Apprentissage des statistiques et représentations chez l'élève de l'Ecole primaire de Grèce

Sofia Anastasiadou*, Iliada Elia**, Athanasios Gagatsis**

*Department of Preschool Education, University of Western Macedonia, 53100 Florina, Greece
sofan@uom.gr
**Department of Education, University of Cyprus, P.O.Box. 20537, 1678 Nicosia, Cyprus iliada@ucy.ac.cy , gagatsis@ucy.ac.cy

Résumé. Cette étude vise à contribuer à la compréhension du rôle des différents types des représentations et de traductions entre des représentations dans l'étude des éléments de statistique à l'école primaire grecque. Spécifiquement, cette étude explore les capacités des étudiants de la 3ème, 5ème et 6ème d'école primaire en employant des représentations (verbale, tabulaire et représentation graphique) de concepts statistiques de base et en se déplaçant d'une représentation à l'autre. Les résultats ont indiqué les effets différentiels de chaque forme de représentation sur la performance des étudiants' et une amélioration de l'exécution des traductions avec l'âge. Des variations sur la flexibilité représentative et les associations entre les différents systèmes de représentation se sont également observées à travers des différents âges.

1 Introduction et cadre théorique

Dans le domaine de l'étude et de l'enseignement de la statistique, les représentations jouent un rôle important comme aide à la réflexion et en tant que moyens de communication des concepts statistiques. Les Principes et les Normes du NCTM[1] pour les Mathématiques de l'école proposent un nouveau processus d´approche des représentations (NCTM, 2000).

Dans cette étude, nous examinons le rôle des représentations en visant une compréhension plus profonde de leur nature et de leur structure dans l'apprentissage des concepts statistiques. Nous avons étudié la nature développementale de la capacité d'employer des représentations multiples et de les traduire d'une représentation à l'autre.

Des représentations ont été classifiées dans deux classes lies entre elles : externes et internes (Goldin, 1998). Les représentations internes se rapportent à des images mentales correspondant aux formulations internes que nous construisons de la réalité (par exemple l'image d'un triangle). Les représentations externes concernent des « groupes » symboliques externes représentant extérieurement une certaine réalité mathématique. Dans cette classe, le terme « représentations » est interprété comme outils « externes » utilisés pour représenter des notions statistiques telles que des tableaux et des graphiques (Confrey et Smith, 1991). A travers cette traduction, nous voulons signifier les processus psychologiques permettant de passer d'un mode de représentation à l'autre (Janvier, 1987). Plusieurs chercheurs dans les deux dernières décennies ont exprimé le problème critique de la traduction entre représentations, et ont souligné l'importance de la circulation entre les représentations multiples et leurs relations communes (Elia, Gagatsis & Gras, à paraître; Gagatsis et Elia, 2004, 2005; Gagatsis, Elia et Mougi, 2002; Hitt, 1998; Yerushalmy, 1997). Duval (2002) a soutenu que la conversion (ou traduction) d'un concept mathématique d'une représentation à l'autre était une condition de la résolution réussie des problèmes. Selon Elia et Gagatsis (2006), le rôle des représentations dans la compréhension et l'apprentissage mathématique est une question centrale de l'enseignement des mathématiques. L'aspect le plus important de cette question se rapporte à la diversité des représentations pour le même concept mathématique, les relations entre elles et la conversion d'un mode de représentation en d'autres modes (Elia et Gagatsis, 2005; Elia, Gagatsis et Gras, 2005). Plusieurs chercheurs (Ainsworth, 2006; Gagatsis et Shiakalli, 2004) suggèrent que les différentes représentations du même concept se complètent et contribuent à une compréhension plus globale et plus profonde de celui-ci.

La compréhension d'un concept mathématique présuppose la capacité d'identifier le concept quand il est présenté dans une série de systèmes qualitativement différents de représentation, la capacité de manipuler avec souplesse le concept dans les systèmes spécifiques de représentation et finalement, la capacité de traduire le concept d'un système à l'autre (Lesh, Post et Behr, 1987). Dans l'éducation statistique, l'intérêt se concentre sur les divers types de représentation et sur les traductions entre elles.

[1] National Council of Teachers of Mathematics ou Conseil National des enseignants des mathématiques aux Etats-Unis

L'étude présente est centrée sur le rôle de différents modes de représentation sur la compréhension de quelques concepts de base de la statistique : la fréquence des événements, la classification de données statistiques, la construction de représentations graphiques et de tableaux.

L'étude a été conçue pour explorer la performance des étudiants de l'école primaire dans des exercices de statistique en fonction de leur âge. Plus particulièrement, cette étude porte sur l'influence des représentations multiples des concepts statistiques sur cette performance et aussi sur le rôle des capacités des étudiants à passer d'une représentation à une autre.

2 Méthodologie

Dans cette étude, ont participé 220 élèves de troisième classe (8-9 ans), 225 élèves de cinquième classe (10-11ans) et 229 élèves de sixième classe de l´école primaire grecque dans quatre régions de Macédoine (on n'enseignait pas la statistique dans la quatrième classe l'année où la recherche a été effectuée). Ces régions ont été choisies en raison de leur diversité relativement à la taille, la population et la localisation géographique. En particulier, les quatre régions différent en termes de localisation, de population d'élèves, de taille d'école, de niveau d'élèves, de rapport du nombre d'élèves au nombre d'instituteurs, de leurs méthodes d´enseignement, du nombre d'écoles et de proportion d'enseignants ayant reçu un programme de formation dans une Université au cours de leur formation initiale. Ci-dessous nous décrivons brièvement le contenu d'enseignement que les élèves reçoivent sur la Statistique dans la troisième, cinquième et sixième classes d'école primaire selon le programme d'études grec, ceci afin de fournir une information sur les contenus enseignés en statistiques aux élèves.

2.1 Le contenu de l´enseignement de la Statistique dans la troisième, cinquième et sixième classes de l´école primaire grecque

Selon le programme d'enseignement, on enseigne, aux élèves de la troisième classe d'école primaire, la manipulation de données de types variés, leur représentation par un graphique approprié et les représentations en tableaux. On essaye aussi de faire faire des prévisions concernant les résultats par des calculs appropriés, et de faire tirer des conclusions adaptées sur la base des données. De plus, en fonction des objectifs du programme d'enseignement, les élèves de la troisième classe doivent pouvoir approcher les concepts de chance et de probabilité, de même que le rapport entre eux, détecter les événements probables, calculer la fréquence des événements, classer les données statistiques correspondantes et créer les tableaux appropriés.

Selon le programme d'enseignement, on enseigne aux élèves de la cinquième classe d'école primaire : la signification du terme « valeur moyenne », comment lire les tables statistiques et les diagrammes simples, comment employer des diagrammes afin de présenter des données statistiques spécifiques et comment interpréter empiriquement la signification des résultats d'une recherche. Selon les objectifs du programme, les élèves de la cinquième classe sont supposés comprendre la signification et le processus de recherche de la moyenne des nombres fournis ; également, on estime qu'ils doivent connaître les concepts liés à cette recherche, la population sur laquelle porte la recherche, la notion d'échantillon de la population concernée et les conclusions de la recherche ; finalement on suppose qu'ils doivent connaître les étapes de base exigées pour la conduite d´une recherche c´est-à-dire enregistrer des données statistiques, classer des données, calculer la fréquence absolue et/ou relative, exécuter des représentations graphiques, calculer la moyenne et formuler des prévisions et des conclusions.

Dans la sixième classe, on enseigne aux élèves comment relier des données, lire les tables statistiques et les diagrammes simples, représenter les données par le graphique approprié et les représentations en tableaux, lire une table et extraire l'information à partir de celle-ci et la convertir en représentation verbale ou tabulaire, calculer la moyenne et formuler des prévisions et des conclusions. De plus, selon les objectifs du programme d'études, les élèves de la sixième classe doivent pouvoir établir la fréquence absolue et relative, calculer la fréquence des événements et classer les données statistiques appropriées, construire les tables et les diagrammes en bâtons ou en fromage ou en histogramme approprié et comprendre la signification et le processus pour trouver la moyenne des valeurs fournies.

Le tableau 1 présente brièvement les concepts enseignés dans les trois classes

Classe/Concept	Fréquence	Représentation graphique	Représentation en tableaux	Valeur moyenne	Fréquence relative
Troisième	Oui	Oui	Oui	Non	Non
Cinquième	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Sixième	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

TAB. 1 – Tableau récapitulatif des concepts enseignés

2.2 Les tâches et les variables

Un test a été développé et administré aux étudiants des trois classes. Le test est composé de 6 tâches portant sur des tableaux de fréquence, des diagrammes en bâtons et sur leur application à la résolution de problèmes familiers quotidiens. Ces 6 tâches peuvent être divisées en trois groupes de deux problèmes équivalents du point de vue de la difficulté mathématique. En particulier, la première tâche part de la donnée d'information sous la forme verbale, puis demande aux élèves de fournir la forme graphique de cette information (diagramme à bâtons) (V1vg). Tandis que la seconde tâche consiste à traduire la même information sous forme verbale et à exiger sa transformation sous forme de tableau (V2vt). Par exemple, une seconde tâche est la suivante :

« Les valeurs qui suivent représentent la taille de six enfants : Maria 100cm, Nicos 120cm, Kostas 132cm, John 140cm, Ann 114cm. Représentez ces données sur une table. »

La troisième tâche demande la lecture d´un tableau (voir le tableau 2) de la distribution des fréquences des notes des élèves, l´extraction d´information à partir de celles-ci et la formulation d une interprétation sous forme verbale (V3tv).

Classe	6	7	8	9	10
Fréquence	1	3	4	6	5

TAB. 2 – Le tableau inclus dans la troisième tâche du test

La quatrième tâche exige la lecture d´un diagramme en bâtons, l´extraction de l'information à partir de celui-ci et la formulation d´une interprétation sous forme verbale (V4gv). La cinquième tâche demande la lecture d´un diagramme en bâtons, l´extraction de l'information à partir de celui-ci et la traduction en tableau (V5gt). La sixième tâche se compose de la lecture d´une table de fréquences relatives, de l´extraction de l'information à partir de celle-ci et de la conversion en diagramme en bâtons (V6tg).

Les réponses correctes ont été codées 1 et les réponses erronées codées 0 respectivement. Les variables de l'étude ont été notées par un V majuscule suivi du nombre indiquant le numéro d'exercice suivi d'une lettre qui signifie le type de représentation initiale (E.g. r=représentation, t=tableau, g=graphique, v=verbale) et, pour finir, d'une lettre qui signifie le type de représentation finale.

3 Résultats

Pour effectuer les analyses des données recueillies, nous avons appliqué l'analyse des similarités de I.C. Lerman (Lerman, 1981) et l'analyse statistique implicative de R.Gras (version 2.1 du logiciel Chic) (Bodin, Couturier et Gras, 2000; Gras, Briand et Peter, 1996; Gras et al., 1996; Gras, Peter et Philippe, 1997) pour chaque groupe d'élèves et nous avons obtenu les tableaux et les diagrammes suivants.

3.1 Taux de réussite

Le tableau 3 présente les taux de réussite des élèves de troisième, cinquième et sixième classes dans tous les types de conversions. Les résultats montrent que les élèves les plus âgés réussissent mieux que les plus jeunes et cela pour tous les types de tâches.

Le succès d'élèves dans chaque classe varie en fonction des types différents de conversion en jeu dans les différentes tâches. Observant le pourcentage le plus faible et le plus élevé dans chaque classe, on voit que cette dispersion diminue avec l'âge : troisième classe, 22-36%; cinquième classe, 48-59%; sixième classe, 75-82%. Ces résultats montrent que la maturation des élèves et l'enseignement des concepts de statistique aident ces élèves à effectuer des conversions de représentations des concepts statistiques avec plus de réussite et à traiter des représentations avec plus de souplesse.

Tâche	Type de conversion	Réussite des élèves de 3ème (%)	Réussite des élèves de 5ème (%)	Réussite des élèves de 6ème (%)
V1vg	Verbale - Graphique	33.15%,	54.6%	82.3%
V2vt	Verbale - Tabulaire	23.5%	62.3%	76.5%
V3tv	Tabulaire - Verbale	22.2%	60.4%	75.8%
V4gv	Graphique - Verbale	30.16%	48.4%	79.1%
V5gt	Graphique- Tabulaire	24.4%	53.7%	74.6%
V6tg	Tabulaire - Graphique	35.56%	59.2%	79.4%

TAB. 3 – Les taux de succès d'étudiants dans toutes les tâches

Afin d'examiner de manière plus complète les différences entre les élèves de la 3ème, la 5ème et 6ème classes en ce qui concerne leur exécution dans le divers tâches et l'interdépendance de leurs réponses, une comparaison a été faite entre les hiérarchies de similarité 1, 2 et 3 concernant les élèves respectivement de la 3ème, 5ème et 6ème classes.

3.2 Analyse hiérarchique

Les hiérarchies de similarité relatives à cette étude concernent les données de chaque classe séparément, et tiennent compte de la combinatoire des variables V1vg, V2vt, V3tv, V4gv, V5gt, V6tg dans des groupes selon leur homogénéité et en se basant sur les réponses des élèves.

Deux groupes A et B de variables sont identifiés dans la hiérarchie portant sur les réponses des élèves de troisième et apparaissent sur la figure 1. La similarité la plus forte se produit entre les variables V1vg et V6tg dans le groupe A. On peut supposer que les élèves ont utilisé des processus semblables pour construire un graphique basé sur l'information fournie verbalement ou à l'aide d'une table. La relation de similarité entre les variables V1vg et V6tg au V4gv indique une ressemblance en ce qui concerne la construction d'un graphique et l'interprétation verbale de l'information de dessin du graphique. Le groupe B comprend les variables V2vt, V5gt et V3tv. Ici on peut alors supposer que les élèves comprennent de la même façon la construction d'une table basée sur l'information fournie sous la forme verbale ou la forme graphique, aussi bien que l'interprétation verbale de ses données.

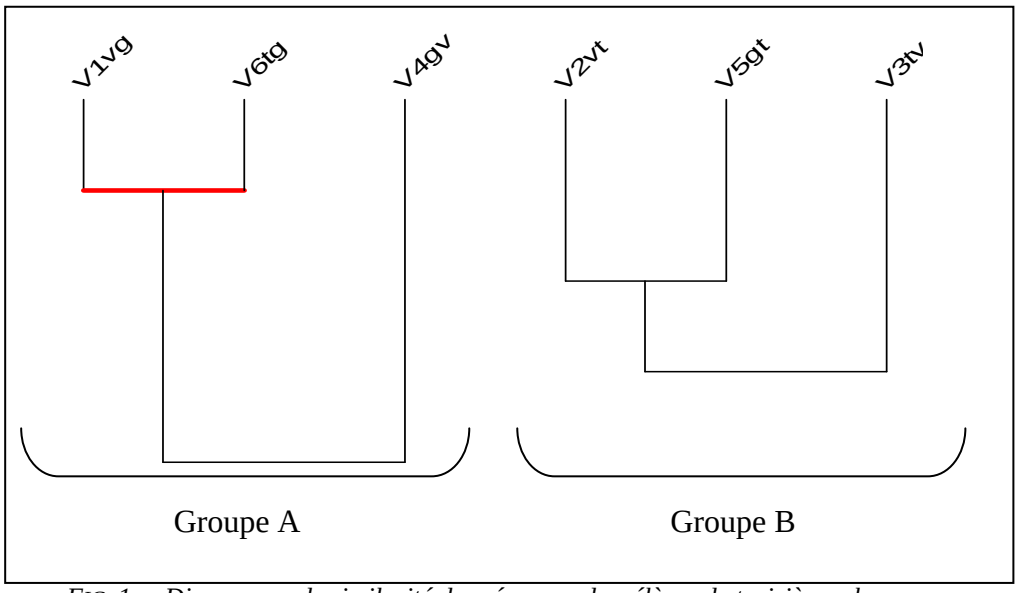

FIG. 1 – Diagramme de similarité des réponses des élèves de troisième classe.

La formation des deux groupes distincts montre que les élèves ont traité différemment des conversions exigeant la construction d'un graphique ou l'interprétation verbale d'un graphique (V1vg, V6tg, V4gv), par rapport aux conversions impliquant la création d'une table de fréquences ou une description verbale des données sur une table (V2vt, V5gt, V3tv). Ceci nous incline à penser que les élèves de la troisième classe ont traité le graphique et les représentations en tableau de façon indépendante. Des taux plus élevés de succès d'élèves aux tâches du premier groupe (V1vg : 33.15%, V6tg : 35.56%, V4gv : 30.16%) par rapport aux tâches du deuxième groupe (V2vt : 23.5%, V5gt : 24.4%, V3tv : 22.2%) indiquent leur plus grande difficulté à aborder le deuxième groupe des tâches et fournissent davantage d'appui aux affirmations ci-dessus.

La hiérarchie de similarité des réponses des élèves de cinquième classe, représentée sur la figure 2, crée trois paires de variables (V1vg-V2vt, V4gv-V5gt, V3tv-V6tg). Ces regroupements nous font penser que les élèves ont traité pareillement les conversions comportant la même représentation initiale, c'est-à-dire forme verbale, forme graphique et table. Ainsi, la représentation initiale des tâches a eu un effet sur les processus de conversion ou d'interprétation utilisés par les étudiants de cinquième. Le groupe B des variables comprenant la table comme représentation initiale (V3tv-V6tg) indique une manière différente de manipuler d'un côté des tables de fréquences et d'un autre côté les autres formes de représentation, i.e. graphique et texte.

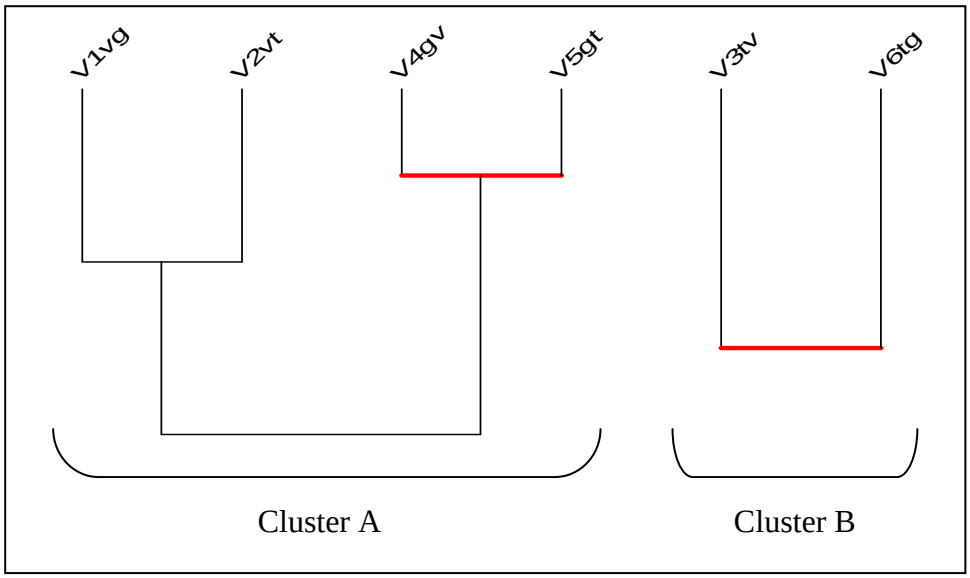

FIG. 2 – Diagramme de similarité des réponses des élèves de cinquième classe.

La similarité la plus forte dans la hiérarchie de similarité des réponses des élèves de sixième classe, illustrée sur la figure 3, se produit entre les variables V1vg et V6tg. Cette similarité indique une uniformité des réponses des étudiants de sixième classe dans leurs processus de construction des graphiques sur la base des représentations verbales ou tabulaires. Le diagramme montre aussi que les élèves de sixième réussissent dans les conversions correspondantes indépendamment de leur représentation d'initiale ou finale.

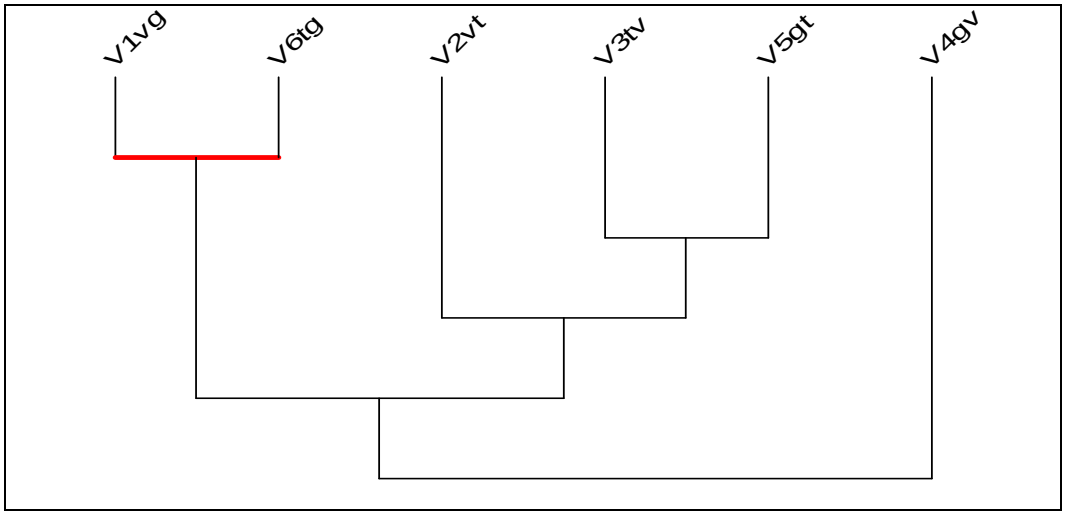

FIG. 3 – Diagramme de similarité des réponses des élèves de sixième classe.

4 Analyse implicative

Le graphe implicatif des élèves de troisième est illustré par la figure 4.

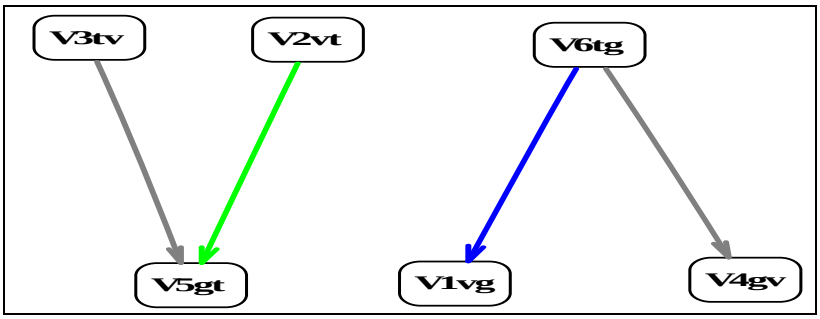

FIG. 4 – Graphe implicatif des réponses des élèves de troisième classe.

Ici aussi on observe la formation des deux groupes distincts : (V1vg, V6tg, V4gv), et (V2vt, V5gt, V3tv). Ceci montre que les élèves de la troisième classe ont traité le graphique et les représentations tabulaires de façon indépendante.

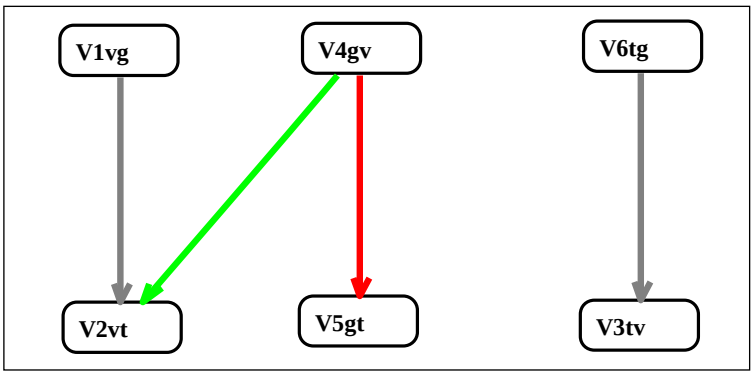

FIG. 5 – Graphe implicatif des réponses des élèves de cinquième classe.

Le graphe implicatif des réponses des élèves de cinquième classe, illustré par la figure 5, confirme les regroupements des trois paires de variables (V1vg-V2vt, V4gv-V5gt, V6tg- V3tv).

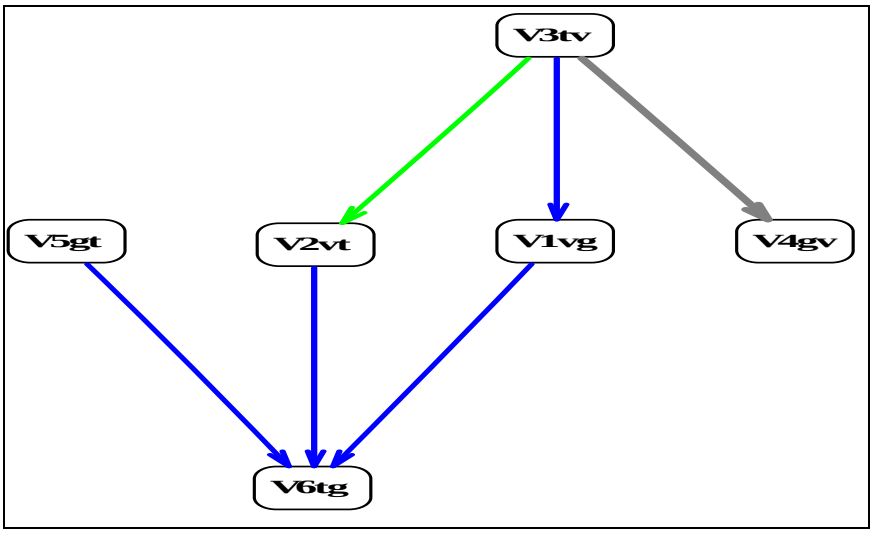

FIG. 6 – Diagramme implicative des réponses des étudiants de sixième classe.

Le graphe, illustré par la figure 6, montre plusieurs implications qui indiquent que les élèves de sixième réussissent face aux conversions correspondantes avec plus de souplesse.

Même si les deux analyses statistiques aboutissent aux relations entre les mêmes variables, il est évident que l'analyse implicative fournit de informations plus précises concernant l'ordre de difficulté des différentes tâches : ainsi pour les élèves de la cinquième classe (fig. 5) la réussite aux exercices avec la représentation graphique prise comme représentation initiale ou finale est suffisante à la réussite aux autres exercices ayant la représentation tableau comme représentation initiale ou finale. De plus, on observe dans la figure 6 que même si les élèves de sixième classe réussissent aux exercices avec une certaine indépendance par rapport à leur représentation initiale ou finale, néanmoins toutes les implications concernent les exercices ayant au moins une représentation (initiale ou finale) commune.

5 Conclusions

Les représentations permettent à des élèves d'interpréter des situations et de comprendre les relations internes dans les problèmes (Christou, Gagatsis et Zachariades, 2001). Ainsi, nous considérons les représentations extrêmement importantes en ce qui concerne des processus cognitifs relativement à l'apprentissage des concepts statistiques. La contribution principale de la présente étude se ramène à l'identification des capacités d'élèves à manipuler diverses représentations, et à traduire des représentations du même concept statistique ; et cela, à travers trois niveaux d'âge de l'éducation primaire grecque. Nos résultats fournissent un point fort sur le rôle de différents modes de représentation à la compréhension des élèves des concepts statistiques de base tels que la fréquence. En même temps ils permettent une interprétation développementale des difficultés des élèves par rapport aux représentations de la fréquence.

Les résultats montrent que le succès des élèves aux différentes tâches augmente avec l'âge. D'ailleurs, les trois hiérarchies et les trois graphes implicatifs montrent clairement les différentes manières dont les élèves de la troisième, de la cinquième et de la sixième ont traité de façon différente les représentations des concepts statistiques. Les élèves de troisième ont traité les graphiques et les tables avec une certaine cohérence, mais malgré cela ils ont traité ces représentations de façon indépendante dans leurs processus de conversion. Ceux-ci ont dépendu de la représentation finale des conversions et spécifiquement des capacités des élèves à construire un graphique ou une table. Cependant, ils ont montré une certaine contradiction en interprétant verbalement des graphiques et des tables. Les élèves ont rencontré une plus grande difficulté dans l'analyse et l'interprétation des données sous forme de tableau plus que sous forme graphique. Il semblerait alors qu'ils ne sont pas parvenus à un niveau satisfaisant dans la capacité la lecture et d'interprétation verbale de diverses formes de représentation des concepts statistiques.

Les élèves de la cinquième ont développé les capacités de traitement d'un tableau ou d'un graphique et d'interprétation verbale des données statistiques données sous différentes formes, en comparaison des élèves plus jeunes. Cependant, leurs capacités ont dépendu de la représentation initiale des conversions. Ce comportement montre une régularité face à la conversion des tâches comportant la même représentation initiale. Les différents modes de la représentation restent toujours isolés dans les réponses des élèves de la cinquième.

Ces résultats prouvent qu'en dépit de l'amélioration de succès des élèves de la troisième à la cinquième classes, les élèves dans les deux classes ont rencontré des difficultés dans l'élaboration des concepts statistiques et plus spécifiquement pour naviguer de façon souple d'une représentation à l'autre. Le manque des relations parmi différents modes des représentations montre la difficulté de manipulation de deux ou plusieurs représentations dans des exercices de statistique. Cette incompétence est la caractéristique principale du phénomène de compartimentalisation dans les représentations, détecté chez les élèves de troisième et cinquième classes (Duval, 2002). Ce comportement contradictoire peut être vu comme une indication de la conception des élèves que les différentes représentations du même concept sont les objets mathématiques complètement distincts et autonomes et non pas simplement différentes manières d'exprimer ou représenter une notion particulière.

Ce phénomène n'est pas apparu dans les résultats des élèves de sixième. Leur succès s'est avéré relativement indépendant de la représentation initiale ou finale des exercices. Leurs résultats élevés et consistants dans toutes les conversions entre représentations indiquent qu'ils ont développé la compréhension des relations entre les diverses formes de représentation et les capacités de représenter et de manipuler avec souplesse les diverses représentations reliées aux concepts statistiques de base. Une explication possible et très vraisemblable est que

les élèves plus âgés pourraient identifier la structure mathématique et le contenu des tâches dans différentes représentations et pourraient traiter avec plus de souplesse les composantes structurelles, en les transférant d'une représentation à une autre ou en en donnant une interprétation personnelle. Ceci suggère que le développement et l'enseignement produisent des stratégies cognitives générales qui sont de plus en plus indépendantes des facteurs représentatifs.

En se basant sur les résultats de cette étude une question importante est soulevée : Comment l'enseignement dans les premières classes de l'école primaire pourrait-il aider les élèves à dépasser des manières de pensée « comportementalistes » et renforcer leur compréhension des concepts statistiques dans des représentations multiples ? C'est le sujet de prochaines recherches.

Références

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction* 16, 183-198.

Bodin, A., Coutourier, R. et Gras, R. (2000). *CHIC : Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive. Version sous Windows – CHIC 1.2.* Rennes: Association pour le Recherche en Didactique des Mathématiques.

Christou C, Gagatsis, A. and Zachariades T. (2001). The difficulty level of representations in mathematical relationships, *Scientia Paedagogica Experimentalis* XXXVIII(1), 25–38.

Confrey, J. and Smith, E. (1991). A framework for functions: Prototypes, multiple representations and transformations. In R. G. Underhill (Ed.), *Proceedings of the thirteenth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 57-63). Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University.

Duval, R. (2002). The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education* 1(2), 1-16.

Elia, I. and Gagatsis, A. (2006). The effects of different modes of representation on problem solving: Two experimental programs. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká and N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 3-25). Prague, Czech Republic: Charles University.

Elia, I., Gagatsis, A., et Gras, R. (2006, à paraître). La « magie » et le pouvoir de l'image pour les petits enfants : application dans la résolution des problèmes du type additif. *Scientia Paedagogica Experimentalis 43.*

Elia., I., Gagatsis, A., and Gras, R. (2005). Can we "trace" the phenomenon of compartmentalization by using the I.S.A.? An application for the concept of function. In R. Gras, F. Spagnolo & J. David (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference I.S.A. Implicative Statistic Analysis* (pp. 175-185). Palermo, Italy: Universita degli Studi di Palermo.

Elia, I., and Gagatsis, A. (2005). Le rôle des représentations dans la résolution des problèmes du type additif. In R. Gras, F. Spagnolo & J. David (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference I.S.A. Implicative Statistic Analysis* (pp. 163-174). Palermo, Italy: Universita degli Studi di Palermo.

Gagatsis, A., Elia, I. and Mougi, A. (2002). Multiple Representations in Developing Mathematical *Relationships, Scientia Paedagogica Experimentalis* XXXIX (1), 9–24.

Gagatsis, A., and Elia, I. (2005). A review of some recent studies on the role of representations in mathematics education in Cyprus and Greece. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education: Working Group 1, The role of metaphors and images in the learning and understanding of mathematics* (pp. 102-111). Saint Feliu de Guixols, Spain: ERME, http://ermeweb.free.fr/CERME4/.

Gagatsis, A. and Elia, I. (2004). The effects of different modes of representations on mathematical problem solving. In M. Johnsen Hoines and A. Berit Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 447-454). Bergen, Norway: Bergen University College.

Gagatsis, A. and Shiakalli, M. (2004). Ability to translate from one representation of the concept of function to another and mathematical problem solving. *Educational Psychology* 24(5), 645-657.

Goldin, G.A. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics', *Journal of Mathematical Behavior* 17(2), 137-165.

Gras R., Briand H., and Peter P. (1996). Structuration sets with implication intensity. In E. Diday, Y. Lechevallier, and O. Opitz (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Ordinal and Symbolic Data Analysis - OSDA 95*, Paris: Springer.

Gras R. et al. (1996) *L'implication statistique. Collection associée à ' Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Gras R., Peter P., and Philippe J. (1997). Implicative statistical analysis. *Proceedings of IFCS 96*, Tokyo: Springer-Verlag.

Hitt, F. (1998). Difficulties in the articulation of different representations linked to the concept of function. *Journal of Mathematical Behavior* 17(1), 123-134.

Janvier, C. (1987). Representation and understanding: The notion of functions as an example. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 67-72). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Lerman, I. C. (1981). *Classification et analyse ordinale des données.* Paris: Dunod.

Lesh, R., Post, T. and Behr, M. (1987). Representations and translation among reprensentations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (pp. 33-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, Va: NCTM.

Yerushalmy, M. (1997). Designing representations: Reasoning about functions of two variables. *Journal for Research in Mathematics Education* 27(4), 431-466.

Summary

This study aims to contribute to the understanding of the role of the different types of representations and translations in the learning of statistics in Greek primary school. Specifically, this study investigates the abilities of 3rd, 5th and 6th grade primary school students in using representations (verbal, tabular, graphical and symbolic form) of basic statistical concepts and in moving from one representation to another. Results revealed the differential effects of each form of representation on students' performance and the improvement of performance with age. Representational flexibility and associations were also found to vary across grades.