

Travail collaboratif, déficience intellectuelle et raisonnement causal

Jamet Frank, Legros Denis, Salvan Claire

<mailto:jamet.frank@rouen.iufm.fr>

Université Paris-8

IUFM de l'Académie de Rouen

Résumé

L'objectif de ce travail est de montrer l'effet d'un travail en interaction sur la qualité du raisonnement causal et, plus particulièrement, sur la représentation du fonctionnement de la bicyclette, chez 22 enfants de 8-11 ans présentant une déficience intellectuelle légère d'étiologie indéterminée. Deux tâches sont demandées aux sujets : dessiner une bicyclette et expliquer comment elle fonctionne. Trois tâches permettent d'évaluer les performances : un pré test de connaissances initiales, une tâche de production (travail en interaction) et un post test. Les résultats montrent que le travail en interaction favorise le développement des performances des sujets. Cette amélioration est stable dans le temps.

Mots clefs : raisonnement causal, retard mental, bicyclette, interaction

Abstract

The aim of our research is to assess how a collaborative work can modify the quality of the causal reasoning. In the sphere of causal reasoning, we focus on the functioning of a bicycle. The subjects concerned are twenty-two children mentally retarded (IQ < 75), aged between 8 to 11 years. Three measures allow to estimate the performance of the children (a pre-test, a test (collaborative work) a post-test). The results show that : (i) The collaborative work allows to increase the performance of the children (ii) This improvement is stable in the time.

Keywords : causal reasoning – mental retardation, bicycle, interaction.

Travail collaboratif, déficience intellectuelle et raisonnement causal

Jamet, Frank¹

Legros Denis²

Salvan Claire³

1. Introduction

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'effet du travail collaboratif sur la qualité du raisonnement causal et, plus précisément, sur la représentation du fonctionnement d'un artefact technique : la bicyclette, chez des enfants de 10-11 ans présentant une déficience intellectuelle légère dont l'étiologie reste indéterminée.

Après avoir présenté les travaux ayant traité du raisonnement causal appliqué au fonctionnement de la bicyclette, nous nous intéressons plus particulièrement à l'effet du travail collaboratif sur la qualité du raisonnement causal.

2. Le fonctionnement de la bicyclette

L'examen de la littérature montre que le fonctionnement de la bicyclette est étudié tant du côté de la didactique de la physique (Favers, 1979 ; Jones, 1970 ; Kirshner, 1980 ; Lowell & Mekell, 1982) que du côté de la psychologie génétique (Forman, 1993 ; Jamet, Legros, Déret, 2000a ; 2000b ; Jamet, Legros Es-Saïdi, 2003 ; Jamet, Legros Pudelko, 2004).

Les didacticiens de la physique se sont plus particulièrement intéressés au problème de la stabilité de la représentation du fonctionnement de la bicyclette à travers différents prototypes caractérisés par la modification de la fourche avant ou de l'effet gyroscopique (Favers, 1979 ; Jones, 1970 ; Kirshner, 1980 ; Lowell & Mekell, 1982).

En psychologie génétique, c'est Piaget (1927) qui consacre le premier un chapitre entier aux représentations du fonctionnement de la bicyclette par les enfants. Pour l'auteur, quatre stades permettent de traduire l'évolution de la compréhension du fonctionnement de la bicyclette. Au stade I, l'enfant est capable d'identifier les différentes pièces qui concourent au fonctionnement du système (pédales, plateau, chaîne, pignon), mais il estime que ces pièces sont inutiles. Au stade II, l'enfant évoque la nécessité de ces pièces. Au stade III, la tentative d'explication du fonctionnement de la bicyclette - sans pour autant être totalement exacte - se fonde sur la représentation des actions réalisables avec les différentes pièces. Ce n'est qu'au stade IV que la description du fonctionnement de la bicyclette est pertinente. Les enfants sont alors âgés de 8-9 ans.

1 Maître de Conférences IUFM de l'Académie de Rouen Responsable A-SH "Cognition, Raisonnement & didactique" EA 2305 "Cognition, Raisonnement & didactique" EA 2305, ERTE n°32 IUFM de Guyane Université Paris-8. <mailto:jamet.frank@rouen.iufm.fr>

2 Pr. des Universités IUFM de Créteil Équipe « NTIC, Contextes, Langage & Cognition » Laboratoire (Cognitions Humaine et artificielle, EA 4004 EPHE et Université Paris 8

3 Psychologue

Dans ce même ouvrage, Piaget (1927) présente un protocole de sujet dit « retardés ». Les performances de ces sujets se situent au stade I et II. Le mouvement de la bicyclette résulte, pour les sujets les plus performants, de liaisons globales. L'action des pièces qui concourent aux mouvements ne suit pas un ordre fondé sur des antécédents et des conséquents. Piaget (1927) présente une production d'un enfant « arriéré » âgé de 9 ans (figure 1).

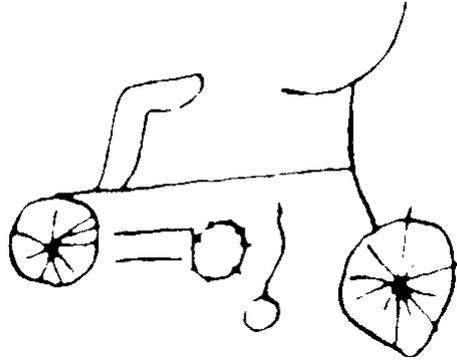


Figure 1 : Bicyclette du stade II d'un sujet de 9 ans, dit « arriéré ».

Pour l'auteur, ce dessin traduit un cas typique d'incapacité synthétique. La chaîne, le plateau, la pédale, placés entre les roues sont alignés sans rapport les uns avec les autres. L'entretien clinique avec l'enfant confirme cette représentation constituée de juxtapositions. « Les pédales servent à faire marcher la roue de derrière ». « La chaîne sert à faire marcher les pédales ». « La roue de derrière pour que ça roule » etc... (Piaget, 1927, p 234). L'enfant est incapable de créer des liens de cohérence entre les composants du système.

Il faut attendre le travail de Forman (1993) pour que de nouveau, une étude soit conduite non pas seulement sur la représentation chez l'enfant du fonctionnement de la bicyclette, mais sur la construction de cette représentation. En effet, l'objectif de l'auteur est à la fois de décrire comment l'enfant se représente une bicyclette et son fonctionnement, mais également de montrer comment le fait de dessiner et d'expliquer ce qui est réalisé constitue une aide à l'apprentissage de la causalité. L'auteur propose, dans le cadre de la méthode clinique et critique piagétienne (Ducret, 2005), à un enfant de 7 ans de dessiner une bicyclette dans un premier temps sans modèle, puis en comparant son dessin à sa véritable bicyclette. L'enfant est informé au préalable des deux situations (sans modèle et avec). Ces deux tâches s'effectuent dans le cadre d'une interaction avec l'expérimentateur qui rappelle à la fois l'objectif de la tâche et qui incite l'enfant à expliquer pourquoi et comment il fait telle ou telle chose. Les différentes étapes du dessin sont indiquées. L'enfant commence par dessiner le tube horizontal, puis la potence, puis le guidon, puis de la tige de selle, puis la selle, puis le plateau, puis une pédale, puis la fourche, la roue avant, puis les haubans, la roue arrière, puis les haubans inférieurs, puis le moyeu et enfin la chaîne. L'auteur analyse la production de l'enfant tant sur le plan verbal que gestuel. L'auteur constate qu'après 4 minutes 30, l'enfant est capable de décrire le système qui permet de transférer l'énergie du mouvement des pieds (le pédalage) aux pédales qui elles-mêmes engendrent la propulsion de la roue arrière par l'intermédiaire du plateau, de la chaîne et du moyeu.

Jamet, Legros, Déret (2000a ; 2000b) reprennent la tâche de Piaget (1927) sur le fonctionnement de la bicyclette et demandent à des enfants de 6 à 11 ans d'une part, de dessiner une bicyclette et, d'autre part, d'expliquer comment elle fonctionne. Les résultats montrent que les représentations sous-jacentes au fonctionnement de la bicyclette sont

compatibles avec les quatre niveaux de raisonnement (N-IV, N-III, N-II et N-I). Chaque niveau comprend : 1) des éléments et 2) une ou deux relations. Les éléments sont les pièces essentielles qui concourent au fonctionnement d'une bicyclette. Ils sont au nombre de six : les roues, le cadre, le plateau, les pédales, la chaîne, le pignon. Deux relations sont nécessaires : la relation "cadre" et la relation "chaîne". La relation "cadre" se traduit par le fait que les roues sont en contact avec le cadre. La relation "chaîne" s'observe par la mise en relation des pédales avec le plateau qui lui-même est relié par la chaîne au pignon. Ce dernier étant lui-même au centre de la roue arrière. Un dessin de niveau IV (voir annexe) comporte les six éléments et les deux relations. À ce niveau, le raisonnement causal est le suivant : l'action sur les pédales engendre la mise en rotation du plateau qui lui-même met en mouvement la chaîne qui elle-même induit la rotation du pignon. Ce dernier, solidaire de la roue arrière, fait tourner la roue arrière. Le niveau III se compose des six éléments et d'une seule relation, la relation "cadre" (voir annexe). Le raisonnement causal est le suivant : l'action sur les pédales engendre la mise en rotation du plateau qui lui-même met en mouvement la chaîne. C'est de cette manière que la bicyclette fonctionne. Le niveau II (voir annexe) se définit par la présence de la relation "cadre" et d'au moins trois éléments dont un est obligatoire : les pédales. Le sujet raisonne de la façon suivante : c'est l'action sur les pédales qui fait avancer la bicyclette. Le niveau I comprend au moins deux éléments (les roues et le cadre). Pour le sujet de ce niveau, la bicyclette avance par l'intermédiaire des pieds. Les niveaux I et II peuvent avoir différents profils allant de trois éléments à six. Ces quatre niveaux sont comparables avec les quatre stades piagétiens. Le niveau IV correspond au stade IV, le niveau III au stade III, le niveau deux et ses différentes formes au stade II et le niveau I et ses formes au stade I.

Les auteurs observent que ces quatre niveaux définis permettent de rendre compte des performances des sujets de 6 à 11 ans. Ils constatent un effet de la variable sexe sur les performances au dessin en faveur des garçons. Pour l'ensemble des sujets, il est plus facile de dessiner une bicyclette que d'en expliquer le fonctionnement.

Dans un second travail, Jamet, Legros Es-Saïdi (2003) ont cherché à vérifier si ces quatre niveaux permettent de rendre compte des performances d'enfants de 10-11 ans présentant une déficience intellectuelle légère. Les auteurs reprennent la même tâche, dans les mêmes conditions que dans la recherche de 2000. Les résultats montrent que les quatre niveaux permettent de rendre compte des performances des sujets déficients. On constate que la majorité des déficients se situe au niveau II (65,8 %) alors que les enfants ordinaires se répartissent en trois tiers entre les niveaux II (35 %), III (35 %) et IV (20 %). On remarquera qu'il y a deux fois plus d'enfants ordinaires au niveau IV (35 %) que de déficients (19,5 %). La relation entre le type de sujet (ordinaire vs déficient) et le niveau de développement est significative ($\chi^2 = 13,76$; $p = 0,003$; $ddl = 3$). La différence entre la qualité du dessin et les explications n'a pas pu être étudiée, compte tenu de la pauvreté des explications. On observe comme pour les sujets tout-venant, un effet de la variable Sexe. Alors que les performances des garçons déficients se distribuent entre les niveaux II (50 %) et IV (36 %), celles de la majorité des filles déficientes se situent au niveau II (85 %). La relation entre le facteur Sexe et le facteur Niveau est significative ($\chi^2 = 9,21$; $p = 0,027$; $ddl = 3$). Chez les filles déficientes, 85 % des sujets se situent au niveau II. La relation entre le niveau de développement et la qualité de sujet (déficient vs ordinaire) est significative ($\chi^2 = 12,67$; $p = 0,005$; $ddl = 3$). Chez les garçons déficients, 50 % sont au niveau II et 36,36 % au niveau IV. L'analyse statistique montre que la relation entre les niveaux de performances et la qualité du sujet (déficient vs ordinaire) n'est pas significative ($\chi^2 = 4,52$; $p = 0,210$; $ddl = 3$).

3. Le travail collaboratif

L'intérêt croissant des chercheurs pour les activités d'apprentissage collaboratif provient tout d'abord des observations faites « sur le terrain ». L'apprentissage collaboratif, développé et (re)mis récemment à la mode avec le développement des nouveaux systèmes de communication (Hoareau, Legros, Gabsi, Makhlouf, & Khebbeb, A. (2006). Legros, Maître de Pembroke, Makhlouf & Talbi, 2001 ; Legros, Maître de Pembroke & Talbi, 2002 ; Legros, Pudelko & Crinon, 2001) peut être compris, à la fois, comme une méthode pédagogique ou un processus psychologique.

La collaboration, selon Roschelle et Teasley (1995), « est une activité synchrone et coordonnée et qui résulte de la tentative continue de construire et de maintenir une conception partagée du problème » (p. 70). Les auteurs soulignent l'importance de la négociation. Dans le travail collaboratif les interactions entre les participants sont soumises à la négociation continue. Le travail collaboratif implique en effet un engagement mutuel des participants dans un effort coordonné pour réaliser la même tâche. Ce sont les interactions verbales entre les partenaires sur un même domaine et avec les mêmes buts de connaissances qui favorisent la co-construction des connaissances (Brna, Baker, Stenning, & Tiberghien, 2002).

Les psychologues cognitivistes ont montré que les individus possèdent des ressources limitées, en temps, en mémoire et en puissance de traitement. Les ressources cognitives humaines sont généralement hautement surestimées et, sans aide externe, les individus ont une capacité insuffisante de mémoire et de raisonnement pour résoudre les problèmes ou accomplir des tâches complexes. Ces tâches nécessitent un recours aux pairs ou aux systèmes d'aides externes, comme sources de connaissances, comme organisateurs de l'activité et comme extensions des ressources cognitives propres aux individus (Norman, 1993).

Le travail collaboratif pourrait contribuer à développer l'éducation cognitive, en favorisant chez les personnes présentant un retard mental la modalité de fonctionnement interrelationnel-intrinsèque. Cette méthode s'inscrit cependant dans une conception de l'apprentissage qui est à l'opposé des modèles pédagogiques dominants. Ceux-ci reposent en effet, encore majoritairement, sur le paradigme behavioriste qui néglige le contenu de la « boîte noire ». Les tenants de l'approche behavioriste, en mettant ainsi entre parenthèses le système cognitif de l'individu, ignorent les processus cognitifs et les structures sur lesquelles ils opèrent pour traiter les informations nouvelles et construire les connaissances. Ainsi, ne pas tenir compte de toutes les caractéristiques du fonctionnement de l'individu apprenant, risque de conduire à une analyse partielle des causes de l'échec scolaire, en particulier chez les sujets déficients. En effet, les problèmes et les difficultés de l'enfant ne sont pas traités dans leurs dimensions cognitives. L'enseignant ne peut alors intervenir que sur les facteurs contextuels de la situation d'apprentissage. Une telle conception, encore largement dominante dans de nombreuses pratiques pédagogiques, ne peut contribuer efficacement au développement cognitif et métacognitif de l'élève, particulièrement chez les enfants déficients mentaux.

Cette expérience a pour but d'étudier les performances d'enfants présentant une déficience intellectuelle légère d'étiologie indéterminée dans une tâche de dessin et une tâche d'explication d'un objet physique en fonction du type de modalité de réalisation de la tâche (travail collaboratif vs travail individuel) et du sexe des participants.

Les principales hypothèses portent sur l'effet des facteurs Sexe et modalité de travail.

Hypothèse H.1. Les performances obtenues dans le cadre d'un travail collaboratif sont meilleures que celles obtenues individuellement (Kitcher, 1990 ; Wertsch, 1985 ; Wertsch, 1991).

Hypothèse H.1.1 Les performances obtenues au post-test sont meilleures que celles obtenues au pré-test.

Hypothèse H.1.2. Les performances obtenues au post-test ne sont pas différentes de celles obtenues au test en travail collaboratif.

Hypothèse H.2. Les performances réalisées par les sujets à la tâche de dessin sont meilleures que celles obtenues par les sujets à la tâche de l'explication du fonctionnement du vélo (Jamet, Legros & Déret, 2000 ; Jamet, Legros & Pudelko, 2004). Dans le cadre de cette expérience, la tâche de production de texte active en effet simultanément deux types de modèles mentaux en parallèle, un modèle intentionnel et un modèle fonctionnel caractérisés par deux systèmes de causalité différents. Les travaux ont montré que la causalité intentionnelle est plus facile à traiter que la causalité du monde physique (Jamet, Legros & Pudelko, 2004 ; Legros, Baudet, & Denhière, 1994).

Hypothèse H.3. Les performances obtenues aux différentes épreuves varient en fonction de la tâche. On s'attend en effet à une augmentation des performances à l'épreuve de dessin au cours du travail collaboratif. En revanche, on suppose que cette modalité de travail est sans effet sur les performances en production, la tâche étant d'une trop grande complexité pour les enfants de notre échantillon.

Hypothèse H.4. On s'attend à une augmentation des productions de phrases (Actions + événements) au cours du travail collaboratif. On suppose une stabilisation des résultats au cours du post-test, dans la mesure où le travail collaboratif facilite, lors de la planification, l'activation des connaissances nécessaires à la production et donc leur réorganisation en mémoire à long terme (Alamargot, Lambert, & Chanquoy, 2005 ; Suthers, & Hundhausen, 2003).

4. Méthode

Nous nous sommes appuyés sur le paradigme expérimental utilisé dans les expériences précédentes (Jamet, Pudleko & Legros, 2000a ; Jamet, Legros & Déret, 2000b ; Jamet, Legros, Es-Saïdi, 2003 ; Jamet, Legros & Pudelko, 2004 ; Salvan, 2000).

Nous avons demandé à des enfants scolarisés en Classe d'Intégration Scolaire (CLIS) deux tâches : la première consistait à dessiner une bicyclette afin de faire comprendre comment elle fonctionne, comment elle marche ; dans la seconde, les enfants décrivaient oralement le fonctionnement de la bicyclette. L'expérimentateur notant l'intégralité du discours.

L'expérience s'est déroulée sur trois séances. Une séance de pré-test dans laquelle les sujets effectuaient les deux tâches (dessin, puis description du fonctionnement de la bicyclette). Cette séance permet de déterminer et de classer les sujets suivant l'un des quatre niveaux (N-I, N-II, N-III et N-IV ; Jamet, Legros & Déret, 2000b ; Jamet, Legros, Es-Saïdi, 2003). Ce classement en quatre niveaux repose sur l'indice de pertinence obtenu par la mise en rapport entre le nombre d'objets et de relations pertinents produites par les participants sur le nombre d'objets et de relations pertinents du système. Par exemple, un sujet N-IV totalise, pour le dessin du vélo, 8 points : les 6 objets : roues, cadre, pédales, plateau, chaîne, pignon, nécessaires au fonctionnement du vélo, ainsi que les deux liaisons (causales) du cadre entre les deux roues et de la chaîne entre le plateau et le pignon.

Puis, huit jours plus tard, dans une seconde session (phase test), nous avons proposé la même activité aux élèves : dessiner une bicyclette de façon à montrer comment elle fonctionne et ensuite expliquer son fonctionnement dans le cadre d'un travail collaboratif. Ce travail consiste à mettre deux sujets de niveaux différents (N-I avec N-II ou N-II avec N-III, ...) en binôme. On leur demande dans un premier temps de se concerter, de discuter. Après

quelques minutes de recherche, les sujets doivent dessiner une seule bicyclette. On rappelle qu'ils doivent être d'accord sur la qualité du dessin.

Enfin, dans une troisième séance (phase de post-test) conduite une semaine plus tard, nous avons présenté les mêmes tâches aux élèves, mais en travail individuel afin d'apprécier la stabilité de la performance.

Pour ces trois séances (pré-test, test, post-test) aucune contrainte de temps n'est imposée. L'ordre de passation des deux tâches (dessin, explication) n'a pas été retenu comme facteur à contrôler dans la mesure où dans un précédent travail, les résultats montraient qu'il n'y avait pas d'effet (Salvan, 2000).

Vingt-deux sujets, scolarisés en CLIS, âgés de 8 ans 9 mois 27 jours à 11 ans 8 mois 8 jours, présentant une déficience intellectuelle légère, mesurée par deux outils de moyenne 100 écart-type 15 (WISC-III ou K-ABC) ont participé à cette expérience. Ces enfants ont un Quotient Intellectuel situé entre 50-55 et 70.

5. Résultats

Nous avons réalisé deux analyses. La première a pour but de comparer le contenu du dessin, c'est-à-dire le nombre de composants du vélo représentés sous forme dessinée au contenu du texte explicatif, c'est-à-dire au nombre de composants présents dans le texte explicatif, et ceci dans les trois tâches (pré-test, travail collaboratif et post-test). La seconde a pour but d'analyser le nombre de phrases produites sous forme d'actions (relations entre un agent et un élément pertinent du vélo), et sous forme d'événements (relation entre deux événements).

Les données constituées du nombre d'éléments présents dans les dessins et dans les textes ont été analysées à l'aide du logiciel *Super Anova*.

5.1. Analyse du contenu du dessin et du texte explicatif dans les trois épreuves

Les données ont été analysées selon le plan d'expérience $S_{20} * E_3 * T_2$ dans lequel les lettres S, E et T renvoient respectivement aux facteurs Sujet, Épreuve (E1= pré-test ; E2= Travail collaboratif ; E3= post-test) et Tâche (F1= dessin ; F2=texte).

Le Facteur Épreuve est largement significatif ($F(1,19) = 21,763, p < .0001$). Les performances obtenues varient en fonction des différentes épreuves. L'analyse des contrastes permet de faire trois constats : 1) Les performances obtenues en travail collaboratif sont supérieures à celles obtenues au pré-test (3,65 vs 2,175), ($F(1,19) = 39,415, p < .0001$). On observe donc un effet du travail collaboratif sur la qualité du raisonnement. 2) Les performances obtenues au travail collaboratif ne sont pas supérieures à celles obtenues au post-test (3,65 vs 3,325), ($p > 1$). 3) Les performances au post-test sont supérieures à celles obtenues au pré-test (3,325 vs 2,175), ($F(1,19) = 23,959, p < .0001$).

Le facteur Tâche (dessin vs texte) est significatif ($F(1,19) = 13,787, p < .001$) et indique que la production d'une représentation sous forme dessinée est plus facile (3,533) que celle sous forme verbale (2,567).

L'interaction des facteurs Épreuve et Tâche est significative ($F(1,19) = 9,571, p < .0004$). Elle indique qu'au pré-test, les performances obtenues à la tâche de dessin et à celle de l'explication varient peu (2,4 vs 1,95). En revanche, le travail collaboratif favorise les performances à la fois de la tâche de dessin et de la tâche verbale (3,9 vs 3,4). Les performances du post-test sont toutes supérieures à celles obtenues au pré-test. Le travail collaboratif semble donc avoir un effet à long terme qui se poursuit lorsque l'élève se retrouve

seul pour réaliser les tâches. Il semble que l'augmentation des performances à la tâche de dessin contribue à améliorer les performances de l'épreuve verbale (voir Figure 2).

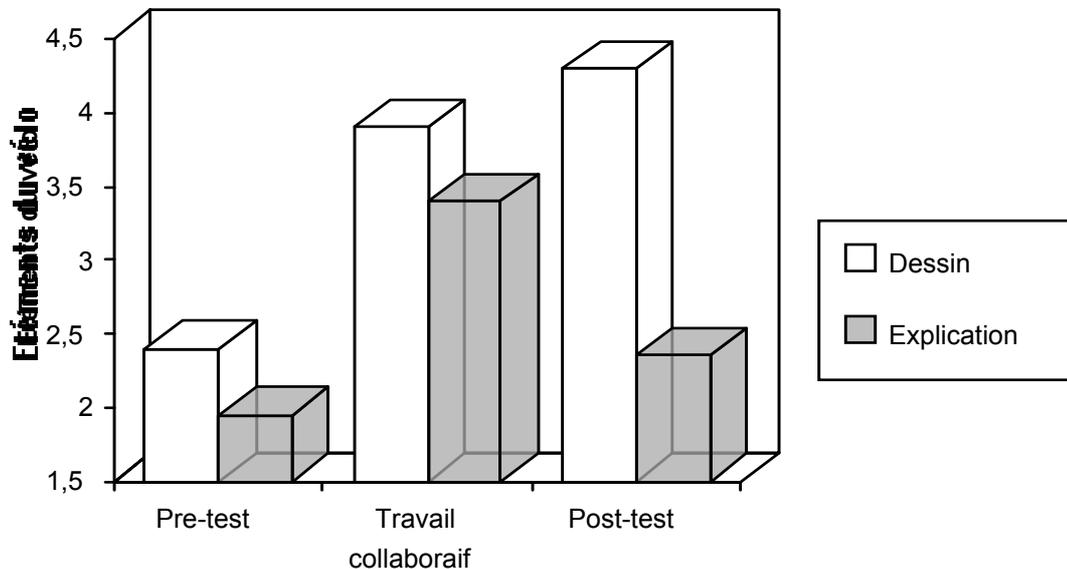


Figure 2 : Performances obtenues aux deux tâches dans les trois conditions (pré-test, travail collaboratif, post-test).

5.2 Production sous forme d'actions et d'événements

Les données ont été analysées selon le plan $S_{22} * T_3 * P_2$ dans lequel les lettres S, T et P renvoient respectivement aux facteurs Sujet, Épreuve (E1= pré-test ; E2= Travail collaboratif ; E3= post-test) et Phrases (P1= actions ; P2 = Événements).

Le facteur Épreuve est significatif : $S(2,42) = 3,072$, $p < .05$. Les productions de phrases (actions + événements) varient en fonction du type d'épreuve. L'analyse des contrastes indique que les performances obtenues au test (travail collaboratif) sont meilleures que celles obtenues en travail individuels (test) (1,000 vs 0,591), $S(2,42) = 5,113$, $p < .02$. Les performances obtenues au post-test (travail individuel) (0,955) ne varient pas significativement avec celles obtenues au cours du test en travail collaboratif (1,000) ($p > 1$).

Le facteur Type de phrase est significatif : $S(1,21) = 53,498$, $p < .0001$. Les participants produisent en moyenne, 1,697 action au cours de leur production alors qu'ils ne produisent aucun événement.

L'interaction des facteurs Épreuve et Type de phrase indique que les phrases produites varient en fonction du type d'épreuve : $S(2,42) = 3,07$, $p < .05$. On observe (1) une amélioration de la production des actions au cours du travail collaboratif par rapport au travail individuel réalisé au cours du pré-test (2 vs 1,182) et (2) une stabilisation des résultats au cours du post-test réalisé individuellement (2,000 vs 1,909). En revanche, les participants sont incapables de produire des événements, c'est-à-dire de mettre en relation causale les composants des objets du micro-monde vélo, voir figure 3.

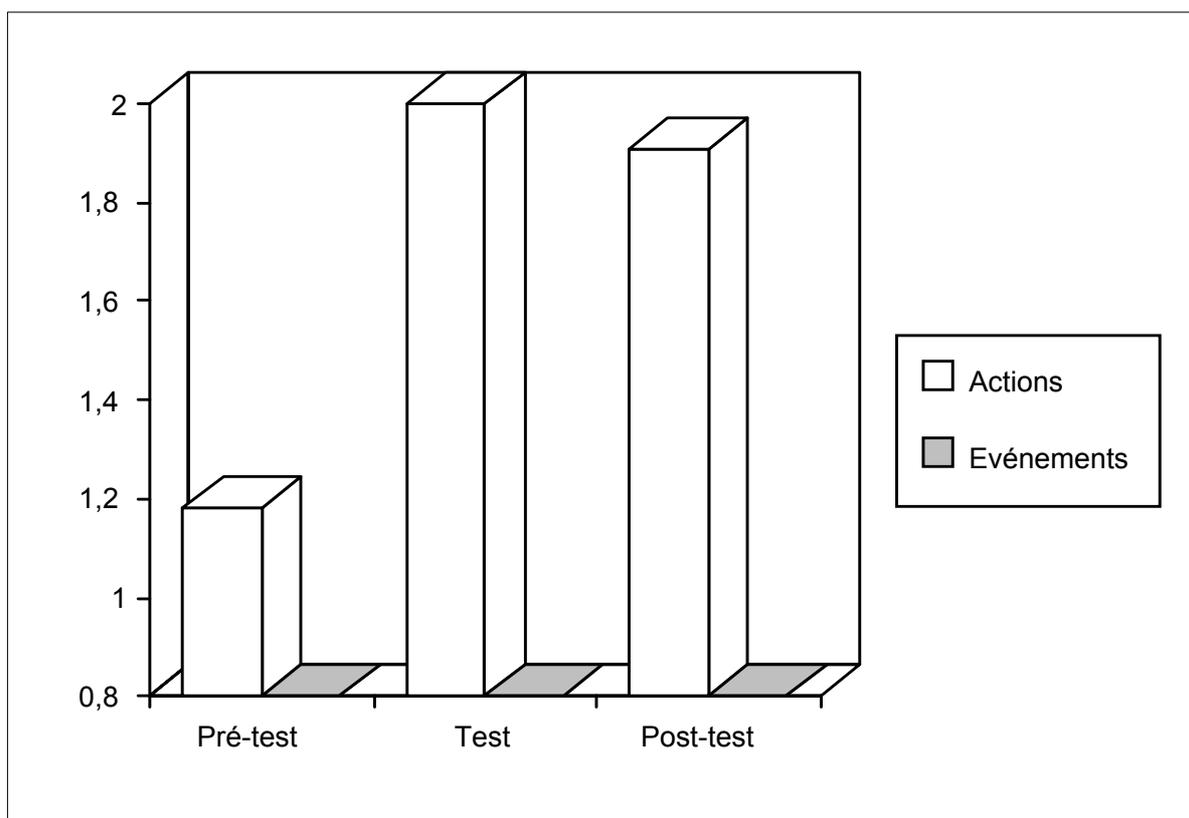


Figure 3 : Production des deux types de phrases dans les trois conditions (pré-test, travail collaboratif, post-test).

6. Analyse des résultats

Les performances obtenues au travail collaboratif (test) sont supérieures à celles obtenues en travail individuel (pré-test). Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle le travail collaboratif constitue une aide qui permet de compenser les ressources mnémoriques limitées réduisant leur capacité de traitement. Le travail collaboratif permet aux élèves de progresser très nettement (voir figure 1 et 2 entre pré-test et test). L'incidence du travail collaboratif sur la qualité du raisonnement a été également démontrée. Les performances au post-test ne sont pas inférieures à celle collectées au terme du travail collaboratif. Cette stabilité traduit un remaniement majorant dans l'organisation des connaissances. Les résultats sont compatibles avec les hypothèses 1, 1.1 et 1.2.

Les interactions verbales entre les élèves semblent effectivement favoriser et/ou consolider la construction des connaissances, puisque les performances obtenues au post-test sont supérieures à celles obtenues avant le travail collaboratif (pré-test).

Les résultats, conformément à l'hypothèse 2, indiquent que les performances dans la tâche de production sous forme dessinée sont meilleures que celles obtenues dans la tâche de production verbale. Il semble que la production dessinée soit plus facile à réaliser, car elle permet à l'élève de visualiser mentalement les éléments pertinents d'activer et donc de représenter des liens entre ces éléments. Conformément à l'hypothèse H3, cette visualisation mentale est concrétisée sur la feuille et permet à l'enfant de travailler sur un support visuel.

Cependant, la différence entre les performances obtenues à la tâche dessin et à la tâche verbale est beaucoup moins importante, lorsque les élèves travaillent en collaboration que lorsqu'ils travaillent individuellement, car ils échangent leur point de vue et enrichissent ainsi leurs représentations qu'ils vont pouvoir verbaliser. Il est évident que leurs plus faibles

connaissances linguistiques, nécessaires à la description verbale de ces représentations, rendent difficile cette description verbale et expliquent leurs difficultés de production (voir annexe 1). Cependant, la négociation sur le savoir leur permet de surmonter les difficultés qu'ils rencontrent lors du travail individuel. Sans l'activité de verbalisation du désaccord, sans ces processus de régulation mutuelle, l'enfant ne peut remettre seul en question certaines idées erronées.

L'observation d'une interaction entre deux pairs (voir annexe 2) qui fera l'objet d'un travail ultérieur, nous permet de mieux comprendre ce processus de négociation entre les deux partenaires pour faciliter l'activation des connaissances nécessaires à la représentation sous forme imagée et verbale de ces représentations des connaissances.

Conformément à l'hypothèse 4, le travail collaboratif améliore la production de phrase dans la mesure où l'activité de négociation entre pairs facilite l'activation des représentations des connaissances sur le micro-monde vélo. Ces connaissances restent disponibles lorsque l'enfant se retrouve en activité individuelle. Cependant, les participants n'activent que les relations de causalité intentionnelle, c'est-à-dire les relations entre un agent et un objet du micro-monde vélo. Ils ne sont capables de produire que des procès décrivant des actions. Ils sont incapables de produire des procès décrivant des événements, c'est-à-dire des relations de causalité entre les composants des objets du micro-monde vélo.

7. Conclusion

Il semble donc que notre population se caractérise principalement par une très grande difficulté à construire les relations de causalité entre les objets du monde et les composants des micro-mondes. Ce résultat confirme les données observées sur le domaine (Jamet, Legros & Es-Saïdi, 2003). Si ces enfants sont capables de construire et donc d'activer les relations de causalité intentionnelle, ils semblent éprouver de très grandes difficultés à se décentrer et à construire une représentation cohérente de la signification des objets du monde.

Il semble que les productions verbales ne facilitent pas la restructuration des contenus verbalisés, comme certains travaux ont pu le montrer (Eigler, Jechle, Merziger & Winter, 1991). Produire un texte pour ces élèves ne semble pas a priori enrichir la base de connaissances référentielles des scripteurs. D'autres recherches sont nécessaires, aussi bien dans le domaine de la construction des connaissances que dans celui de la production pour proposer des pistes de recherche et des hypothèses nouvelles (Hoareau, & Legros, 2006).

Les premières observations des interactions langagières enregistrées au cours du travail collaboratif semblent compatibles avec l'hypothèse d'un effet de l'interaction langagière sur l'apprentissage. Selon l'hypothèse de Scardamalia et Bereiter (1991), le scripteur pour atteindre son but communicatif reconsidère et adapte sans cesse le contenu de son texte (Alarmagot, Favart & Galbraith, à paraître ; Pudleko, Georget & Legros, 2002). Le travail collaboratif peut faciliter cette prise en compte du but communicatif et donc faciliter l'activation et la restructuration des connaissances.

Mais cela ne constitue qu'une piste parmi d'autres qu'il est nécessaire de suivre à la lumière de l'ensemble des données.

Bibliographie

ALARMAGOT, D., FAVART, M. & GALBRAITH, D. (à paraître). Evolution of idea generation in argumentative writing: writing as knowledge constituting or knowledge transforming process? *Actes du colloque EARLI – Writing conference 2000*.

- ALAMARGOT, D., LAMBERT, E., THEBAULT, C., & DANSAC, C. (2006). Text composition by deaf and hearing middle school students: Effects of working memory. *Reading and Writing*. PDF. Online first - <http://dx.doi.org/10.1007/s11145-006-9033-y>
- BRNA, P., BAKER, M., STENNING, K., & TIBERGHIE, A. (Eds.) (2002). *The role of communication in learning to model*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- DUCRET, J.-J. (2005). Méthode clinique-critique piagétienne. (Document Internet : http://www.geneve.ch/sred/collaborateurs/pagesperso/d-h/ducretjean/jacques/Methode_critique.pdf.)
- EIGLER, G., JECHLE, T., MERZIGER, G. & WINTER, A. (1991). Writing and knowledge: effects and re-effects. *European Journal of Psychology of Education*, 4 (2), 225-232.
- FAVERS, J.L. (1979). Equilibre dynamique du deux-roues au voisinage de la ligne droite. *Cahiers de INRETS*, 11, 18-43.
- FORMAN, G.E., (1993). *Jed Draws His Bicycle: A Case of Drawing to Learn*, a VHS video, produced by Performanetics Press, Amherst, Massachusetts. Distributed by Learning Materials Workshop at www.learningmaterialsworkshop.com.
- HOAREAU Y. & LEGROS D (2006). Rôle des contextes culturels et linguistiques sur le développement des compétences en compréhension et en production de textes en L2 en situation de diglossie. In Bertrand Troadec (Ed.). *Culture et Développement Cognitif, Enfance*, 2, 191-199
- HOAREAU, Y. LEGROS, D., GABSI, A., MAKHLOUF, M. & KHEBBEB, A. (2006). Internet et aides à la réécriture à distance de textes explicatifs en contexte plurilingue. In A. Piolat (Ed.), *Lire, Ecrire, Communiquer et Apprendre avec Internet*, (pp. 277-297). Paris : Solal.
- JAMET, F., PUDELKO, B., & LEGROS, D. (2000a). Raisonement causal et handicap mental. Journées d'étude sur l'apprentissage et la formation de la personne déficiente intellectuelle. IRTESS. Liège 26-28 octobre 2000.
- JAMET, F., LEGROS, D., & DERET, D. (2000b). Homo faber, Homo sapiens : approche développementale du raisonnement causal chez l'enfant de 6 à 11 ans. *Colloque " Constructivisme : usages et perspective en éducation "* (p.70-78) 4-8 septembre 2000. Genève: Switzerland.
- JAMET, F., D. LEGROS & ES-SAÏDI M. (2003). S'il te plaît, dessine-moi un vélo. Raisonement causal et déficience intellectuelle chez l'enfant de 10 ans. *Handicap Revue de sciences humaines*. 99 33-44.

- JAMET, F., D. LEGROS & PUDELKO, B., (2004). Dessin et discours : construction de la représentation de la causalité du monde physique. *Intellectica* 38, 103-137.
- JONES, D.E.H. (1970). The Stability of The Bicycle. *Physics Today*, 23, 34-40.
- KIRSHNER, D. (1980). Some Non Explications of Bicycle Stability. *American Journal of Physics*, 48, 36-38.
- KITCHER, P. (1990). The division of cognitive labor. *The Journal of Philosophy*, 87, 5-22.
- LEGROS, D., BAUDET, S., & DENHIÈRE, G. (1994). *Analyse en systèmes des représentations d'objets techniques complexes et production de textes*. In Gilles Gagné & Alan Purves, *Papers in mother tongue Education 1/ Etudes en pédagogie de la langue maternelle* (pp. 127-156). Münster/New York: Waxman.
- LEGROS, D., PUDELKO, B. & CRINON, J. (2001). Les nouveaux environnements technologiques et l'apprentissage collaboratif. In J. Crinon & C. Gautellier (Éds.), *Apprendre avec le multimédia et Internet* (pp. 203-214). Paris : Retz.
- LEGROS, D., MAITRE DE PEMBROKE, E. & TALBI, A. (2002). Les théories de l'apprentissage et les systèmes multimédias. In D. Legros & J. Crinon, *Psychologie des apprentissages et multimédia* (pp. 23-39). Paris : A. Colin.
- LEGROS, D., MAITRE DE PEMBROKE, E., MAKHLOUF, M. & TALBI, A. (2001). Paradigmes d'apprentissage, systèmes d'aides et nouveaux designs pédagogiques : le travail collaboratif à distance. Colloque Multimédia et apprentissage, Alger, 28-29 avril 2001, In *Langues*, 2, 81-94.
- LOWELL, J & MEKELL, H.D. (1982). The Stability of Bicycles. *American Journal of Physics*, 50, 1106-1112.
- NORMAN, D. A. (1993). Cognition in the head and in the world. *Cognitive Science*, 17, 1-6
- PIAGET, J. (1927). *La causalité physique chez l'enfant*. Paris : Alcan.
- PUDELKO, B., GEORGET, P. & LEGROS, D. (2002). Les TICE et la construction des connaissances. In D. Legros & J. Crinon (Eds.). *Psychologie des apprentissages et multimédia* (pp.43-68). Paris : Armand Colin
- SALVAN, C. (2000). Etude de la représentation des relations de causalité du monde physique dans une tâche de production dessinée et verbale chez des adolescent. Rôle du facteur Sexe. Mémoire de maîtrise, Université de Paris 8.

- SUTHERS, D., AND HUNDHAUSEN, C. (2003). An Empirical Study of the Effects of Representational Guidance on Collaborative Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2),183-219
- WERTSCH, J. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA : Harvard University.
- WERTSCH, J. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- ROSCHELLE, J. & TEASLEY, S. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. E. O'Malley, (ed.), *Computer Supported Collaborative learning* (pp. 69-97). Heidelberg : Springer-Verlag.
- SCARDAMALIA, M. & BEREITER, C. (1991). Literate expertise. In K. A. Ericsson & J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise* (pp. 172-194). Cambridge: Cambridge University Press.

Annexe 1 : Exemple de production des participants

Pré-test

- Florian : « Le vélo marche avec une chaîne »
- Eric : « Un vélo marche avec deux roue et des pédales et une chaîne et un guidon ».
- Alexandre P : « Par les pédales », « Avec les roues », « Avec la chaîne »
- Guy : « Le vélo marche avec les roues et les pédales marchent avec une chaîne et un guidon ».
- Elisa : « Pour fair demaré un vélo il fau des pédales pour fair demaré il fau des roues et un gidon et une chaîne ».
- Kévin : « Le vélo, il faut deux roues pour qui fonctionne ».
- Aurélia : « Un vélo fonctionne avec une chaîne est des pédales et on tourne avec le guidon ».
- Karim : « Le vélo fonctionne avec des roues pédales selle chaîne frein guidon ».
- Julien : « La chéne tourne vite les pédales se mète dans les pieds ».
- Alexandre. C : « Le vélo marche avec la chaîne », « Le vélo marche avec les roues et les pédales ».

Annexe 2 : Interactions enregistrées au magnétophone.

Eric en travail collaboratif avec Aurélia

A : Un vélo fonctionne, un vélo fonctionne, vélo grâce aux, avec un des roues, chaîne, p.é.d.a.l.e. pédales. Un vélo fonctionne avec deux pédales⁴. (tu mets un s, il y en a deux, tu mets un s, il y en a deux) Un vélo fonctionne avec une roue, c.h.a.i.n.e. Une chaîne, pédales.

E : Et deux roues et un guidon.

A : On va faire que ça on peut mettre quoi, encore.

E : Avec euh! Une chaîne,

A : Un siège, une chaise. Il faut trouver maintenant. Je sais plus, je sais pas moi siège.

On a tout terminé !

E : On a pas d'autres idées.

A : Un vélo fonctionne avec un vélo. Point. Claire on a fini. On a mis il fonctionne avec une.... euh ! Une chaîne. Claire, On a rajouté !

E : Les pédales.

A : Il fonctionne avec une chaîne, c'est facile. Il fonctionne avec une chaîne **et avec les pédales.**

Alexandre P en travail collaboratif avec Gaétan

A : On fait des lignes pour écrire droit avec un stylo feutre.

1- ⁴ En gras, ce que les enfants ont noté sur leur feuille

G : Allez on commence

A : encore une deuxième ligne !si !si!

A : Pédales,

G : Avec des pédales,

A : est ce que tu peux nous aider à écrire pédales, s'il te plaît ?

A : Et maintenant avec un guidon.

A : Avec un guidon

G : Avec un guidon

A : il faut faire des lignes

A : Avec une selle

G: Avec une chaîne.

A : avec; attends, avec une chaîne. 190

G : Et après avec des roues.

A : Ou avec des roulements. C'est mieux oui c'est mieux ! Avec, avec et avec les pédales, avec les pédales, avec, on l'a déjà mis pédales, on va mettre du blanco. T'as pas du blanco

G : Si il est sec !

A : On peut le laisser ?

A : On a fini, Et avec le bonhomme

G : avec Alex Pinot, avec Alexandre, non avec Gaétan.

A : Le vélo, il roule pas tout seul, il a un bonhomme qui pédale comme par exemple Gaétan

A : avec Alex Pinot, t'es d'accord, voilà.

Élodie * Sana

E : Il roule, une roue avec des roues, il roule.

S : il y a une à roue.

S : **Ça sert à rouler.** Cela s'écrit comme cela rouler, à faire avancer le vélo, **et en plus c'est bien parce que on va où on veut.**

E : On peut aller où on veut.

S : Il faut rouler.

E : On peut rouler avec les pédales.

S : Avec des roues. Avec des roues, comment ? ça roule avec des roues, comment il fait pour rouler ? Des roues.

E : Les pédales servent à avancer à monter les côtes, on monte et en plus ça sert à rouler avec des roues et aussi ça sert à pédaler

S : On monte son pied sur le vélo. On monte après on pédale.

E : On roule. C'est grâce aux roues et aux pédales, surtout aux pédales.

S : on a oublié quelque chose. Ah oui ! j'ai oublié quelque chose, quelqu'un monte le truc pour s'asseoir une selle.

S : Ça sert aussi à monter dans sa selle.

Benoît en travail collaboratif avec Amine

A : C'est moi qui choisis, toi tu écris, un vélo ça sert à se déplacer. Placer ; Il faut que tu relises.

B : Un vélo sa sert à se déplacer.

A : Avec une, une chaîne. C'est avec une chaîne. La chaîne, elle tourne avec des pédales.

Avec des pédales.

B : Il faut une chaîne. **Il faut des roues.**

A : Aussi une chaîne et des roues.

B : **On tourne avec un guidon.** Pour s'arrêter on freine. Point final.

A : On s'assoit sur la chaîne.

B : Non sur la selle. **On s'assoit sur la selle.**