chacun. Deux mois plus tard, on a demandé aux mêmes enfants et à 22 nouveaux enfants qui constituent un groupe contrôle de résoudre le problème de la Tour de Hanoï à trois disques. Ce problème est présenté sans règle à tous les enfants. Un seul essai est proposé dans lequel le but est d'emmener la tour de gauche à droite.

Les passations ont été filmées, et nous avons analysé les temps de résolution, le nombre d'actions et le nombre de violations des règles.

RÉSULTATS

Deux analyses de performances ont été menées ; une première teste l'effet des règles dans la découverte de solution : on compare, dans les deux conditions, les performances de résolution du problème source (pots gigognes) au cours de la première session expérimentale (les deux essais consécutifs). Une deuxième analyse teste l'effet des règles sur le transfert : on compare les performances de résolution de l'isomorphe (Tour de Hanoï classique) par les enfants des groupes expérimentaux et celles des enfants du groupe contrôle.

Une analyse de variance à l'aide du logiciel Statview 4 a été menée sur l'ensemble des résultats.

Les variables de performances retenues sont le nombre d'actions pour résoudre le problème, le nombre de violations des règles, et les temps de résolution.

1. Effet des règles dans la découverte de solution : résolution du problème source (pots gigognes) au cours de la première session expérimentale (deux essais consécutifs).

Les résultats (nombre d'actions, nombre de violations et temps de résolution) sont présentés dans les *tableaux 1, 2 et 3*.

Tableau 1. Nombre moyen d'actions (m) et écart type (et) à l'essai 1 et 2 en fonction de la condition expérimentale (avec ou sans règles)

	Avec règles		Sans règle		Total	
	m	et	m	et	m	et
Essai 1	33,5	20,33	37,55	16,10	35,52	18,22
Essai 2	22,35	15,22	24,05	18,32	23,20	16,65
Total	27,92	18,61	30,80	18,35		

Tableau 2. Nombre de violations (m) de règles et écart type (et) à l'essai 1 et 2 en fonction de la condition expérimentale (avec ou sans règles).

	Avec règles		Sans règle		Total	
	m	et	m	et	m	et
Essai 1	9,4	7,6	9,7	4,5	9,6	6,2
Essai 2	1,5	2,2	2,5	3,5	2,0	2,97
Total	5,4	6,8	6,1	5,4		

Tableau 3. Temps moyen de résolution en secondes (m) et écart type (et) à l'essai 1 et 2 en fonction de la condition expérimentale (avec ou sans règles).

	Avec règles		Sans règle		Total	
	m	et	m	et	m	et
Essai 1	444,20	318,68	497,05	275,92	470,62	295,43
Essai 2	147,35	137,46	175,25	278,37	161,30	217,15
Total	295,77	285,09	336,15	318,42		

Globalement on observe que, sous les deux conditions expérimentales, les enfants font en moyenne autant d'actions et de violations de règles aux cours des deux essais de la première phase de l'expérience. De la même façon, ils mettent à peu près autant de temps à résoudre le problème. Aucune des différences n'est significative : $F(1,38) < 1$. On ne peut donc pas conclure que les enfants à qui on a donné les règles sont significativement plus performants que ceux qui ont dû les découvrir pendant la résolution.

Ces résultats vont dans le sens de l'hypothèse de la nature commune de l'activité d'exploration sous les deux conditions expérimentales. Les enfants, avec ou sans règles, apprennent comment faire une action et à automatiser des séquences d'actions. Donner explicitement les règles ne permet pas de façon significative d'être plus performant au cours de la phase exploratoire.

D'autre part, les deux groupes bénéficient d'un apprentissage au cours du premier essai : leurs performances s'améliorent sur les trois variables au cours du deuxième essai. En ce qui concerne le nombre d'actions, la différence entre le premier essai et le second est significative : $F(1,38) = 11,25$; $p = .001$. Il en est de même pour le nombre de violations : $F(1,38) = 59,94$; $p < .0001$. Et enfin, on retrouve ce bénéfice de l'apprentissage sur les temps de résolution : $F(1,38) = 28,46$; $p < .001$.

On peut interpréter ce bénéfice de l'apprentissage du premier essai comme le résultat d'un apprentissage implicite qui concerne essentiellement les connaissances procédurales (connaissances sur les moyens de réalisation du but). En effet, ces connaissances construites au fur et à mesure de la résolution vont permettre l'intégration et la compréhension de l'information donnée pour l'un des groupes sous forme explicite et déclarative, et à découvrir par l'action pour le second groupe.

Afin de tester la nature implicite de l'apprentissage, nous avons demandé aux enfants d'énoncer les règles de déplacement après les deux essais de résolution. Nous avons analysé les protocoles verbaux en attribuant un score de 1 pour chacune des règles exprimée et 0 quand elles ne le sont pas. L'échelle des scores est donc comprise entre [0-1]. Globalement, les règles sont très peu exprimées par les enfants des deux groupes : en moyenne le score est de 0.28 et la diffé-

rence entre les deux groupes (respectivement 0.30 pour le groupe avec règles et 0.26 pour le groupe sans règle) n'est pas significative, $F < 1$.

2. Effet des règles sur le transfert : résolution de l'isomorphe (Tour de Hanoï classique).

Les résultats (nombre d'actions, nombre de violations et temps de résolution) sont présentés dans les *tableaux 4, 5 et 6*.

Tableau 4. Nombre moyen d'actions (m) et écart type (et) en fonction de la nature de l'apprentissage (avec règles, sans règle, sans apprentissage).

	m	et
Apprentissage avec règles	16.65	13.00
Apprentissage sans règle	13.55	7.15
Pas d'apprentissage	19.81	9.42

Tableau 5. Nombre moyen de violations (m) et écart type (et) en fonction de la nature de l'apprentissage (avec règles, sans règle, sans apprentissage).

	m	et
Apprentissage avec règles	1.05	1.05
Apprentissage sans règle	0.80	1.15
Pas d'apprentissage	4.77	3.13

Tableau 6. Temps moyen de résolution (m) et écart type (et) en fonction de la nature de l'apprentissage (avec règles, sans règle, sans apprentissage).

	m	et
Apprentissage avec règles	90.65	68.12
Apprentissage sans règle	93.25	75.38
Pas d'apprentissage	239.68	196.00

En ce qui concerne le nombre d'actions pour résoudre l'isomorphe, on observe que les groupes qui ont résolu deux mois auparavant les pots gigognes font moins d'actions (en moyenne 15.10) que le groupe qui n'a pas subi d'apprentissage (19.81). Toutefois cette différence n'est pas significative : $F(2,59) = 2.00$; $p = .014$.

En revanche, ces groupes font significativement moins de violations [$F(2,59) = 243$; $p < 0001$] et sont significativement plus rapides [$F(2,59) = 9.11$; $p = .0004$] que le groupe qui n'a pas subi d'apprentissage.

Ces résultats sur le transfert à long terme mettent en évidence que quelle que soit la condition d'apprentissage, avec règles ou sans règle, les enfants sont plus performants dans la résolution d'un isomorphe que des enfants qui résolvent le problème cible sans avoir auparavant résolu un problème source. Ce résultat est en accord avec l'ensemble des travaux de la littérature sur le transfert qui montrent que les situations les plus propices au transfert sont celles où on invite le sujet à résoudre un problème source avant la résolution d'un problème cible (voir par exemple Bastien-Tonazzio, Blaye et Cayol, 1997). Ce qui est notable ici c'est que sur le long terme (deux mois plus tard) on observe ce bénéfice de la résolution antérieure. Toutefois, on doit observer que les performances en nombre d'actions sont loin d'être optimales. Ceci montre bien que ce sont des pro-

blèmes qui restent difficiles pour des enfants de cet âge et on peut interpréter cette difficulté en termes de difficulté à gérer des buts qui entrent en compétition (Ward et Allport, 1997).

DISCUSSION

L'ensemble de nos résultats est cohérent et montre que les conditions d'apprentissage par découverte ou par instructions explicites ont les mêmes effets à court et à long terme : en effet, donner explicitement les règles du déplacement des objets dans des problèmes de transformation n'aide pas significativement les enfants à automatiser des séquences d'actions. Quelle que soit la condition d'apprentissage, les enfants sont engagés dans l'exploration de la situation et intègrent les règles au fur et à mesure de la résolution par l'évaluation des différences entre les résultats de leur action et les buts visés.

D'autre part, nous avons pu mettre en évidence que la résolution d'un problème source avantageait les enfants et leur permettait de développer des capacités de transfert dans la résolution d'un problème cible présenté deux mois plus tard. Toutefois, comme nous l'avons souligné plus haut, le nombre d'actions pour résoudre le problème de la Tour de Hanoï est élevé et ce dernier résultat révèle que ce type de problème reste difficile pour des enfants de cet âge. En effet, le bénéfice de la résolution antérieure d'un isomorphe se traduit par un petit nombre de violations de règles et des temps de résolution assez courts mais n'a pas permis aux enfants de développer une activité de planification qui se serait traduite par un nombre d'actions minimales (sept actions). Après apprentissage des règles par découverte, la principale difficulté réside dans la gestion de la priorité des buts à réaliser.

L'ensemble de ces résultats peut s'interpréter dans le cadre des recherches récentes sur l'apprentissage implicite (Anderson, 1995 ; Dienes et Berry, 1997 ; Røediger et McDermott, 1993). En effet, ces travaux suggèrent que plusieurs entités cognitives varient de façon continue et que le degré d'activation influence l'accessibilité aux connaissances et le transfert. De la sorte, pour Siegler et Stern (1998), ce même processus d'activation serait en cause dans la découverte de stratégie de résolution : la transformation de connaissances implicites en connaissances explicites dépendrait du degré d'activation des entités. Les verbalisations des enfants après résolution des problèmes montrent que les connaissances apprises au cours des résolutions n'ont pas acquis un statut explicite. Ainsi, donner explicitement les règles de déplacement n'influence pas de façon significative le passage de l'implicite à l'explicite. Comme l'ont montré Reber et Kotovsky (1997), l'amélioration des performances des enfants n'implique pas nécessairement l'élaboration d'une représentation explicite des caractéristiques pertinentes du problème.

Nous avons montré que dans certaines situations d'apprentissage telles que les situations de résolution de problème, des instructions explicites n'aident pas l'enfant à construire une représentation adéquate qui lui permette de développer des stratégies sophistiquées. Toutefois ces conclusions sur le rôle des instructions explicites sont à relativiser par rapport au type d'apprentissage envisagé. Par exemple, dans les

apprentissages formels, comme l'apprentissage du code écrit de la langue, certaines règles de conversion grapho-phonologique et de segmentation doivent être enseignées de façon explicite car les enfants ne peuvent découvrir les règles du code de façon spontanée.

Cette recherche supporte l'idée que dans la résolution de problème l'apprentissage implicite qui se développe de façon automatique et non consciente joue un rôle essentiel dans le développement des stratégies de résolution.

RÉFÉRENCES

- [1] ANDERSON (J.R.) : *Cognitive psychology and its implications*, 4th edition, New York, Freeman, 1995.
- [2] BASTIEN-TONIAZZO (M.), BLAYE (C.), CAYOL (D.) : « Résolution de problème par analogie par des enfants de grande section de maternelle », *L'Année Psychologique*, 97, 1997, pp. 409-432.
- [3] CASE (R.) : « Stage theories in intellectual development », in : M. Perlmutter (Ed.), *Perspectives on intellectual development: The Minnesota Symposia*, vol. 19, Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1986, pp. 57-95.
- [4] CLÉMENT (E.) : « L'effet du contexte sémantique dans l'élaboration de la représentation du problème », *L'Année Psychologique*, 96, 1996, pp. 409-442.
- [5] CLÉMENT (E.), RICHARD (J.F.) : « Knowledge of domain effects in problem representation: the case of Tower of Hanoi isomorphs », *Thinking and Reasoning*, 3 (2), 1997, pp. 133-157.
- [6] DIENES (Z.), BERRY (D.) : « Implicit learning: below the subjective threshold », *Psychonomic Bulletin and Review*, 4, 1997, pp. 3-23.
- [7] GIBSON (J.J.) : *The ecological approach to visual perception*, Boston, Houghton Mifflin, 1979.
- [8] HAYES (J.R.), SIMON (H.A.) : « Psychological differences among problem isomorphs », in : N.J. Castella, D.B. Pisoni, G.R. Potts (Eds), *Cognitive Theory*, Hillsdale, N.J. Erlbaum, 1977.
- [9] KANELLAKI-AGATHOS (S), RICHARD (J.F.) : « Planification et représentation de l'action chez l'enfant », *Archives de Psychologie*, 65, 1997, pp. 49-76.
- [10] KLAHR (D.), ROBINSON (M.) : « Formal assessment of problem solving and planning processes in preschool children », *Cognitive Psychology*, 13, 1981, pp. 113-148.
- [11] KOTOVSKY (K.), FALLSIDE (D.) : « Representation and transfer in problem solving », in : K. Kotovsky (Ed), *Complex information processing. What has Simon brought?*, 21st symposium of the Carnegie Mellon Institute, Hillsdale, N.J., Erlbaum, 1989, pp. 69-108.
- [12] KOTOVSKY (K.), HAYES (J.R.), SIMON (H.A.) : « Why are some problems hard? Evidence from Tower of Hanoi », *Cognitive Psychology*, 17, 1985, pp. 248-294.
- [13] KOTOVSKY (K.), KUSHMERICK (N.) : « Processing constraints and problem difficulty: a model », *13th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1991, pp. 790-795.
- [14] PIAGET (J.) : *La Prise de conscience*, Paris, Presses Universitaires de France, 1974.
- [15] REBER (P. J.), KOTOVSKY (K.) : « Implicit learning in problem solving: the role of working memory capacity », *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 2, 1997, pp. 178-203.
- [16] RICHARD (J.F.) : « Planification et organisation des actions dans la résolution du problème de la Tour de Hanoi par des enfants de 7 ans », *L'Année Psychologique*, 82, 1982, pp. 307-336.
- [17] ROEDIGER (H.L.), McDERMOTT (K.B.) : « Implicit memory in normal human subject », in : F. Boller, J. Grafman (Eds), *Handbook of neuropsychology* (Vol. 8), New York, Elsevier, 1993.
- [18] SIEGLER (R.S.), STERN (E.) : « Conscious and unconscious strategy discoveries: a microgenetic analysis », *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 4, 1998, pp. 377-397.
- [19] SIEGLER (R.S.) : « Developmental sequences within and between concepts », *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46, 2, 189, 1981.
- [20] SIMON (H.A.), HAYES (J.R.) : « The understanding process: problem isomorphs », *Cognitive Psychology*, 8, 1976, pp. 165-190.
- [21] WARD (G.), ALLPORT (A.) : « Planning and problem-solving using the five-disk Tower of London task », *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50A(1), 1997, pp. 49-78.
- [22] WELSH (M.C.) : « Rule-guided behavior and self-monitoring on the Tower of Hanoi disk-transfer task », *Cognitive Development*, 6, 1991, pp. 59-76.
- [23] ZHANG (J.), NORMAN (D.A.) : « Representations in distributed cognitive tasks », *Cognitive Science*, 18, 1994, pp. 87-122.