CHARALAMPOS LEMONIDIS, IOANNIS PANAGIOTOPOULOS,
KONSTANTINOS NIKOLANTONAKIS

LES ENSEIGNANTS GRECS FACE AUX PROBLÈMES RÉALISTES - LES CARACTÉRISTIQUES DES ENSEIGNANTS QUI INFLUENCENT LES RÉPONSES RÉALISTES

Abstract. Greek teachers facing realistic problems – Teachers' characteristics that influence realistic answers – In opposition with traditional school problem, solving realistic problem needs a critical consideration of the statement, based on everyday experience. Much research has been made on realistic problems in order to examine pupil's behaviour. Almost all researchers conclude that the solutions of realistic problems given by pupils and prospective teachers are founded on didactic contract and do not take in consideration everyday experience for judging the data in the statement. There was not any research about in service teachers in order to examine their progress on realistic problem solving and analyse the factors of this progress, thus we examined the behaviour of 162 in service Greek teachers regarding realistic problems. We also examine what teachers' characteristics among: gender, academic level, teaching experience, and preference for mathematics, determine their behaviour in realistic problem solving.

Résumé. En opposition aux problèmes scolaires traditionnels, les problèmes réalistes sont ceux dont la solution demande une considération critique de l'énoncé fondée sur l'expérience quotidienne. Beaucoup de recherches concernant les problèmes réalistes ont été effectuées pour examiner le comportement des élèves et presque toutes arrivent à la conclusion que, lors de leur résolution, les élèves et les futurs enseignants opèrent en se basant sur le contrat didactique et ne prennent pas en compte la réalité quotidienne. Mais l'absence de recherches auprès des enseignants en activité pour examiner leur progrès sur les problèmes réalistes et analyser les facteurs de ce progrès nous a amenés à examiner le comportement de 162 enseignants grecs en activité face aux problèmes réalistes. Nous essayons notamment d'examiner quelles caractéristiques des enseignants, parmi leur genre, leur niveau d'études, leur expérience d'enseignement et leur préférence pour les mathématiques, déterminent leurs comportements en résolution de problèmes réalistes.

Mots-clés. Problèmes réalistes, réponses réalistes, enseignants en action, genre, études, expérience à l'enseignement, préférence pour les mathématiques.

---

1. Contexte Théorique

Dans l'histoire de l'éducation un des rôles essentiels de la résolution de problèmes a été la liaison des mathématiques avec la réalité. Par l'intermédiaire de la résolution du problème on offrait des situations de la vie quotidienne dans lesquelles pourraient être appliquées les notions mathématiques enseignées à

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES, volume 14, p. 195 – 212.

l'école. Pendant longtemps les problèmes verbaux ont joué ce rôle d'application des mathématiques à la réalité sans provoquer réflexion ou critique sur ce sujet (Kilpatrick, 1985 ; Blum & Nis, 1991 ; Verschaffel et al, 2000).

Ces derniers 15-20 ans, les recherches expérimentales ont commencé à contester ce rôle des problèmes verbaux. Après beaucoup d'années d'enseignement à l'école, les chercheurs ont constaté que beaucoup d'élèves ont acquis un comportement face à la résolution du problème, selon lequel ils se limitent à l'exécution d'une ou plusieurs opérations arithmétiques avec les nombres de l'énoncé du problème sans tenir compte des restrictions de la réalité décrite dans l'énoncé (Nesher, 1980 ; Schoenfeld, 1991 ; Lave, 1992 ; Boaler, 1994 ; Reusser & Stebler, 1997 ; Verschaffel et al, 2000). Ce comportement des élèves pendant la résolution des problèmes verbaux est nommé selon Schoenfeld (1991) « suspension de la création du sens » («suspension of sense-making»).

1.1. Recherches sur les problèmes réalistes

Le cas le plus connu de suspension de la création du sens a été présenté par des chercheurs français dans le problème de l'âge du capitaine. L'interprétation du comportement des élèves a donné lieu à l'expression théorique « contrat didactique » (Brousseau 1986), que nous présentons par la suite. Un autre exemple très connu est le problème du bus qui a été utilisé pour la première fois aux Etats-Unis dans le Third National Assessment of Educational Progress (Carpenter et al., 1983) auprès d'élèves de 13 ans. Les résultats ont montré que beaucoup d'élèves ont donné la réponse non-réaliste (31,3 bus).

Inspirés par ces paradigmes de suspension de la création du sens, Gerr (1993) a fait des expériences auprès d'élèves de 13-14 ans en Irlande et Verschaffel, De Corte et Lasure (1994) auprès d'élèves de 10-11 ans en Belgique. Ils ont utilisé des problèmes équivalents à ceux de la recherche précédente et les ont catégorisé selon deux grandes catégories : a) problèmes habituels ou problèmes S (Standard Problems) et b) problèmes problématiques (Problematic Problems) ou problèmes P. Les problèmes standards sont ceux qui peuvent être résolus sans difficultés spécifiques en combinant les données arithmétiques du problème. Les problèmes utilisés dans les mathématiques scolaires dans beaucoup de systèmes éducatifs sont de ce genre. Dans la deuxième catégorie, les problèmes problématiques (réalistes) le modèle mathématique n'est pas évident, et pendant la résolution il faut prendre en compte des situations réalistes. Nous trouvons très rarement ce genre de problèmes dans les manuels scolaires et on n'utilise pas ces problèmes dans l'enseignement. Les chercheurs cités sont arrivés au résultat que les élèves qui affrontent des problèmes du type P ont généralement tendance à ne pas appliquer les connaissances de la vie quotidienne et de la pensée réaliste. Ils répondent mieux aux problèmes du type S (84 % de succès). Les élèves n'essaient pas d'utiliser les connaissances de la vie quotidienne et de la pensée réaliste.

Ces premières recherches ont été répétées dans beaucoup de pays (p.e. Japon, Allemagne, Suisse, Pays-Bas, Chili, Venezuela, Grèce) en utilisant la même méthodologie et les mêmes problèmes. Les résultats dans ces différents pays sont les mêmes (Verschaffel et al, 2000). Un petit pourcentage d'élèves a répondu au problème P par la façon réaliste, exception faite du problème de bus.

En considérant la variable type des problèmes P, nous pouvons mettre à part ceux dont la résolution nécessite une division avec reste, comme le problème du bus. Dans toutes les recherches, ces problèmes concentrent le plus grand pourcentage de réponses réalistes.

Si nous considérons les variables qui se réfèrent aux sujets, les résultats des recherches montrent que la tendance des élèves à ne pas prendre en compte les aspects connus de la réalité dans leurs réponses aux problèmes verbaux s'associe à l'âge, au genre et à la classe sociale. Les élèves ayant moins d'expérience de l'éducation traditionnelle (Radatz, 1983 ; Yeping & Silver, 2000), les filles (Boeler, 1994) et les élèves de la classe ouvrière (Cooper & Dunne, 1998) ont beaucoup plus de possibilités de rester dans un contexte quotidien quand ils résolvent des problèmes à l'école.

Il n'y a pas beaucoup de recherches ayant comme but d'examiner la façon dont les enseignants affrontent ou manipulent, en vue de l'enseignement à conduire, le contexte qui se rapporte au monde réel des situations. Quelques recherches ont été faites auprès des futurs enseignants pour examiner la façon avec laquelle ils affrontent les problèmes verbaux dans des contextes qui se réfèrent au monde réel (Verschaffel et al., 1997, Contreras and Martinez-Cruz, 2001, Chapman, 2006). En général, les futurs enseignants ont le même comportement que les élèves par rapport au contexte qui se réfère au monde réel. Par exemple, Verschaffel et al. (1997) ont constaté qu'il y a une forte tendance parmi les futurs enseignants d'exclure la connaissance provenant du monde réel, tant dans le cadre de leurs solutions spontanées que dans le cadre de leurs estimations des solutions d'élèves. Contreras et Martinez-Cruz (2001) ont constaté que les futurs enseignants ne référaient pas toujours leurs réponses au contexte réaliste des situations décrites dans les problèmes.

1.2. Le contrat didactique

Les résultats des recherches montrent que cette omission (négligence) générale et constante de la création du sens par les élèves, quand ils résolvent des problèmes arithmétiques verbaux dans un contexte scolaire formel, n'est pas due à un manque cognitif. Ils réagissent plutôt selon les règles du jeu de l'interaction, c'est-à-dire du contrat didactique.

On appelle contrat didactique l'ensemble des comportements de l'enseignant attendus par l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève attendus par l'enseignant. Ce contrat est l'ensemble des règles qui désignent explicitement cette relation, mais par dessus de tout, il sous-entend que chaque personne qui participe à la relation didactique peut la gérer d'une manière ou d'une autre, mais toujours de telle façon quelle corresponde aux attentes de l'autre (Brousseau, 1997).

Beaucoup de chercheurs (p.e. De Corte & Verschaffel, 1985 ; Gerofsky, 1996 ; Kilpatrick, 1985 ; Lave, 1992 ; Reusser & Stebler, 1997) ont analysé les règles cachées qui sont utilisées implicitement et d'une manière sous-entendue par les élèves. Les règles sont les suivantes :

– tous les problèmes introduits par l'enseignant ou qui se trouvent dans le livre ont une solution et ont un sens ;
– il y a une solution arithmétique simple, correcte et concrète ;
– cette réponse simple peut être obtenue par l'exécution d'une ou des plusieurs opérations en utilisant tous les nombres du problème ;
– nous pouvons obtenir la solution par l'application des procédures mathématiques connues ;
– le problème contient tous les éléments nécessaires pour sa solution. Il ne contient pas d'informations inutiles. Il ne faut pas utiliser des connaissances extérieures pour sa solution ;
– on peut ignorer les violations de la connaissance du monde quotidien.

Nous souhaitions combler le manque de recherches examinant les comportements d'enseignants en activité face aux problèmes réalistes, ou confrontant ces comportements avec des caractéristiques comme le genre, l'expérience d'enseignement, le niveau d'études et la préférence pour le cours des mathématiques. Nous présentons ici une recherche sur les enseignants en activité et nous utilisons des problèmes de la bibliographie citée.

2. Recherche

2.1. But et questions de recherche

Dans cette recherche nous avons posé deux questions. Premièrement nous avons voulu examiner de quelle manière les enseignants en action traitent les problèmes réalistes. Nous voulons examiner s'ils agissent pour la résolution d'un problème sur la seule base du contrat didactique, sans prendre en compte les données de la réalité et de la vie quotidienne. Nous voulons comparer les comportements des enseignants avec les comportements des élèves et des futurs enseignants rencontrées dans d'autres recherches. Deuxièment, nous voulons examiner quelles caractéristiques – le genre, l'expérience d'enseignement dans des classes différentes, les années de travail, les études, la préférence pour les mathématiques – influencent le progrès des enseignants en résolution de problèmes réalistes.

2.2. Méthodologie - Échantillon

La recherche a été réalisée de mars à juin 2007. L'échantillon est constitué de 162 enseignants, 80 hommes et 82 femmes, qui enseignaient en Grèce à des endroits différents. Les enseignants ont reçu un questionnaire soit directement, soit par la poste (électronique ou autre) soit par fax, sans leur donner une date limite pour le remplir.

Pour choisir les enseignants interrogés, la technique d'échantillonnage utilisée a été celle dite de la boule de neige (*snowball sampling*), décrite par Salganik & Heckathorn (2004).

2.3. Collecte des données

L'enquête auprès des enseignants a été faite par un questionnaire qui contenait quatre problèmes réalistes, présentés ci-après. On a demandé aux enseignants, après chaque réponse, d'analyser leur pensée par des mots. Le début du questionnaire contenait des questions relatives aux caractéristiques des enseignants comme le genre, les études, les années de travail, les cours que l'enseignant préfère enseigner par ordre d´importance.

Nous avons emprunté les problèmes par la bibliographie (Yoshida et al., 1997, Verschaffel, De Corte & Borghart, 1997). Pour l'élaboration des résultats nous avons utilisés une première codification, celle de Verschaffel, De Corte & Lasure (1994) & Verschaffel, De Corte & Borghart (1997) : réponse réaliste (RA), réponse non réaliste (NA), erreur technique (erreurs d'exécution des opérations) (TE), autre réponse qui ne peut pas être classée dans les catégories existantes (OA), absence de réponse (NOA). Nous avons utilisé une deuxième codification parce que nous voulions avoir un score de progrès quantitatif concret pour chaque enseignant. Précisément, chaque réponse réaliste a été notée 1, et toutes les autres (réponses non réalistes, erreurs techniques, autres réponses, pas de réponses) ont été notées 0. Le score le plus grand est 4 et le plus petit 0. La codification est en partie analogue à celle utilisée par Verschaffel, De Corte & Borghart (1997), pendant leur recherche auprès des étudiants à l'Université.

Pour l'analyse statistique des données nous avons utilisé le paquet statistique SPSS et nous avons appliqué les méthodes de la statistique descriptive et inductive.

2.3. Les Problèmes

1. (Les carreaux). Nikos a acheté 4 carreaux de 2,5 mètres chacun. Combien de carreaux d'un mètre peut-il couper ?

2. (Les bus). 450 soldats doivent aller à la caserne en bus. Chaque bus contient 36 soldats. Combien de bus faudra-t-il ?

3. (Le coureur). Ioannis court les 100 mètres en 17 secondes. Combien de temps a-t-il besoin pour courir 1 km ?

4. (L'école). Elena et Niki vont à la même école. Elena habite à une distance de 17 km de l'école et Niki à une distance de 8km de l'école. Combien de Kilomètres séparent l'une de l'autre ?

3. Recherche

3.1. Les Réponses des enseignants aux problèmes réalistes

Problème	RA : Réponse réaliste	NA : Rép. non réaliste	TE : erreur technique	OA : autre réponse	NOA : non réponse
1 Carreaux	108 (66,7%)	39 (24,1%)	12 (7,4%)	2 (1,2%)	1 (0,6%)
2 Bus	146 (90,1%)	12 (7,4%)	1 (0,6%)	3 (1,9%)	
3 Coureur	73 (45,1%)	78 (48,1%)	11 (6,8%)		
4 École	57 (35,2%)	102 (63%)		3 (1,9%)	

Tableau 1 : Les réponses des enseignants aux problèmes.

Dans le tableau nous remarquons que le pourcentage le plus élevé de réponses réalistes des enseignants apparaît dans le problème 2 des bus (90,1 %). Pour le problème 1 des carreaux, le pourcentage des réponses réalistes est 66,7% et pour les problèmes 3 du coureur et 4 de l'école, les pourcentages chutent à 45,1% et 35,2% respectivement.

Nous utilisons le z-test statistique pour la comparaison des pourcentages des réponses réalistes. Nous trouvons que le problème 2 des bus rassemble, par une différence statistique importante, le plus grand pourcentage des réponses réalistes par rapport aux autres problèmes. Le premier problème avec les carreaux rassemble plus de réponses réalistes, avec une différence statistique significative, que le problème du coureur et le problème de l'école. Enfin, le problème du coureur présente un pourcentage significativement plus grand de réponses réalistes que le problème de l'école ($z = 1,81$, $p < 0,05$).

Pour le premier problème, les réponses réalistes correctes que les enseignants donnent (il faut avoir coupé 8 carreaux de 1m), représentent 60,5 %. Les réponses qui ajoutent qu'il reste 4 carreaux de 0,5 mètre, et celles qu'il faut réunir les restes, donc que nous obtiendrons 2 mètres de plus, totalisent 6,2%.

La réponse fausse la plus répandue au problème est celle où apparaît la multiplication 4×2,5 et ensuite la division par 1 pour donner le résultat 10 carreaux de 1 mètre (pourcentage 24,1%). Ici, les enseignants considèrent que les moitiés de carreaux sont des morceaux avec lesquels on peut former 2 carreaux de 1 mètre.

Beaucoup d'enseignants (13%) ont écrit le commentaire suivant : "L'énoncé est faux" ou ils ont répondu au problème par une question comme : "quelle est la largeur des carreaux", "quelle forme ont-ils" ou "comme nous parlons d'une surface, pour donner une réponse il faut donner la figure et la largeur".

Pour le deuxième problème avec les bus, bien que le pourcentage des réponses réalistes soit grand (90,1%), un enseignant sur dix a donné une réponse fausse. Et 4,9% des enseignants ont seulement écrit la division et son résultat 12,5 bus, sans aucune autre référence. Quatre (soit 2,5%) ont fait la division avec son reste. Deux enseignants ou bien font une erreur dans la division, ou écrivent qu'il faut 12 bus et qu'il reste 18 soldats. Trois enseignants donnent dans leur réponse des commentaires du type "*presque 13*", "*le problème ne précise pas si les bus vont être remplis*", "*nous ne pouvons pas exécuter la division*", "*ne se divisent pas*", "*nous n'obtenons pas un entier*" *etc*.

Cinq enseignants (soit 3%) ont fait davantage de commentaires relatifs à l'énoncé du problème : "*il faut choisir un nombre qui peut être divisé exactement*". D'autres enseignants ont mis dans leurs réponses la restriction des trajets, c'est-à-dire que la réponse qui a été donnée est valable si les bus font un trajet. D'autres, en pensant de façon pratique, n'ont proposé que le partage des soldats qui restent dans les autres bus pour des raisons de sécurité et de confort.

Pour le troisième problème du coureur, la plupart des réponses réalistes correctes, résultant d'opérations effectuées de façon analogue et aboutissant à 170 secondes, ou 2 minutes et 50 secondes, ont été accompagnées d'un commentaire. Plus précisément, 38,3% des enseignants de l'échantillon, après avoir donné le résultat, ont ajouté des commentaires du type : "*il court le 100 mètres*", "*le 1000 mètres est une course d'endurance*", "*ce résultat n'est pas valable pour les humains*", "*le résultat est valable seulement si la vitesse du coureur est constante*", ou "*seulement sous conditions mathématiques*" *etc*. Les enseignants ont déclaré qu'ils prennent en compte le facteur fatigue, mais ils donnent le résultat clairement pour des raisons mathématiques. Onze enseignants (6,8%) ont répondu en écrivant seulement qu'il est possible de calculer le temps du coureur sur la base de son temps au 100 mètres, puisque le 100 mètres est une course de vitesse et le 1000 mètres est une course d'endurance. Les réponses non réalistes, donnés par 48,1% des enseignants, résultent de l'application de la proportionnalité pour aboutir seulement au résultat 170 secondes ou 2 minutes et 50 secondes sans commentaire réaliste sur la fatigue du coureur.

Le quatrième problème, où nous avons demandé la distance entre les deux maisons des élèves, donne lieu au plus petit pourcentage de réponses réalistes (35,2%). Plus précisément, 16% des enseignants ont répondu qu'il est impossible de résoudre le problème si nous ne connaissons pas la position précise des maisons. Dans ces réponses, il n'y a pas d'opération, mais seulement des commentaires verbaux du type : "*la solution est impossible si nous ne connaissons pas la position des maisons*", "*on a besoin de dessin*" *etc*.

Dix-huit enseignants (11,1%) qui ont donné une réponse réaliste ont écrit que le problème peut en avoir des solutions infinies $9<x<25$ kilomètres. Treize enseignants (8%) ont donné une réponse réaliste au problème, en faisant des calculs et disent qu'il y a deux cas : la distance des maisons est 9 ou 25 kilomètres si elles se trouvent sur la même ligne droite. Ils ajoutent que le problème a une infinité de solutions car nous ne savons pas où se trouvent les maisons des enfants. Dans les réponses non réalistes des enseignants nous trouvons des réponses de types différents : 17,9% des enseignants choisissent la soustraction pour résoudre le problème. Ils considèrent que les maisons des élèves se trouvent sur la même ligne, et que le résultat est 17-8 = 9 kilomètres, sans aucun commentaire réaliste dans leurs réponses. Trois enseignants (1,9%) considèrent que les maisons se trouvent sur la même ligne mais de part et d'autre de l'école, donc ils concluent que le résultat s'obtient par addition 17+8 = 25 kilomètres.

Dans la fausse réponse la plus fréquente (non réaliste) donnée par un pourcentage de 35,8% d'enseignants, il y a deux solutions au problème. Ils font une addition et une soustraction et ils trouvent comme résultats 8 et 25 kilomètres. Ils considèrent que les maisons sont sur la même ligne, soit d'un même côté soit de côtés opposés.

Beaucoup d'enseignants, soit un pourcentage de 7,4% croient que les maisons peuvent former un triangle avec l'école (souvent rectangle). Par la suite, ils adjoignent ce cas aux solutions, sous l'option qu'il faut trouver l'hypoténuse qui unit les deux maisons (théorème de Pythagore). Leurs réponses contiennent trois résultats, et dans ces réponses il y a une figure qui explique leur pensée.

Dans le quatrième problème, la plupart des commentaires des enseignants se rapporte à son énoncé. Un pourcentage de l'ordre de 24,1% a exprimé par écrit son doute ou sa faiblesse pour résoudre le problème, en demandant plus d'éléments. Quelques phrases significatives exprimées sont : "*le dessin manque*", "*piégé par un mauvais énoncé*", "*Inconnue ! Imprécise !*", *etc*.

3.2. Les caractéristiques des enseignants qui influencent leurs résultats dans la résolution de problèmes réalistes

A chaque enseignant correspond un score total selon ses réponses réalistes données aux quatre problèmes. Pour chaque réponse réaliste, les enseignants ont été notés 1, et les autres réponses ont été notées 0. Les scores vont ainsi de 0 à 4. Comme on le remarque dans le tableau 2 ci-après, six enseignants (3,7%) n'ont résolu de manière réaliste aucun problème et 30 enseignants (18,5%) ont résolu de manière réaliste seulement un problème. Une majorité (60,5%) a résolu d'une manière réaliste 2 ou 3 problèmes du questionnaire. La moyenne des scores est 2,37, avec médiane 2 et écart-type 1,082.

Score	Effectif	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0	6	3.7	3.7
1	30	18.5	22.2
2	52	32.1	54.3
3	46	28.4	82.7
4	28	17.3	100.0
Total	162	100.0	

Tableau 2 : Scores des enseignants.

Une des questions importantes de cette recherche est d'examiner lesquels des cinq facteurs – genre, expérience dans des classes, expérience professionnelle en années, niveau d'études, préférence pour les mathématiques – influencent les résultats des enseignants en résolution de problèmes réalistes.

Concernant le facteur "genre" la question est de savoir s'il y a des différences importantes entre les femmes et les hommes dans la résolution des problèmes réalistes. Souvent un stéréotype domine dans les écoles, que les hommes sont meilleurs en mathématiques que les femmes, car souvent (dans les générations les plus anciennes) les hommes ont des classes d'élèves plus âgés qui ont plus d'exigences au niveau des mathématiques.

Quant au facteur "expérience dans des classes" la question est de savoir si les enseignants qui ont enseigné dans plusieurs ou dans toutes les classes résolvent mieux les problèmes réalistes que ceux qui ont enseigné dans peu de classes. Est-ce que les enseignants qui ont une expérience plus grande de toutes les classes de l'école primaire donnent plus de réponses réalistes que ceux qui jusqu'à maintenant dans leur carrière, soit à cause de leur ancienneté soit pour des raisons de préférence, ont enseigné dans certaines classes de l'école ?

Pour le facteur “années d’expérience” la question est : Y a-t-il des différences de résultats des enseignants dues à l’ancienneté. Les plus anciens donnent-ils plus de réponses réalistes que les plus jeunes qui n’ont que peu d’ancienneté ?

Le facteur “études” décrit le type de diplôme que les enseignants ont obtenu, masters ou autre diplômes. En Grèce on trouve deux grandes catégories de diplômes des enseignants de l’école primaire : le diplôme des Académies Pédagogiques qui conclut 2 années d’études et le diplôme du nouveau Département Pédagogique (après 1990) qui conclut 4 années d’études. La question qui se pose est : Les enseignants qui ont obtenu leur diplôme au Département Pédagogique et naturellement ont une formation plus récente sont-ils meilleurs en résolution de problèmes réalistes que les enseignants plus vieux de l’Académie Pédagogique ?

Enfin, nous avons examiné si le facteur “préférence des enseignants pour les mathématiques” influence le succès en résolution de problèmes réalistes. Les enseignants qui ont choisi les mathématiques en tant qu’objet d’enseignement parmi leurs trois premières préférences donnent-ils plus de réponses réalistes que ceux qui n’ont pas cité les mathématiques parmi les matières préférées ?

Pour l’étude des influences et des interactions des cinq facteurs Genre, Etudes, Expérience Professionnelle, Expérience dans des classes, et Préférence pour les mathématiques, sur les scores des enseignants concernant des problèmes réalistes, nous avons appliqué une analyse basée sur les modèles généraux de Gram. Précisément, nous avons utilisé la méthode de l’analyse multifactorielle de variance (ANOVA) pour l’étude des modèles antagonistes. Pour chaque cas, nous avons contrôlé que l’hypothèse d’homogénéité de la fluctuation n’est pas invalidée.

Par cette analyse on obtient que les trois facteurs Genre ($F(1,134)=0.071$, $p=0.790$), Années d’Expérience Professionnelle ($F(4,134)=1.573$, $p=0.185$) et Expérience dans des classes ($F(1,134)=0.002$, $p=0.968$) ne donnent pas lieu à des influences premières et secondaires statistiquement importantes. Les facteurs qui paraissent statistiquement avoir une influence importante sur les résultats des enseignants en résolution de problèmes réalistes sont les deux facteurs Études et Préférence pour les mathématiques.

3.3. Le facteur Université dans laquelle les enseignants ont fini leurs études

Par l’analyse multifactorielle de variance ANOVA nous remarquons que l’influence majeure du facteur études est statistiquement importante, au point d’importance $a = 0{,}05$ ($F(1,134) = 4.009$, $p = 0.047$). Il s’agit des deux groupes d’enseignants : ceux qui ont fini leurs études à l’Académie Pédagogique (deux ans d’études) et les diplômés des Départements Pédagogiques (quatre ans d’études).

Université	Effectif	Pourcentage	Moyenne	Écart type
Académie Pédagogique	96	59.3	2.425	0.195
Département Pédagogique	66	40.7	1.928	0.216
Total	162	100.0		

Tableau 3 : Résultats selon l'université d'obtention du diplôme.

Dans le tableau 3 nous constatons que les enseignants diplômés des Académies Pédagogiques ont un score meilleur que ceux qui sont diplômés des Départements Pédagogiques. Les enseignants qui sont diplômés de l'Académie Pédagogique ont une moyenne totale de 2,425 pour les quatre problèmes réalistes tandis que leurs collègues du Département Pédagogique n'ont que 1,928.

Problème 1	Fréquence	%	*z-test* exact *p*
Académie Pédagogique	50/75	66,7	0,897
Département Pédagogique	42/64	65,6	
χ^2=27,515, β.ε.=20, Monte Carlo p=0,177			
Problème 2			
Académie Pédagogique	70/75	93,3	0,372
Département Pédagogique	57/64	89,1	
χ^2=60,983,β.ε.=15, Monte Carlo p=0,024			
Problème 3			
Académie Pédagogique	41/75	54,7	0,003
Département Pédagogique	19/64	29,7	
χ^2=17,354, β.ε.=10, Monte Carlo p=0,070			
Problème 4			
Académie Pédagogique	35/75	46,7	0,001
Département Pédagogique	13/64	20,3	
χ^2=15,954, β.ε.=10, Monte Carlo p=0,156			

Tableau 4 : Pourcentages de réponses réalistes aux quatre problèmes selon l'Université d'obtention du diplôme.

Dans le tableau 4 nous remarquons que parmi les deux groupes d'enseignants les différences statistiquement importantes pour les réponses réalistes se présentent aux problèmes 3 et 4. Les enseignants diplômés des Académies Pédagogiques ont des pourcentages des réponses réalistes plus élevés aux problèmes 3 et 4 comparés aux enseignants diplômés de Départements Pédagogiques. Nous avons obtenu ces résultats par une série des tests χ^2 et *z-test*.

3.4. Le facteur préférence pour l'enseignement des mathématiques

A la question : citer par ordre de préférence les trois matières que vous préférez enseigner, 124 enseignants (76,5%) ont cité les mathématiques, tandis que 38 enseignants (23,5%) n'ont pas indiqué les mathématiques. Le tableau 5 introduit la catégorisation qui a été utilisée pour les analyses statistiques de l'échantillon. Deux groupes seront formés : le premier groupe est celui des enseignants qui ont mis les mathématiques parmi les trois premiers rangs et le deuxième groupe celui des enseignants qui n'ont pas indiqué les mathématiques dans leurs préférences.

Mathématiques dans les trois premiers choix des enseignants	Nombre d'enseignants	Pourcentage
Indiquées	124	76,5
Non indiquées	38	23,5
Total	162	100,0

Tableau 5 : Mathématiques dans les préférences d'enseignement.

Par l'analyse ANOVA des facteurs genre, préférence pour les mathématiques et niveau d'études sur le score obtenu par les enseignants, nous obtenons que l'influence du facteur "préférence aux mathématiques" est statistiquement importante, au niveau d'importance a = 0,05 (F (1,154) = 9,116, p = 0,003).

Nous avons essayé de trouver dans quels problèmes se manifeste la différence de résultats concernant le facteur "préférence pour les mathématiques". Nous avons trouvé qu'il y a une corrélation statistiquement importante entre la préférence pour les mathématiques chez les enseignants et les réponses réalistes au premier et au deuxième problème (tableau 6 ci-après).

Dans le premier problème, 71% des enseignants qui avaient déclaré les mathématiques dans leurs trois premiers choix ont répondu d'une manière réaliste, tandis que le pourcentage de ceux qui n'ont pas déclaré les mathématiques est 52,6%. Dans le deuxième problème, 93,5% des enseignants qui avaient déclaré les mathématiques dans leur trois premiers choix ont répondu d'une manière réaliste, tandis que le pourcentage de ceux qui n'avaient pas déclaré les mathématiques est de 78,9%.

Bien que nous n'ayons pas trouvé une corrélation statistiquement importante de la préférence aux mathématiques pour les réponses des enseignants au troisième problème, nous avons découvert entre les deux groupes d'enseignants une différence de réponses réalistes statistiquement importante. Concrètement, 49,2% des enseignants qui avaient déclaré les mathématiques dans leurs trois premiers choix avaient répondu d'une manière réaliste, tandis que le pourcentage de ceux qui n'avaient pas déclaré les mathématiques est de 31,6%.

Problème 1	Fréquence	%	*z-test* Exact *p*
Mathématiques indiquées	88/124	71,0	0,036
Pas indiquées	20/38	52,6	
χ^2=15,897, β.ε.=4, Monte Carlo p=0,002			
Problème 2			
Mathématiques indiquées	116/124	93,5	0,008
Pas indiquées	30/38	78,9	
χ^2=9,287, β.ε.=3, Monte Carlo p=0,022			
Problème 3			
Mathématiques indiquées	61/124	49,2	0,056*
Pas indiquées	12/38	31,6	
χ^2=5,489, β.ε.=2, Monte Carlo p=0,070			
Problème 4			
Mathématiques indiquées	47/164	37,9	0,190
Pas indiquées	10/38	26,3	
χ^2=1,789, β.ε.=2, Monte Carlo p=0,190			

Tableau 6 : Fréquence des réponses réalistes pour les deux groupes d'enseignants formés selon le choix ou non des mathématiques parmi les matières préférées.

Conclusion

Nous avons vu que la majorité des enseignants (90%) donne une réponse réaliste au problème des bus, les deux tiers (66,7%) au problème des carreaux, moins de la moitié (45%) au problème du coureur et à peine plus d'un tiers (35%) au problème de l'école. Dans le tableau 7 nous comparons ces résultats avec les résultats d'autres recherches sur les mêmes problèmes, avec comme sujets les futurs enseignants en Belgique (Verschaffel, et al. 1997) et à Chypre (Lemonidis, 2007), les élèves de la 5e année de scolarité en Belgique (Verschaffel, et al. 1994) et de la sixième année de scolarité à Chypre. Nous observons une similitude des pourcentages de réponses réalistes des futurs enseignants et des enseignants. Dans les réponses des futurs enseignants de Chypre les pourcentages des réponses réalistes aux deux derniers problèmes du coureur et de l'école sont plus bas. Évidemment les pourcentages des réponses réalistes des élèves sont plus bas que ceux des enseignants et des futurs enseignants.

Problème	Notre recherche (enseignants en activité)	Verschaffel, et al (1997) (futurs enseignants)	Lemonidis (2007) (futurs enseignants)	Verschaffel, De Corte & Lasure (1994) (élèves)	Lemonidis (2007) (élèves)
carreaux	66,7%	64%	62%	13%	3,2%
bus	90,1%	90%	89,5%	49%	56,1%
coureur	45,1%	31%	11,5%	3%	4,2%
école	35,2%	48%	17%	3%	12,2%

Tableau 7 : Pourcentages de réponses réalistes obtenus dans diverses recherches auprès de futurs enseignants et d'élèves.

Nous observons que dans toutes les populations le problème des bus est celui qui concentre les pourcentages les plus élevés de réponses réalistes. Nous pouvons l'expliquer par le fait que d'un côté la partie mathématique est facile – une division – et que d'un autre côté le contenu se réfère à une situation réelle qui est assez connue de tous, sous la forme d'excursions d'école. Il faut aussi noter que donner une réponse non réaliste nous conduit à une réponse peu logique – fraction ou nombre décimal de bus. Quant au problème des carreaux, le contenu est tel qu'une réponse non réaliste se trouve en opposition avec la réalité – des carreaux de 0,5 mètre ne peuvent pas être unis à des carreaux de 1 mètre. Au problème du coureur la réponse non réaliste est en contradiction avec la réalité, mais cette contradiction ne se voit pas seulement par le résultat arithmétique du problème mais aussi par la nécessité de discuter et compléter le contenu de l'énoncé du problème. Un être humain ne peut pas courir le 100 mètres de la même manière que le 1000 mètres. Le problème de l'école diffère par rapport aux trois autres problèmes, car son élaboration mathématique est plus difficile. Il n'y a pas un résultat arithmétique facile qui se trouve en contradiction avec la réalité comme dans les autres problèmes. Ce problème exige l'exploration de plusieurs cas. De ce point de vue la représentation du contenu du problème n'est pas évidente.

Le constat général que nous pouvons faire est que pour les enseignants en activité les habitudes et le contrat didactique relatif à la résolution du problème sont très puissants. Les enseignants, les futurs enseignants et les élèves n'examinent pas de façon critique la réalité de l'énoncé du problème, mais ils la considèrent comme donnée. Cela semble logique dans le cadre de l'enseignement traditionnel où les mathématiques ne sont pas en lien avec la vie réelle, et un contrat didactique se crée selon lequel on considère que le contenu du problème est une donnée et que chaque problème a une solution réelle. Cette attitude s'aggrave du fait que souvent en mathématiques nous allons du concret à l'abstrait et que par les efforts d'abstraction et de généralisation nous utilisons beaucoup de conventions et nous faisons beaucoup d'entorses à la réalité.

A notre question de recherche (Quelles sont les caractéristiques des enseignants qui donnent des réponses réalistes ?) nous avons vu que dans l'échantillon des enseignants grecs, les réponses réalistes ne sont pas influencées par les facteurs genre et expérience d'enseignement. C'est-à-dire que la réponse réaliste d'un enseignant ne dépend ni de son genre ni de l'expérience résultant de son ancienneté et du nombre de classes dans lesquelles il a enseigné. Le facteur qui influence les réponses réalistes est la citation des mathématiques parmi les matières préférées d'enseignement. Comme c'était attendu, les enseignants dont les matières préférées comportent les mathématiques donnent plus de réponses réalistes que les autres.

Nous observons quelque chose de paradoxal, que les enseignants diplômés de l'Académie Pédagogique après deux ans d'études donnent plus de réponses réalistes que les enseignants plus jeunes diplômés de Départements Pédagogiques après quatre ans d'études. Les enseignants des Académies sont plus âgés et ils ont plus d'expérience mais on ne peut pas dire que la différence de comportements est due à l'expérience et aux années de travail car ces facteurs n'influencent pas les réponses réalistes. Une explication possible du phénomène est la suivante : les enseignants des Académies ont eu une éducation en tant qu'élèves centrée sur l'arithmétique pratique et sur des problèmes de la vie. En même temps ils n'ont pas eu une formation scientifique sur les mathématiques. Ces enseignants ont une perception empirique mais aussi simpliste des mathématiques en opposition aux jeunes enseignants qui ont une approche plus abstraite et théorique.

Bibliographie

BLUM, W., & NISS, M. (1991), Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subject – state, trends, and issues in mathematics education, *Educational Studies in Mathematics*, **22**, 37–68.

BOALER, J. (1994), When do girls prefer football to fashion? An analysis of female underachievement in relation to "realistic" mathematics contexts. *British Educational Research Journal,* **20(5)**, 551–564.

BROUSSEAU, G. (1986), Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques,* **7-2***, 33–115*.

BROUSSEAU, G. (1997), *Theory of didactical situations in mathematics*. (Edited and translated by N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield). Dordrecht: Kluwer.

CARPENTER, T.P., LINDQUIST, M., MATTHEWS, W., SILVER, E.A. (1983), Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher*, **76**, 652–659.

CHAPMAN, O. (2006), Classroom practices for context of mathematics word problems, *Educational Studies in Mathematics,* **62***, 211–230*.

CONTRERAS, J.N. and MARTINEZ-CRUZ, A.M. (2001), An investigation of preservice elementary teachers' solution processes to problematic story problems. In M. van den Heuvel- Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25th PME Conference,* **2**, 289–296.

DE CORTE. E., & VERSCHAFFEL, L. (1985), Beginning first graders' initial representation of arithmetic word problems. *Journal of Mathematical Behavior,* **4**, *3–21.*

COOPER, B., & DUNNE, M. (1998). Anyone for tennis? Social class differences in children's responses to National Curriculum mathematics testing. *Sociological Review,* **46**, 115-148.

GEROFSKY, S. (1996), A linguistic and narrative view of word problems in mathematics education. *For the learning of Mathematics*, **16(2)**, 36–45.

GREER, B. (1993), The modeling perspective on wor(l)d problems*, Journal of Mathematical Behavior,* **1.2**, 239–250.

KILPATRICK, J. (1985), A retrospective account of the past twenty-five years of research on teaching mathematical problem-solving. In E. A. Silver (Ed.), *teaching* *and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1–16.

KUTNER, M., NACHTSHEIM, C., NETER, J. & LI, W. (2005), *Applied Linear Statistical Models*. Singapore: McGraw-Hill, Inc.

LAVE, J. (1992), Word problems: A microcosm of theories of learning. P. Light & G. Butterworth (Eds), *Context and cognition: Ways of learning and knowing*, New York: Harvester Wheatsheaf, 74–92.

LEMONIDIS Ch. (2007), Les comportements des élèves de l'école élémentaire et des futurs enseignants face aux problèmes réalistes, *Colloque COPIRELEM* 11-13 juin, Troyes.

NESHER, P. (1980), The stereotyped nature of school word problems, *For the Learning of Mathematics,* **1(1)**, 41–48.

RADATZ, H. (1983), Untersuchungen zum Lösen eingekleideter Aufgaben. *Zeitschrift fur Mathematik-Didaktik,* **4(3)**, 205–217.

REUSSER, K., & STEBLER, R. (1997), Every word problem has a solution. The suspension of reality and sense-making in the culture of school mathematics, *Learning and Instruction,* **7***, 309–328*.

SALGANIK, M.J. AND HECKATHORN, D.D. (2004), Sampling and Estimation in Hidden Populations Using Respondent-Driven Sampling, *Sociological Methodology,* **34**, 193–239.

SCHOENFELD, A.H. (1991), On mathematics as sense-making: An informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics, In J. F. Voss, D. N. Perkins & J. W. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 311–343.

VERSCHAFFEL, L., DE CORTE, E. & LASURE, S. (1994), Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems, *Learning and Instruction,* **4**, 273–294.

VERSCHAFFEL, L., DE CORTE, E., & BORGHART, I. (1997), Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modeling of school word problems, *Learning and Instruction*, **4**, 339–59.

VERSCHAFFEL, L., DE CORTE, E. & LASURE, S., VAN VAERENBERGH, G., BOGAERTS, H., & RATINCKX, E. (1999), Design and evaluation of a learning environment for mathematical modeling and problem solving in upper elementary school children*, Mathematical Thinking and Learning,* **1***,* 195–229.

VERSCHAFFEL, L., GREER, B. and DE CORTE, E. (2000), *Making Sense of Word Problems*, Swets & Zeitlinger, Lisse.

YEPING, L., & SILVER, E. (2000), Can younger students succeed where older students fail? An examination of third graders' solutions of a division-with-remainder problem, *Journal of Mathematical Behaviour*, **19**, 233–246.

YOSHIDA, H., VERSCHAFFEL, L. & CORTE, E. (1997), Realistic considerations in solving problematic word problems, Do Japanese and Belgian children have the same difficulties? *Learning and Instruction*, **7(4)**, 329–338.

CHARALAMBOS LEMONIDIS
Université de la Macédoine Ouest
3eme Km Florina – Niki
53100, Florina
xlemon@uowm.gr

IOANNIS PANAGIOTOPOULOS
Enseignant, Education Primaitre
panagiotio@gmail.com

KONSTANTINOS NIKOLANTONAKIS
Université de la Macédoine Ouest
3eme Km Florina – Niki
53100, Florina
knikolantonakis@uowm.gr