



HAL
open science

Contexte culturel, stratégies et performances en résolution de problème arithmétiques additifs complexes par les élèves de CM1 à La Réunion

Olivier Lebreton

► **To cite this version:**

Olivier Lebreton. Contexte culturel, stratégies et performances en résolution de problème arithmétiques additifs complexes par les élèves de CM1 à La Réunion. Travaux & documents, 2013, Interculturalité et dynamique identitaires dans les îles de l'océan Indien, 43, pp.81–89. hal-02186015

HAL Id: hal-02186015

<https://hal.univ-reunion.fr/hal-02186015>

Submitted on 17 Feb 2020

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.

Contexte culturel, stratégies et performances en résolution de problèmes arithmétiques additifs complexes par les élèves de CM1 à La Réunion

OLIVIER LEBRETON
PROFESSEUR DES ECOLES
DOCTEUR EN SCIENCES DE L'EDUCATION

INTRODUCTION

Cette communication a pour but de préciser les stratégies et les performances des élèves de CM1 de La Réunion lorsqu'ils résolvent des problèmes arithmétiques complexes à énoncés verbaux. Ces derniers font partie d'un programme défini par l'Education Nationale et concernent tous les écoliers français. Dans le même temps, les élèves de La Réunion évoluent dans un environnement géographique, social et culturel singulier. Et la question centrale du propos, même si elle est ambitieuse, est de savoir si l'environnement dans lequel évoluent les élèves de La Réunion joue un rôle sur les stratégies et les performances en résolution de problèmes arithmétiques complexes.

Nos recherches s'inscrivent dans le cadre général de la compréhension de textes et s'appuient principalement sur le modèle de Construction-Intégration de Kintsch (1988, 1998), développé dans la première partie. La suite de la communication concernera les caractéristiques des principaux modèles de la psychologie cognitive relatifs à la fonction de catégorisation. Les travaux de Hamon et Parmentier (2002, 2005) qui suggèrent l'existence d'un lien entre catégorisation et cultures seront précisés. Finalement nous exposerons les résultats de deux recherches traitant des stratégies et des performances des élèves de CM1 en résolution de problèmes arithmétiques additifs complexes.

LE MODÈLE CONSTRUCTION-INTÉGRATION DE KINTSCH

L'objectif n'est pas de reprendre dans le détail la théorie propositionnelle de Kintsch mais de se focaliser sur les principaux éléments du modèle Construction-Intégration (1988, 1998). Kintsch conserve certaines caractéristiques du modèle de 1983 comme les différents niveaux représentationnels (sémantique et situationnel) ou encore le déroulement cyclique du processus de compréhension mais propose cette fois-ci un modèle dirigé par les données et considère la compréhension comme une succession de cycles de construction-intégration. Le

résultat des différentes phases de construction correspond à la construction progressive d'un réseau constitué des propositions directement extraites du texte, d'un certain nombre d'inférences élaborées, entre autres, pour combler les « trous » sémantiques et construire les macro-propositions. Chaque élément se voit attribuer finalement une valeur initiale d'activation. Ce réseau propositionnel n'est pas stable du fait de la non-intervention du contexte. Chacune des phases d'intégration a pour objectif de stabiliser le réseau en cours de construction en inhibant les éléments non pertinents et en renforçant ceux qui le sont par la mise en œuvre du processus de diffusion de l'activation (Blanc & Brouillet, 2003).

Le processus de production d'inférences est fondamental et celui qui consiste à produire des macro-propositions revêt un intérêt particulier pour nos recherches car il permet de réduire l'information. Dans certaines situations, la fonction de catégorisation serait directement impliquée en réduisant différentes micro-propositions relatives à des concepts à une macro-proposition impliquant leur concept sur-ordonné.

CARACTÉRISTIQUES DES MODÈLES DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF

Lorsqu'il est question de développement cognitif, Piaget (1959) reste la référence obligée (Houdé, 2004). Il a développé une théorie structuraliste qui s'applique à différents domaines de la cognition comme la catégorisation, la construction de l'objet, le nombre, le raisonnement ou encore la représentation spatiale. C'est dans ce sens qu'il s'agit d'une théorie générale (Lautrey, 2004). Pour Piaget, le développement cognitif est vu comme le franchissement de différents stades au cours desquels une succession de cadres cognitifs de plus en plus performants sont acquis. Les réponses de plus en plus efficaces des enfants sont possibles au cours du développement grâce à la mise en œuvre du processus général d'équilibration (Lautrey, 2004) qui comporte trois étapes majeures selon Flavell (2004) : l'équilibre cognitif à un niveau développemental donné, le déséquilibre cognitif produit par la prise de conscience de nouveaux phénomènes puis l'équilibration cognitive à un niveau développemental supérieur. La théorie piagétienne est unidimensionnelle dans le sens où le développement suit un même cheminement avec des franchissements de stades intervenant toujours dans le même ordre. Cette théorie est unitaire également car elle met en jeu un processus unique (Lautrey & Caroff, 1999).

Cette théorie a été critiquée pour plusieurs raisons et Houdé (2004) en rappelle les deux principales : intérêt exclusif pour les structures logico-mathématiques et incapacité à expliquer l'importante variabilité des performances selon les situations et les individus. C'est ainsi que différentes théories beaucoup plus locales, c'est-à-dire relatives à des domaines spécifiques de la cognition, ont vu le

jour (Lautrey, 2004 ; Houdé, 2000). C'est le cas de la théorie développée par Nelson (1985) concernant la catégorisation. Ses contributions sont majeures car elle explique précisément les liens génétiques entre les catégories thématiques et les catégories taxonomiques passant des scripts aux catégories slot-filler puis aux catégories taxonomiques. Contrairement au modèle piagétien, ces différentes structures cognitives coexistent (Bonthoux & Blaye, 2007, 2004). Cette théorie n'est pas unitaire puisque différents processus peuvent être mobilisés pour remplir la fonction de catégorisation. En revanche, elle reste unidimensionnelle car chacun de ces processus correspond à une étape du développement et c'est la substitution d'un processus à un autre qui est également à l'œuvre (Lautrey & Caroff, 1999).

Trois caractéristiques ont été soulignées dans les modèles précédents à savoir unidimensionnalité, unicité et substitution et Lautrey et Caroff (1990, 1999) envisagent un modèle du développement cognitif associé à trois nouvelles caractéristiques : multidimensionnalité, pluralité et compétition/interaction. L'hypothèse fondamentale de ces auteurs réside dans le fait qu'à une même étape du développement cognitif tout sujet dispose d'une pluralité de processus susceptibles d'être mis en œuvre pour remplir une même fonction. Ainsi, ce n'est plus la substitution qui prévaut mais la compétition ou l'interaction entre processus. Qu'il s'agisse de la compétition ou de l'interaction entre processus les auteurs adoptent l'idée développée par Reuchlin (1978) d'une hiérarchie d'évocabilité permettant de rendre compte des variabilités inter-individuelle et intra-individuelle. Il est admis pour la fonction de catégorisation la coexistence des catégories thématiques et taxonomiques (Bonthoux & Blaye, 2007).

Les travaux menés par Parmentier et Hamon (2002, 2005) à La Réunion confortent le modèle pluraliste de Lautrey puisque dans le cadre de la psychologie culturelle comparative ils ont montré l'existence à une même étape du développement des deux principaux modes de catégorisation à savoir catégories thématiques (classes collectives) et catégories taxonomiques (classes ensemblistes) chez des groupes d'enfants de cultures différentes : enfants réunionnais, enfants de la région parisienne et enfants expatriés de la métropole à La Réunion. L'originalité des travaux de ces auteurs réside dans la mise en évidence de pondérations différentes de deux modes de catégorisation en lien avec le contexte d'enculturation. De façon plus précise, les enfants réunionnais privilégieraient la catégorisation collective, les enfants expatriés la catégorisation ensembliste et les enfants de la région parisienne fonctionneraient aussi bien en classes collectives qu'en classes ensemblistes (Hamon & Parmentier, 2002). L'opposition des enfants réunionnais et des enfants expatriés de la métropole à La Réunion quant au mode de catégorisation préférentiel s'expliquerait par une valorisation différente des types de savoirs entre la population réunionnaise et la population métropolitaine (Hamon & Parmentier, 2005).

COMPRÉHENSION ET RÉOLUTION DE PROBLÈMES ARITHMÉTIQUES ADDITIFS COMPLEXES

L'intérêt des chercheurs pour l'étude de la résolution de problèmes arithmétiques complexes, c'est-à-dire les problèmes impliquant plusieurs calculs pour atteindre la solution, est croissant car ils offrent généralement aux élèves un éventail plus important de stratégies. Ils permettent ainsi aux chercheurs de mieux appréhender les représentations construites.

Les énoncés de problèmes sont spécifiques. En effet, ils sont stéréotypés et au travers d'une brève histoire, les notions logico-mathématiques tels l'accroissement, la diminution, la comparaison ou encore la combinaison sont mises en jeu. Au même titre que les autres types de textes, les connaissances générales sur le monde et les connaissances spécifiques du domaine considéré influencent les performances des sujets. Il a été montré que les connaissances relatives aux problèmes arithmétiques simples (les schémas de problèmes) déterminent les performances des élèves lors de la résolution des problèmes arithmétiques complexes et plus les connaissances spécifiques relativement aux problèmes simples sont solides plus les élèves sont performants en résolution de problèmes complexes (Lebreton, 2011). En s'appuyant sur le modèle Construction-Intégration de Kintsch (1988, 1998), le processus de compréhension des énoncés de problèmes arithmétiques complexes aboutit à la construction d'une représentation constituée d'un niveau sémantique s'organisant autour des schémas de problèmes simples et d'un niveau situationnel venant enrichir la représentation. Les schémas de problèmes sont des blocs de connaissances constitués entre autres de différentes hypothèses arithmétiques et des procédures de résolution. Le modèle Construction-Intégration qui est davantage dirigé par les données impose l'activation simultanée de différentes hypothèses arithmétiques et lors des phases d'intégration, certaines de ces hypothèses vont être inhibées et quelques-unes renforcées par la mise en œuvre du processus de diffusion de l'activation. Les problèmes dont il est question dans ces études peuvent être considérés comme une combinaison de problèmes simples comme l'illustre l'énoncé suivant : « Dans une forêt, il y avait 146 cocotiers, 175 manguiers et 248 bananiers. Un cyclone a arraché 24 cocotiers, 42 manguiers et 35 bananiers. Combien d'arbres sont encore debout après le passage du cyclone ? ».

LES STRATÉGIES DES ÉLÈVES DE CM1

Le problème ci-dessus offre deux principales stratégies de résolution (Lebreton, 2011) : une première stratégie qui consiste à additionner dans un premier temps tous les arbres de la forêt. Additionner ensuite les arbres qui ont été arrachés. Et enfin soustraire les arbres arrachés à la totalité initiale des arbres de la forêt (procédure 1 : $146 + 175 + 248 = 569$, $24 + 42 + 35 = 101$, $569 - 101 = 468$). La deuxième stratégie consiste à soustraire respectivement les cocotiers arrachés, les manguiers arrachés et les bananiers arrachés à la totalité des cocotiers, des manguiers et des bananiers pour finalement additionner tous les arbres restant (procédure 2 : $146 - 24 = 122$, $175 - 42 = 133$, $248 - 35 = 213$, $122 + 133 + 213 = 468$).

Un problème isomorphe au problème « Arbres » a été construit : « Un grand parking payant du centre ville de New York est construit sur trois niveaux. Dès l'ouverture le vendredi matin, 139 voitures se garent au premier niveau, 146 au deuxième niveau et 153 au troisième niveau. En fin de matinée, 16 voitures quittent le premier niveau, 22 le deuxième et 25 le troisième. Combien de voitures sont encore garées dans le parking en fin de matinée ? »

152 élèves répartis dans 2 groupes indépendants (78 et 74) ont participé à cette recherche et les résultats sont proposés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Données sous forme d'effectifs des choix procéduraux des élèves qui ont résolu correctement les problèmes arithmétiques complexes selon l'habillage sémantique

		Habillage sémantique des problèmes arithmétiques complexes		Total
		Arbres	Voitures	
Réussite	Procédure 1	17	25	42
	Procédure 2	33	16	49
	Autre	2	3	5
Echec		26	30	56
Total		78	74	152

La procédure préférentiellement choisie pour résoudre le problème « Arbres » est celle qui consiste à traiter les items séparément. En revanche, lorsqu'il s'agit d'un seul item (problème 2) la procédure préférentiellement choisie consiste à traiter les voitures ensemble en négligeant les niveaux du parking. Un test du chi-deux d'indépendance montre un lien significatif entre le nombre d'items et le choix de la procédure, $\chi^2(1) = 6.59$, $p = .01$.

Dans l'étude présentée, les élèves de CM1 font preuve de flexibilité cognitive puisqu'ils activent préférentiellement l'une ou l'autre des deux procédures selon l'habillage. Comment expliquer le choix préférentiel d'un traitement séparé des items pour le problème sous l'habillage « Arbres » ? Choisir la procédure 1 pour résoudre le problème sous l'habillage « Arbres » implique la mise en œuvre du mode de catégorisation taxonomique puisqu'il faut considérer les différents items cocotiers, manguiers et bananiers comme appartenant à la même classe surordonnée ARBRE. La mise en œuvre du mode de catégorisation taxonomique lors de la lecture de la première phrase de l'énoncé conduit à réduire l'information et à activer la procédure qui consiste à additionner tous les arbres. Cependant, elle n'est pas suffisante pour continuer à utiliser la procédure 1 sans conflit cognitif car il faut en plus admettre l'équivalence des différents items. En effet, la lecture de la deuxième phrase implique la suppression d'une certaine quantité de manguiers, de cocotiers et de bananiers. Si l'équivalence des items n'est pas prise en compte la procédure 1 sera inhibée au profit de la procédure 2. Les manguiers, les cocotiers et les bananiers sont tous des arbres mais un manguiers ce n'est pas la même chose qu'un cocotier... Ainsi, la mise en œuvre de la procédure 1 serait davantage associée au mode de catégorisation taxonomique. Or, il a été montré que ce mode n'est pas celui qui est préférentiellement choisi à La Réunion (Hamon & Parmentier, 2002). Cette première recherche suggère l'existence d'un lien entre le contexte culturel et la stratégie mise en œuvre préférentiellement en résolution de problèmes complexes.

CHOIX DES ITEMS ET PERFORMANCES

Cette partie de la communication est extraite d'une recherche menée avec De Viviès relative aux performances des élèves de CM1 lors de la résolution de problèmes complexes. Il est admis que l'habillage joue un rôle fondamental dans la compréhension (Kintsch, 1987). Les meilleures performances pour le problème « Arbres » s'expliquent par une plus grande familiarité de la situation évoquée associée à un énoncé plus court dans lequel les mots ont été choisis pour se rapprocher le plus possible de l'environnement des élèves (Lebreton, sous presse). Pour cette nouvelle recherche, deux problèmes arithmétiques complexes avec deux thématiques différentes ont été envisagés : arbres et oiseaux. Pour chacun des thèmes, deux versions ont été écrites dont l'une comporte des exemplaires familiers de l'environnement des élèves de La Réunion. Dans la seconde version du problème sous l'habillage « Arbres » par exemple, les mots *cyclone*, *manguiers*, *cocotiers* et *bananiers* ont été remplacés par *tempête*, *merisiers*, *hêtres* et *châtaigniers*. Trois variables indépendantes ont été construites : Exemplaires (familiers/non familiers), Probsimpl (connaissances arithmétiques très incomplètes,

partiellement complètes et complètes) et Habillage (arbres/oiseaux). Les notes des élèves varient de 0 à 5 et les données sont proposées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Moyennes, effectifs et écart-types selon le niveau d'expertise des élèves en résolution de problèmes simples et les exemplaires familiers ou non proposés dans les énoncés

Prob. simples	Exemplaires	Moyenne	N	Ecart-type
connaissances très partielles	familiers	1,64	11	1,629
	non familiers	1,30	10	1,767
	Total	1,48	21	1,662
connaissances partiellement complètes	familiers	3,88	8	1,727
	non familiers	2,71	7	2,059
	Total	3,33	15	1,915
connaissances complètes	familiers	4,31	29	,850
	non familiers	4,11	35	1,278
	Total	4,20	64	1,101
Total	familiers	3,63	48	1,632
	non familiers	3,38	52	1,849
	Total	3,50	100	1,744

D'après les données recueillies, plus le niveau d'expertise en résolution de problèmes est important plus les notes obtenues par les élèves sont élevées. Ce premier résultat est confirmé par une analyse de variance, $F(2, 88) = 27.48$, $p < .001$. Il a déjà été mis en évidence dans une étude précédente (Lebreton, sous presse).

Ces données montrent également des meilleures notes en moyenne lorsque les énoncés de problèmes sont associés à des items familiers. Une nouvelle analyse de variance confirme ce résultat, $F(1, 88) = 4.04$, $p = .048$. Selon le modèle de Construction-Intégration, le processus de compréhension aboutit à la construction d'une représentation à plusieurs niveaux : sémantique et situationnel. Le niveau sémantique est vu comme l'élaboration d'un réseau propositionnel constitué des propositions directement extraites de l'énoncé mais également des inférences, en particulier pour combler les « trous sémantiques ». Cette construction serait rendue plus difficile en présence d'items non familiers et impliquerait une mobilisation plus importante des ressources cognitives.

CONCLUSION

Les résultats des deux études présentées lors de ce colloque confirment l'importance des connaissances arithmétiques relatives aux problèmes simples pour résoudre correctement les problèmes complexes. Dans le même temps, ils confortent l'idée selon laquelle il existerait un lien entre le contexte culturel et la résolution de problèmes arithmétiques complexes. Il jouerait un rôle non seulement sur le choix stratégique des élèves mais aussi, dans une moindre mesure, sur leurs performances.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANC N. & BROUILLET D., 2003, *Mémoire et compréhension : Lire pour comprendre*, in Press Editions.
- BONTHOUX F., BERGER C. & BLAYE A., 2004, *Naissance et développement des concepts chez l'enfant : catégoriser pour comprendre*, Paris : Dunod.
- BONTHOUX F. & BLAYE A., 2007, « L'enfant et le monde des objets : aspect du développement conceptuel », in A. Blaye & P. Lemaire (Eds.), *Psychologie du développement cognitif de l'enfant* (95-123), Bruxelles : De Boeck.
- HAMON J. F. & PARMENTIER M. C., 2002, « Développement cognitif catégoriel et culture », *Travaux & Documents*, p. 46-58.
- HAMON J. F. & PARMENTIER M. C., 2005, « Contribution à l'étude interculturelle du développement des catégorisations », *Kabaro*, III 3-4, p. 83-108.
- HOUDE O., 2004, « La genèse de la cognition. L'esprit piagétien et les perspectives actuelles » in O. Houdé & C. Meljac (Eds.), *L'esprit Piagétien*, Paris : Presses Universitaires de France, p. 127-148.
- FLAVELL J., 2004, « Piaget et la psychologie contemporaine du développement cognitif », in O. Houdé & C. Meljac (Eds.), *L'esprit Piagétien*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 213-221.
- KINTSCH W., 1987, Understanding word problems : Linguistic factors in problem solving, *Language and Artificial Intelligence*, p. 197-208.
- KINTSCH W., 1998, *Comprehension : A paradigm for cognition*, Cambridge : Cambridge University Press.
- KINTSCH W., 1988, « The role of knowledge in discourse comprehension : a Construction-Integration model » in *Psychological Review*, 95(2), p. 163-182.
- LAUTREY J., 1990, « Esquisse d'un modèle pluraliste du développement cognitif », in M. Reuchlin, J. Lautrey, C. Marendaz, & T. Ohlmann, (Eds.), *L'individuel et l'universel*. Paris : Presses Universitaires de France, p. 185-216.
- LAUTREY J. & CAROFF X., 1999, « Une approche pluraliste du développement cognitif : la conservation "revisitée" », in G. Netchine-Grynberg (Ed.), *Développement et fonctionnement cognitif : vers une intégration*, Paris : Presses Universitaires de France, p. 155-179.
- LAUTREY J., 2004, « Préface » in F. Bonthoux, C. Berger, & A. Blaye, (Eds.), *Naissance et développement des concepts chez l'enfant : catégoriser pour comprendre*, (XI-XIV), Paris : Presses Universitaires de France.
- LEBRETON O., 2011, *Adaptation du modèle Construction-Intégration de Kintsch à la compréhension des énoncés et à la résolution des problèmes arithmétiques complexes*, Thèse de 3^e cycle, Université de La Réunion.

- PIAGET J. & INHELDER B., 1959, *La genèse des structures logiques élémentaires*, Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- REUHLIN M., 1978, « Processus vicariants et différences individuelles », *Journal de Psychologie*, 2, p. 133-145.