

QUELLES COMPÉTENCES EFFECTIVES SONT MISES EN ŒUVRE PAR LES ÉLÈVES DANS L'ÉVALUATION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE DANS LE CADRE DE PISA

Florence Le Hebel, Pascale Montpied, Andrée Tiberghien

IUFM/Université Lyon 1
ICAR Ens Lyon
15 Parvis René Descartes BP 700
69342 LYON cedex 07
Florence.le-hebel@ens-lyon.fr
pascale.montpied@ens-lyon.fr
andree.tiberghien@ens-lyon.fr

Mots-clés : culture scientifique évaluation, PISA, compétence

Résumé. Les résultats de PISA Science 2006 pour la France montrent des scores relativement moyens sur l'échelle de la culture scientifique, et on observe en particulier une forte proportion (supérieure à la moyenne de l'OCDE) d'élèves en grande difficulté. Les objectifs de notre étude sont de mieux connaître les connaissances et compétences nécessaires pour comprendre, traiter et répondre aux questions de PISA 2006 pour les sciences. Nous avons ainsi recueilli des données (audio et/ou vidéo) auprès d'élèves de seconde ou troisième dans le but d'analyser les processus de réponses à partir de productions orales et écrites lorsqu'ils répondent aux questions PISA que nous avons préalablement sélectionnées. Ces premiers résultats remettent en question la signification réelle de la mesure de la culture scientifique par l'instrument d'évaluation PISA. En effet, nous montrons des différences entre les compétences effectives mises en jeu lorsque les élèves construisent leurs réponses et les compétences que PISA propose d'évaluer. Pour une même question, des élèves différents ont des stratégies de réponse différentes.

1. Problématique

Les enquêtes internationales sur le suivi des acquis des élèves existent depuis près d'un demi-siècle. Elles semblent connaître un essor depuis ces vingt dernières années, avec la mise en place par exemple de programmes d'évaluations comme PIRLS (Progress In Reading and Literacy Study), TIMSS (Third International Mathematics and Science Study, ou PISA (Programme for International Student Assessment). L'objectif principal des études comparatives est double (Olsen & Lie, 2006) :

- un objectif de développement de politiques d'efficacité en éducation. En effet, les études internationales de grande ampleur, permettent de suivre et comparer les résultats pédagogiques des systèmes éducatifs afin d'informer les décideurs.
- un objectif de recherche sur le plan didactique et pédagogique. Bien que la pertinence des études internationales soit débattue par les chercheurs en éducation, d'un point de vue idéologique et méthodologique, elles fournissent d'importantes bases de données de haute qualité et très bien documentées, par exemple sur les procédures de création d'instrument, d'échantillonnage, etc (e.g. Adams & Wu, 2002, OECD, 2005) permettant des analyses secondaires.

Le programme d'évaluation PISA des élèves de 15 ans est réalisé tous les 3 ans par l'OCDE. La première enquête fut réalisée en 2000, et le nombre de pays participants n'a cessé de croître depuis

son lancement, de 32 pays membres de l'OCDE en 2000, on est passé à 66 pays en 2009 (dont 36 pays partenaires).

Contrairement aux enquêtes antérieures, PISA est une enquête internationale dont le but n'est pas d'évaluer l'acquisition de connaissances fixées par les programmes scolaires, mais les savoirs et savoir-faire essentiels à la vie quotidienne des élèves de 15 ans pour mener une vie d'adulte autonome. Les tests portent sur la lecture, la culture mathématique et la culture scientifique. Ces enquêtes PISA fournissent donc des sources d'informations pour comparer les systèmes scolaires mais ont aussi permis le développement de recherches secondaires des résultats (e.g. Lie et al., 2003 ; Turmo, 2003 ; Papanastasiou et al., 2003 ; Gorard & Smith, 2004 ; Hvistendahl & Roe, 2004 ; Güzel & Berberoglu, 2005 ; Prenzel & Zimmer, 2006 ; Bautier et al., 2006 ; Mejdning & Roe, 2006 ; Roe & Hvistendahl, 2006 ; Turmo & Lie, 2007 ; Meuret, 2008 ; Boeve-de-Paw & Van Petegem ; 2010), analysant par exemple plus précisément certaines variables ou sous-populations (voir Olsen & Lie, 2007) Pourtant ce programme d'évaluation est sujet de controverses en France (e.g. Rochex, 2006, Grenet 2008). Le travail que nous avons initié vise à mieux caractériser cet instrument d'évaluation pour la culture scientifique dans le cadre de la France.

Les résultats de PISA Science 2006 pour la France montrent des scores relativement moyens sur l'échelle de la culture scientifique, et on observe en particulier une forte proportion (supérieure à la moyenne de l'OCDE) d'élèves en grande difficulté à un niveau 1 ou moins, signifiant que ces élèves sont incapables d'utiliser des connaissances scientifiques pour comprendre et réaliser les tâches les plus faciles de PISA. De plus, ces résultats sont surprenants concernant la répartition des scores sur l'échelle de la culture scientifique entre les trois compétences « identifier une question d'ordre scientifique », « utilisation de faits scientifiques » et « explication scientifique de phénomènes ». Cette dernière compétence montre un score particulièrement faible chez les élèves français.

Les objectifs de notre étude sont d'établir des liens entre les performances des élèves dans PISA, leurs compréhensions des situations proposées (contextes) et les compétences qu'ils mettent effectivement en oeuvre dans l'élaboration de leurs réponses aux questions PISA. Nous visons ainsi à mieux connaître les connaissances et compétences nécessaires pour comprendre, traiter et répondre aux questions de PISA 2006 pour les sciences. Nous proposons à ces fins d'observer des élèves de divers niveaux et de catégoriser l'ensemble de leurs actions afin d'aboutir à un certain nombre de conclusions :

- sur la variété des processus cognitifs mis en jeu par les élèves dans la construction de leurs réponses ;
- sur les connaissances qu'ils possèdent ou leur manquent pour répondre aux questions ;
- sur les compétences effectives qu'ils utilisent pour répondre aux questions.

En accord avec le ministère de l'Education (DEPP, Direction de l'Evaluation, de la Performance et de la Prospective), nous utilisons les résultats PISA 2006 publiés pour la France et pour les autres pays de l'OCDE.

2. Méthodologie de recherche

Notre démarche de recherche s'est déroulée en trois étapes :

Nous avons d'abord établi une analyse a priori de toutes les questions PISA afin de sélectionner les questions à tester avec les élèves. Les critères de pertinence ont été sélectionnés selon 3 axes.

- Les catégories de connaissances (système vivant, système physique, système technologique, démarche scientifique, etc) y compris dans les informations données (quand elles sont utiles) dans l'introduction de l'item et/ou de la question pour répondre à la question du fait de la variété possible des éléments de savoirs indispensables que les élèves doivent mettre en jeu pour répondre (connaissance en science ou à propos des sciences présentes ou non dans le curriculum, connaissance quotidienne, etc.),.

- La forme de l'item : la variété des types d'introduction d'item et/ou de questions (longue, courte, présence ou non d'un graphique, d'une photo, d'un schéma), la compétence que PISA évalue avec la question, le format de la question (ouverte, choix multiples, etc.), la (ou les) catégorie(s) de connaissance à laquelle la question appartient.
- Les résultats obtenus pour chaque question en France, pour l'OCDE pour la population totale et la moyenne (faite sur les pays de l'OCDE), pour les filles, et les garçons.
- Au final, 44 questions dans 15 items différents ont été choisies.

La deuxième étape consiste à recueillir des données (audio et/ou vidéo) auprès d'élèves de seconde ou troisième (21 sur l'ensemble de l'étude, 7 analysés dans ce papier) dans le but d'analyser les processus de réponses des élèves à partir de productions orales et écrites lorsqu'ils répondent aux questions sélectionnées et/ou pendant l'entretien qui suit. L'analyse a priori des questions nous a conduit à chercher à comprendre le rôle des connaissances dans la réponse aux questions. Ceci nous a amené à construire un test sur les connaissances nécessaires pour répondre à certaines des questions retenues où les questions portent sur les connaissances dans une contextualisation dans des situations quotidiennes ou sociales. Ce test est passé dans un premier temps de la session de travail avec les élèves, il a une durée d'une dizaine de minutes, constitué de 10 questions très brèves.

Dans un second temps, les élèves répondent aux questions PISA que nous avons sélectionnées. Nous avons organisé deux dispositifs complémentaires : Une passation par binôme, et une passation individuelle. La consigne pour les binômes d'élèves est qu'ils doivent discuter ensemble pour construire une réponse commune. Les binômes d'élèves sont filmés. L'inconvénient du travail en binôme est que les conditions de passation diffèrent de celles de l'évaluation PISA, cependant les discussions d'élèves rendent explicites certains processus de pensées.

Pour le deuxième dispositif, chaque élève répond individuellement aux questions PISA sélectionnées. Nous procédons ensuite à un entretien d'explicitation avec les élèves qui ont répondu individuellement, et quand nous le pouvons, avec les binômes aussi. Durant cet entretien d'explicitation, nous nous concentrons sur comment les élèves élaborent cette réponse et non pourquoi ils ont donné cette réponse (Pierre Vermersch, <http://www.expliciter.fr/>). La passation individuelle correspond mieux aux conditions du test PISA, cependant on ne peut obtenir d'informations directes sur la compréhension de l'énoncé et sur les processus qui ont conduit à la réponse. L'entretien suit mais l'élève ne peut pas se souvenir exactement ou décrire tous les processus qu'il a mis en jeu pour répondre. Pour toutes les analyses vidéo, nous avons utilisé le logiciel TRANSANA (<http://www.transana.org>).

Enfin, nous avons mis en place une étude pilote permettant d'établir les critères pour analyser les processus de réponse des élèves quand ils répondent aux questions. Cette étude pilote nous a aussi permis de procéder à une vérification de la sélection des questions. Elle a été réalisée avec trois binômes et une élève répondant individuellement.

3. Premiers résultats

3.1 Mise en place des critères pour analyser les actions des élèves lorsqu'ils répondent aux questions PISA

Pour chaque question et réponse d'élève (ou de binôme) associée, nous avons utilisé un ensemble de critères permettant d'analyser les actions des élèves dans l'élaboration de leurs réponses (Figure 1).

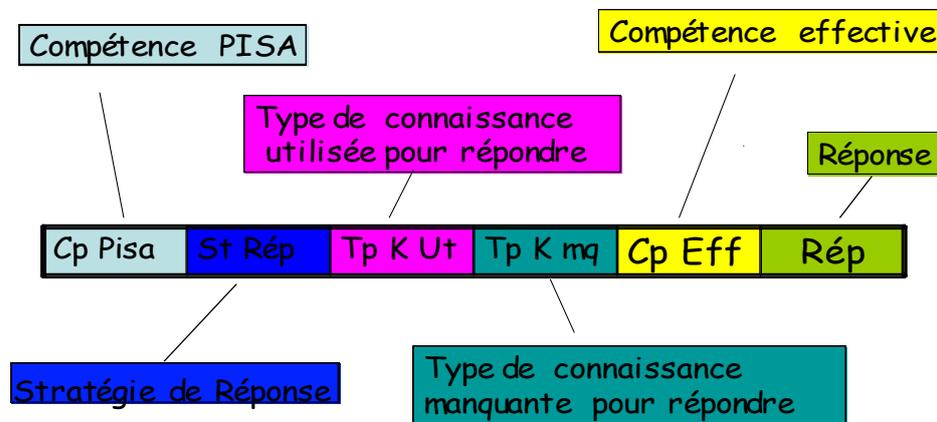


Figure 1 : Analyse des actions des élèves pour la construction de leur réponse pour chaque question.

3.1.1 Premier critère : La compétence que la question teste selon l'évaluation PISA.

Trois compétences majeures sont identifiées dans le cadre de PISA, comportant chacune trois sous-compétences :

Identifier des questions d'ordre scientifique

- Reconnaître les questions auxquelles l'on peut apporter une réponse par une investigation scientifique
- Identifier les mots clés permettant d'effectuer une recherche d'informations scientifiques
- Reconnaître les caractéristiques principales d'une investigation scientifique

Expliquer des phénomènes de manière scientifique

- Appliquer des connaissances en science dans une situation donnée
- Décrire ou expliquer des phénomènes de manière scientifique et prévoir des changements
- Identifier les descriptions, explications ou prévisions appropriées

Utiliser des faits scientifiques

- Interpréter des données scientifiques, tirer et communiquer des conclusions
- Identifier les hypothèses, les éléments de preuve et les raisonnements qui sous-tendent des conclusions
- Réfléchir aux conséquences sociétales des progrès scientifiques et technologiques

3.1.2 Deuxième critère : Les différentes stratégies de réponses des élèves.

Nous avons distingué cinq stratégies de réponses dans l'analyse de cette étude pilote.

- Par élimination.
- Réponse directe
- Avec retour à l'introduction de l'item

- Réponse au hasard
- Réponse en recherchant la formulation de la réponse dans l'introduction de l'item ou de la question.

3.1.3 Troisième critère : Le type de connaissance utilisée pour répondre

Nous avons distingué six types de connaissances que les élèves utilisent dans leurs réponses.

- Connaissance notionnelle scolaire (KSc)
- Connaissance notionnelle quotidienne (KQ)
- Connaissance de la démarche scientifique (KDS)
- Lecture de graphique et interprétation (KGr)
- Connaissance lexicale (KL)
- Connaissance de calcul élémentaire (KCal)

3.1.4 Quatrième critère : type de connaissance éventuellement manquante pour répondre (dans le cas où la réponse est fausse ou incomplète)

Nous avons utilisé les mêmes types de connaissances que ci-dessus dans le type de connaissances pour répondre.

3.1.5 Cinquième critère : la compétence effective utilisée par l'élève pour répondre

Nous avons cherché par ce cinquième critère à déterminer quelle compétence les élèves mettaient effectivement en jeu pour répondre. Cette compétence effective mise en jeu dans cette question correspond-elle à la compétence que PISA déclare évaluer pour cette même question ?

Nous avons utilisé les mêmes trois compétences majeures déterminées dans PISA incluant chacune les trois sous-compétences.

3.1.6 Sixième critère : réponse juste (J) ou fausse (F)

3.2. Comparaison pour une même question des différentes stratégies de réponses

Notre but était de déterminer si les élèves avaient différentes stratégies de réponse pour une même question. Nous pouvons conclure que même sur un petit échantillon des stratégies différentes apparaissent. Nous proposons l'analyse partielle pour l'exemple de la question libérée Grand Canyon (Figure2).

Question 2 : LE GRAND CANYON

La Température dans le Grand Canyon varie de moins de 0°C à plus de 40°C. Bien que la zone soit désertique, les fissures de la roche contiennent parfois de l'eau. De quelle façon ces changements de température et l'eau dans les fissures contribuent-elles à accélérer l'effritement de la roche ?

- A. En gelant, l'eau dissout les roches chaudes*
- B. L'eau cimenter les roches entre elles.*
- C. La glace polit la surface des roches*
- D. L'eau se dilate dans les fissures de la roche*

Consignes de correction

Crédit complet : D. L'eau se dilate dans les fissures de la roche

Figure 2 : Exemple de la question 2 Grand Canyon (question libérée)

Extraits des échanges entre les élèves à propos de cette question :

Binôme Elève1/Elève2

E1: "D, je dirais

E2: En gelant l'eau se dilate dans les fissures de la roche

E1: Bon, c'est bon".

Le temps de l'échange est d'environ 20 secondes. La stratégie de réponse est directe.

Binôme Elève3/Elève4

E3: alors déjà, c'est peut-être pas ça et ça, parce que ça, enfin je trouve bizarre

E4: "la glace polit la surface les roches "

E3: je trouve ça

E4: très con

E3: je ne vois pas en quoi ça, ça contribue à accélérer l'effritement de la roche quoi

E4: "l'eau cimente les roches entre elles "

E3: ça, ça n'accélère pas l'effritement [.....]

E4: Par élimination, je choisirais la D.

Le temps de l'échange est d'environ 6 minutes 30 secondes. Dans ce cas, la stratégie de réponse se fait par élimination. Le tableau 1 donne quelques exemples de questions pour lesquelles les élèves ont utilisé des stratégies de réponses différentes.

	Binôme E1/E2	Binôme E3/E4	Binôme E5/E6	Elève E7
S426Q03	Directe	Elimination	Directe	Formulation introduction
S408Q03	Directe	Directe	Retour introduction	Retour introduction
S408Q05	Directe	Elimination	Directe	Formulation introduction
S476Q01	Directe	Directe	Elimination	Hasard
S527Q01	Directe	Directe	Directe	Retour introduction

Tableau 1: Exemples de questions montrant les différentes stratégies de réponses utilisées par différents élèves

Pour une même question, des élèves différents ont des stratégies de réponse différentes.

Nous avons observé que certaines questions semblent plus propices à la diversité des stratégies de réponses. Ainsi pour certains élèves, le rôle de l'introduction est important alors que d'autres répondent directement ou par élimination.

3.3. Comparaison pour une même question des compétences évaluées par PISA et des compétences effectivement mises en jeu par les élèves dans la construction de leurs réponses

Rappelons qu'étant donné l'importante variation des résultats français d'une compétence à l'autre, un de nos objectifs majeurs est de voir si les compétences référencées par PISA sont effectivement celles mises en œuvre par les élèves dans l'élaboration de leur réponse.

Le tableau ci-dessous montre des exemples de questions PISA sélectionnées et testées dans le cadre de notre étude pilote. Dans la première colonne, est reportée la compétence testée selon PISA pour chaque question, ensuite la compétence effectivement mise en jeu par les élèves lorsqu'ils répondent à cette question (tableau 2)

	Compétence évaluée selon PISA	Compétences effectives mises en jeu par les élèves dans la construction de leur réponse			
		E1/E2	E3/E4	E5/E6	E7
S268Q01	<i>ISI 1</i>	<i>ISI3</i>	<i>ISI3</i>	<i>ISI3</i>	
S304Q01	<u>USE 1</u>	EPS2	EPS2	EPS2	
S304Q02	EPS1		EPS2		
S304Q03a	<u>USE3</u>	EPS1	EPS1	EPS1	EPS1
S304Q03b	<u>USE2</u>		EPS1	EPS1	EPS1
S408Q05	<i>ISQ3</i>	EPS1	EPS1	EPS1	
S428Q03	<u>USE 2</u>	<u>USE1</u>	<u>USE1</u>	<u>USE1</u>	<u>USE1</u>
S476Q02	EPS1	EPS1	EPS1	EPS2	EPS1
S495Q01	<u>USE 2</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>
S495Q02	<u>USE 2</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>	<u>USE 1</u>

Tableau 2 : Pour chaque question sont précisées les compétences que PISA propose de tester PISA et les compétences mises en œuvre par les élèves observés. Trois couleurs ont été utilisées pour distinguer les différentes compétences.

Gras : Expliquer un phénomène de manière scientifique : EPS

Italique: Identifier une question d'ordre scientifique : ISI

Souligné: Utiliser des faits scientifiques : USE

Pour une même question, les compétences effectives mises en jeu lorsque les élèves construisent leurs réponses peuvent différer des compétences que PISA propose d'évaluer. Pour certaines questions, les compétences effectives et les compétences référencées dans PISA, restent dans la même catégorie, mais pas au même niveau. Par exemple pour la question S428Q03, la compétence associée à cette question par PISA est « Identifier les hypothèses, les élèves de preuve et les raisonnements qui sous-tendent des conclusions - USE2 », et selon notre analyse, la compétence effective mise en œuvre par les élèves observés relève d'« interpréter des données scientifiques, tirer et communiquer des conclusions -USE1 ». Cependant les deux compétences restent dans la même catégorie « Utiliser des faits scientifiques ». Dans d'autres cas (par exemple S S304Q01, S408Q05) il y a un changement de catégories, le plus souvent, les compétences effectives sont dans la catégorie de compétences « Expliquer un phénomène de manière scientifique » et plus précisément la compétence « appliquer une connaissance en sciences dans une situation donnée ».

4. Discussion

Ces premiers résultats montrent des différences entre les compétences effectives mises en jeu lorsque les élèves construisent leurs réponses et les compétences que PISA propose d'évaluer. Ainsi la mise en œuvre fréquente des compétences de la catégorie « Expliquer un phénomène de manière scientifique » et plus précisément la compétence « appliquer une connaissance en sciences dans une situation donnée » conduit à nous interroger sur la réelle part d'explication d'un phénomène scientifique lorsque l'élève applique une connaissance en science. Cette sous-compétence pourrait être distinguée de la compétence « expliquer un phénomène de manière scientifique » car elle ne correspond pas nécessairement à la mise en œuvre d'un processus explicatif. Ceci conduirait à une interprétation différente des scores obtenus en France en

particulier sur la raison du faible score la compétence « expliquer un phénomène de manière scientifique ».

Lau (2009) a examiné précisément comment la culture scientifique est évaluée dans le cadre de l'enquête PISA en analysant et comparant pour les années 2000, 2003 et 2006, le cadre théorique de la culture scientifique évaluée et défini dans PISA. Pour l'évaluation PISA science 2006 avec laquelle nous avons aussi réalisé cette étude, Lau (2009) montre, que le cadre théorique de la culture scientifique utilisé, comparé à PISA science 2000 et 2003, est plus cohérent avec le concept de culture scientifique défini dans la littérature internationale en didactique des sciences, notamment sur les points concernant « la nature de la science » et les « relations science, technologie et société ». Cependant, bien que le cadre théorique soit plus valide en 2006, lorsque l'auteur analyse précisément les items et les questions PISA science 2006, il montre un écart significatif entre la culture scientifique définie dans le cadre théorique de PISA et la culture scientifique réellement évaluée dans les questions. Nos conclusions convergent avec celles de Lau (2009), dans le sens où les résultats des deux études remettent en question la signification réelle de la mesure de la culture scientifique par l'instrument d'évaluation PISA.

Cependant le but de ces analyses secondaires n'est pas de sous-estimer l'utilité de l'évaluation PISA, mais au contraire d'interpréter les scores de manière à ce qu'ils soient plus en accord avec ce que les élèves mettent en œuvre, en montrant les limites de PISA, et en attirant l'attention des décideurs sur des corrélations trop simplistes entre le classement PISA par pays selon les scores et leurs systèmes d'éducation. Actuellement nous étendons notre étude de cas à un échantillon plus large, incluant une majorité d'élèves en difficulté d'apprentissage à l'école pour mieux comprendre le fort pourcentage d'élèves sous le niveau 1 dans les résultats PISA science 2006.

5. Références et bibliographie

- Adams R. & Wu M. (Eds). (2002). *PISA 2000 Technical Report*. Paris : OCDE.
- Bautier E., Crinon J., Rayou P., Rochex J-Y. (2007). Performances en littéracie, mode de faire et univers mobilisés par les élèves ; analyses secondaires de l'enquête PISA 2000. *Revue Française de Pédagogie*, 157.
- Boeve-De-Paw, J. & Van Petegem, P. (2010). A cross-national perspective on youth environmental attitudes. *The Environmentalist*, 30(2), 133-144.
- Gorard, S. & Smith, E. (2004). An international comparison of equity in education systems. *Comparative Education*, 40(1), 15-28.
- Grenet J. (2008). PISA une enquête bancale ? *lavedesidées.fr*
- Guzel, C.I. & Berberoglu, G. (2005). An analysis of the programme for international student assessment 2000 (PISA 2000) mathematical literacy data for brazilian, japanese and norwegian students. *Studies in Education Evaluation*, 31(4), 283-314.
- Hvistdendahl, R. & Roe, A. (2004) The literacy achievement of Norwegian minority students. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 48(3), 307-324.
- Lau, K-C. (2009). A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1061-1088.
- Lie S., Linnakyla P. & Roe A., (2003). *Northern Lights on PISA : Unity and diversity in the Nordic countries in PISA 2000*. Oslo : University of Oslo : Department of Teacher Education and School Development.
- Mejdning, J. & Roe, A. [Eds] (2006). *Northern Lights on PISA 2003 : a reflection from the Nordic countries*. Copenhagen : Nordic Council of Ministers.
- Meuret D. (2008). L'équité plutôt que l'efficacité ? *Colloque Egalité, Équité en Éducation*, Rennes.
- OECD (2005) *PISA 2003 : Technical Report*. Paris : OECD Publications.
- Olsen R.V. & Lie S. (2006) Les évaluations internationales et la recherche en éducation : principaux objectifs et perspectives. *Revue Française de Pédagogie*, 157, 11-26.

Papanastasiou E. C. ; Zembylas M. & Vrasidas C. (2003). Can computer use hurt Science Achievement ? The USA results from PISA. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 325-332.

Prenzel M. & Zimmer K. (2007). Etudes complémentaires de PISA 2003 en Allemagne : principaux résultats et enseignements. *Revue Française de Pédagogie*, 157, 55-70.

Rochex J-Y., 2006. Social, Methodological and Theoretical Issues regarding Assessment : Lessons from a secondary Analysis of PISA 2000 Literacy Tests – *Review of Research in Education*, 30, 163-212.

Roe A. & Hvistehdahl R. (2006). *Nordik minority students' Literacy Achievement and home background*. In J. Mejdning & A. Roe (Eds), *Northern Lights on PISA 2003 : A reflection from the Nordic countries*. Copenhagen : Nordic Council of Ministers.

Turmo, A. (2003). Understanding a newsletter article on ozone : a cross-national comparison of the scientific literacy of 15-year-olds in a specific context. *Communication présentée à ESERA IV, Pays Bas*.

Turmo, A., & Lie, S. (2007). Cross-country comparability of students' self-reports, Evidence from the PISA 2003 study. *Nordisk Pedagogik*, 27, 343-356

Vermersch P. <http://www.expliciter.fr/>