

PIERRE JOB, FLORENCE LE HEBEL, MAGGY SCHNEIDER

DEUX APPROCHES CONTRASTEES DE L'ÉVALUATION INTERNATIONALE PISA

Abstract. Two Contrasting Approaches to the International PISA Assessment. This article addresses the theme of assessment through the prism of two different approaches to the international PISA assessment. The first approach focuses on the understanding and solving of PISA science items by students of different academic performance and socio-economic and cultural levels in the context of France. In the second approach, PISA is used to expose how mathematics didactics, essentially equipped by the theory of didactic situations and the anthropological theory of didactics, allows to question the notion of evaluation considered as a process and is situated in the context of French-speaking Belgium. The discussion is structured around three points: the epistemological depth of the assessment process, assessment as a tool for analysis and understanding in order to better deal with the heterogeneity of learners, and the place of teachers within the assessment process.

Keywords. assessment, PISA, students, teachers.

Résumé. Cet article aborde la thématique de l'évaluation par le prisme de deux approches différentes de l'évaluation internationale PISA. La première approche se concentre sur la compréhension et la résolution des items PISA science par des élèves de performance scolaire et de niveau socio-économique et culturels différents dans le contexte de la France. Dans la seconde approche, les évaluations PISA et leur portée sont questionnées au moyen de concepts fondamentaux de la didactique des mathématiques : la théorie des situations didactiques et la théorie anthropologique du didactique permettent ici d'éclairer scientifiquement la notion d'évaluation envisagée comme un processus à partir d'observations faites dans le contexte de la Belgique francophone. La discussion s'articule autour de trois points : l'épaisseur épistémologique du processus d'évaluation, l'évaluation comme un outil d'analyse et de compréhension pour une meilleure prise en charge de l'hétérogénéité des apprenants et la place des enseignants au sein du processus d'évaluation.

Mots-clés. évaluation, PISA, élèves, enseignants.

Dans cet article, nous proposons d'aborder la thématique de l'évaluation par le prisme de deux approches différentes de l'évaluation internationale PISA (Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves). L'évaluation PISA, menée par l'OCDE a pour objectif de « *déterminer dans quelle mesure les élèves qui approchent du terme de leur scolarité obligatoire possèdent les connaissances et savoir-faire indispensables pour participer à la vie de société* » (OCDE, 2005,

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES, numéro thématique 2, p. 113 – 137 © 2024, IREM de STRASBOURG.

p.5). Ainsi, pour l'OCDE, les connaissances sont intéressantes pour les citoyens seulement dans la mesure où ces derniers sont capables de les utiliser pour résoudre les problèmes qu'ils peuvent rencontrer dans des situations de la vie quotidienne et professionnelles. Tous les trois ans depuis 2000, PISA évalue les compétences des élèves de 15 ans (âge moyen des élèves qui approchent de la fin de la scolarité obligatoire dans de nombreux pays) dans trois domaines clés : la compréhension de l'écrit, la culture mathématique et la culture scientifique. A chaque cycle de l'évaluation (tous les 3 ans) PISA évalue un domaine majeur, c'est-à-dire qu'il y a plus d'items évalués dans ce domaine. La culture scientifique était le domaine majeur en 2006 et 2015, et le sera lors de l'évaluation PISA 2025.

La première approche développée dans cet article se concentre sur des analyses secondaires de l'évaluation de la culture scientifique par PISA en 2006 et 2015. L'étude se focalise sur la compréhension et la résolution des items PISA science par des élèves de performance scolaire et de niveau socio-économique et culturels différents dans le contexte de la France. Dans la seconde approche, PISA est utilisée pour exposer la manière dont la didactique des mathématiques, essentiellement outillées par la théorie des situations didactiques (TSD) et la théorie anthropologique du didactique (TAD), permet de questionner la notion d'évaluation envisagée comme un processus (De Landsheere, 1979). Ce regard est quant à lui inspiré par l'expérience de la Belgique francophone.

Cette double approche est structurée par trois questions.

- Question 1. Quelle épaisseur épistémologique pour le processus d'évaluation ?

Dans la première approche, le cadre théorique de l'évaluation de la culture scientifique par PISA (OCDE, 2016a) sera développé dans le but d'identifier l'importance épistémologique du savoir mis en jeu dans la culture scientifique et évalué. Dans la seconde approche, l'analyse des interactions entre les notions de compétence et de savoir est mise à contribution pour étudier cette question.

- Question 2. Dans quelle mesure l'évaluation peut-elle être un outil d'analyse et de compréhension pour une meilleure prise en charge de l'hétérogénéité des apprenants ?

Dans la première approche, cette deuxième question est essentielle dans le sens où, en France, la relation entre performance et milieu-socio-économique des élèves est l'une des plus fortes parmi les pays et économies participant à l'enquête (OCDE, 2007, 2016b). Dans la seconde approche, la notion de modélisation est abordée comme guide susceptible d'aider à mieux granulariser la prise en charge de l'hétérogénéité lors d'évaluations.

- Question 3. Quelle place pour les enseignants au sein du processus d'évaluation ?

Dans la première approche, cette troisième question donne l'opportunité d'argumenter la place de l'enseignant au cœur du processus d'évaluation dans une perspective d'un enseignant concepteur de ses ressources, pouvant le conduire à une meilleure compréhension et prise en charge des difficultés des élèves. Dans la seconde approche, la troisième question prend une coloration et un intérêt particulier dans un paysage où l'évaluation ne concerne pas uniquement les élèves et les apprenants mais l'ensemble de la société. L'évaluation est employée comme un outil permettant de concrétiser l'idée de « gestion basée sur la rationalité scientifique » qui tend à évacuer les individus du processus d'évaluation au profit du processus lui-même (Chevallard, 1991). Il apparaît dès lors intéressant de questionner les déterminants de la mise en arrière-plan de la figure de l'évaluateur.

1. Quelle épaisseur épistémologique pour le processus d'évaluation ?

1.1 Cadre théorique de la culture scientifique par PISA

Depuis 2000, par le biais d'une étude longitudinale internationale, l'OCDE se propose d'évaluer la culture scientifique des élèves de 15 ans au terme de la scolarité obligatoire en testant leur aptitude à mettre en œuvre les connaissances acquises à l'école aux situations de la vie réelle, quotidienne et citoyenne (OCDE, 2007 ; OCDE, 2016a). Ainsi le programme PISA propose aux élèves de répondre à des questions (items) contextualisées dans différents contextes « de vie » liés aux domaines de la santé et des maladies, des ressources naturelles, de la qualité de l'environnement, des risques, et des frontières entre science et technologie (OCDE, 2016a). Chacun de ces domaines peut être appréhendé à différents niveaux (personnel, local/national, mondial) dans les items (OCDE, 2016a). Par exemple, pour le domaine de la santé et la maladie, un item situé dans un contexte personnel portera sur la préservation de la santé, la prévention de l'accident et la nutrition dans le cas d'une personne proche ; un item situé dans un contexte local/national concernera la prévention et la transmission des maladies, la santé publique et les choix alimentaires ; un item situé dans un contexte mondial se focalisera sur les épidémies et la propagation des maladies infectieuses.

Selon le cadre théorique de l'évaluation de la culture scientifique par PISA (OCDE, 2016) trois types de connaissances sont testées (OCDE, 2016a) :

- les connaissances du contenu (relatives aux faits, concepts, idées et théories à propos du monde naturel, établies par la science) ;

- les connaissances procédurales (relatives aux concepts et aux procédures essentiels à la démarche scientifique qui sous-tend la collecte, l'analyse et l'interprétation de données scientifiques) ;
- les connaissances épistémiques (relatives à la compréhension de la raison d'être de ces procédures et de la justification de leur utilisation).

Ces connaissances vont de pair avec un ensemble spécifique de compétences (OCDE, 2016a) :

- être capable d'expliquer des phénomènes de manière scientifique ;
- être capable d'évaluer et de concevoir des enquêtes scientifiques ;
- être capable d'interpréter des données et des faits.

Ainsi les connaissances et compétences testées par PISA comportent une dimension épistémologique. Cette dimension est liée au fonctionnement de la science pour elle-même, par exemple les liens entre les questions posées, le cadre choisi, la méthodologie, et les résultats expérimentaux. Comme nous l'exemplifierons ci-dessous.

Dans le cadre de nos travaux portant sur les analyses secondaires de l'évaluation de la culture scientifique par PISA, nous nous concentrons sur la compréhension et la résolution des items PISA science par des élèves de performance scolaire et de niveau socio-économique et culturel différents (Le Hebel et al, 2014, 2016 ; Le Hebel, 2021, Duclos, 2022). Notre étude de la compréhension et de la résolution d'une tâche de science par les élèves dans nos travaux empiriques repose sur une double approche :

- une étude de cas individuels à partir d'observations d'élèves lors de l'élaboration de leur réponse à une tâche de science pour laquelle nous avons choisi comme exemple les items provenant de l'évaluation de culture scientifique par PISA ;
- une étude sur des populations d'élèves, à partir d'une approche statistique de leurs réponses aux items des évaluations PISA science 2006 et 2015.

Pour cela, nous avons procédé à une analyse *a priori* des items PISA science (2006 et 2015). Nous avons observé que certains items obligent à une analyse et une compréhension de la situation présentée, et aussi à une réflexion d'ordre épistémologique sur le fonctionnement des pratiques scientifiques. Par exemple un item peut présenter une situation expérimentale conçue par un chercheur et comporter des questions du type « à quelle question répond ce qu'a fait le chercheur » ou « comment ce résultat peut-il être validé ? ».

Ainsi, le cadre théorique de l'évaluation de la culture scientifique par PISA (OCDE, 2016) donne de l'épaisseur épistémologique au savoir mis en jeu dans la culture scientifique.

1.2 Penser la question de l'épaisseur épistémologique au travers des interactions entre compétences et savoirs

Au-delà des apparences d'uniformité consensuelle, la notion de « compétence » est susceptible d'interprétations contrastées (Coulet, 2011). La Belgique francophone n'échappe pas à cette multiplicité. La notion est définie par le décret du 24/07/1997 comme une « aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches » et les compétences transversales constituent des « attitudes, démarches mentales et démarches méthodologiques communes aux différentes disciplines à acquérir et à mettre en œuvre au cours de l'élaboration des différents savoirs et savoir-faire ». Cependant, Crahay (2006) pointe la manière dont différents groupes de réflexion ont peu à peu apporté des colorations qui finissent par induire des glissements de sens (conscients ou non) de cette notion desquels émerge pourtant une forme de consensus mettant en avant le caractère « inédit » et « complexe » des tâches à accomplir, conduisant à une logique des compétences qui « véhicule une idolâtrie de la flexibilité » (p. 99).

Toujours en Belgique francophone, la notion de savoir n'est pas définie par décret mais implicitement par effet d'opposition entre savoir et savoir-faire, opposition qui a servi de cadre pédagogique pour orienter les politiques éducatives dans les années 80. Un savoir est de nature « déclarative » alors qu'un savoir-faire est lui « procédural » : un « savoir s'énonce et peut être mémorisé, tandis qu'un savoir-faire s'exécute et peut souvent être automatisé par entraînement »¹. Cette manière d'appréhender la notion de savoir contraste avec la distinction, à présent classique en didactique des mathématiques, entre savoir et connaissance : un savoir est « une construction sociale et culturelle, qui vit dans une institution » (Margolinas, 2014, p.10) et une connaissance est « ce que le sujet met en jeu quand il investit une situation » (Margolinas, 2014, p.10). De fait, le Service général du Pilotage du Système éducatif SGPSE ne semble pas distinguer de manière aussi forte entre « savoir » et « connaissance ». Même si le terme « savoir » est évoqué en référence à des dimensions sociale et culturelle dans certains passages, il semble que le terme de « connaissance » soit cependant employé de manière interchangeable avec celui de savoir à d'autres endroits².

¹ Voir <http://www.salle-des-profs.be/?glossary=savoirs-et-savoir-faire>.

² Voir <http://enseignement.be/download.php?do.id=1653>.

Le flou qui entoure les notions de compétence, savoir, savoir-faire, connaissance marque l'écart qui peut exister entre une approche scientifique et l'implémentation d'orientations politiques réalisées par le SGPSE et ses différentes ramifications. Dans ce qui suit, hormis dans les citations attribuées au (SGPSE), nous comprendrons le terme « savoir » au sens de la didactique des mathématiques.

Dans le cadre de la Belgique francophone, les évaluations PISA en mathématiques revêtent un intérêt particulier car, ces évaluations « [...] porte[nt] davantage sur la maîtrise des compétences que sur l'acquisition de savoirs et de contenus scolaires » (SGPSE, 2008) et sont présentées comme une invitation à « Préparer les élèves à la résolution de problèmes » (SGPSE, 2008) et à « [...] confronte[r] principalement les élèves à des problèmes ancrés dans le monde réel » (SGPSE, 2008). En outre, ce sont des problèmes que les élèves « [...] seront susceptibles de gérer, collectivement ou individuellement, en tant que citoyens ou professionnels adultes » (Van Dieren, 2005).

Une telle annonce semble en adéquation avec les orientations politiques en matière d'éducation. En effet, la « Résolution de problèmes » fait partie des compétences transversales fondamentales à développer et à évaluer au secondaire. Les mathématiques sont perçues par le pouvoir politique comme un élément de citoyenneté qui se cristallise dans l'expression « mathématiques citoyennes ». La citoyenneté des mathématiques est notamment localisée dans leur capacité supposée à adresser des problèmes « concrets », les défis de demain et à outiller le raisonnement de tout un chacun d'une manière propice au débat démocratique³.

Malgré l'adéquation pointée par le politique entre ses visées et celles de PISA, celles-ci interpellent sur plusieurs aspects. Un premier aspect est lié à la nature des savoirs mathématiques. Ces savoirs répondent autant à des besoins internes à la discipline qu'à des besoins externes. Les travaux de Lakatos (1976) pointent notamment le caractère *proof-generated* d'une partie des définitions liées aux savoirs mathématiques, c'est-à-dire des définitions conçues de manière itérative pour assurer des preuves de théorèmes. Patras (2002) montre également que certains savoirs ont pour objet de permettre une (re)structuration déductive de certaines parties des mathématiques à des fins d'économie architecturale ou pour autoriser des articulations plus ou moins fortes avec d'autres parties de la discipline. Un exemple patent de cette dernière fonction est donné par le travail de refonte et d'unification engagé par le groupe Bourbaki au début du 20^e siècle.

³Voir <https://labmath.fesec.be/mathematiques-et-citoyennete/> et <https://wp.gem-math.be/2019/06/13/4-groupe-mathematiques-citoyennes/> pour deux exemples d'entités travaillant au développement des « mathématiques citoyennes ».

Notre intention n'est pas d'épuiser toutes les fonctions épistémologiques que remplissent les savoirs mathématiques, mais seulement de relever à quel point le réductionnisme « applicatif » au « monde réel » dans lequel s'inscrit PISA et les pouvoirs publics est susceptible d'amputer les mathématiques d'une partie essentielle de son activité. Dans un tel contexte de restriction épistémologique, on peut se demander sur quoi portent les évaluations PISA qui serait pertinent du point de vue mathématique ?

Même à se restreindre aux mathématiques évaluées à l'aune de la seule compétence transversale « résolution de problèmes » appliquée à des « problèmes du monde réel », certaines interrogations font surface. En nous servant de l'item des pommiers et des conifères⁴ tiré de PISA (2000), nous allons montrer que la notion de « problème » et l'idée d'« ancrage au monde réel » sont loin d'être transparentes et encore moins lorsque ces problèmes sont envisagés par le biais de la compétence transversale « résolution de problèmes ».

Dans cet item, il s'agit, pour partie, de déterminer le nombre de conifères entourant un carré formé de pommiers. La réponse attendue est $8n$ où n désigne le nombre de pommiers dans un coté du carré. Schneider et al. (2016) envisagent deux résolutions différentes de cet item. Une première qu'on pourrait qualifier d'« astucieuse » est reprise dans l'annexe 2. La seconde consiste à identifier que le nombre de conifères en question relève d'une suite arithmétique, ce qui conduit immédiatement au nombre $8n$ recherché. Ceci suppose un enseignement préalable de modèles fonctionnels. Krysinska et al. (2009) montrent la possibilité et la viabilité d'un tel enseignement, dès les débuts du secondaire avec des élèves de 12 ans. Les élèves disposent alors de critères de reconnaissance leur permettant d'identifier si une situation relève ou non d'un des modèles préalablement étudiés.

Le contraste entre ces deux résolutions montre que la notion de problème est relative aux institutions auxquelles est assujetti un élève. Selon l'enseignement reçu, la résolution d'un item PISA, ou plus généralement d'un « problème », peut être considérée comme une mise à l'épreuve du talent personnel de l'élève ou comme un élément attestant de sa capacité à identifier, parmi les savoirs auxquels il est acculturé, celui ou ceux qui lui permettent de répondre de manière efficace à la question posée. On peut dès lors se demander quel sens donner à la compétence transversale « résolution de problème » et à la notion de « problème », quand bien même ces « problèmes » relèveraient du « monde réel », et comment la mettre en œuvre et l'évaluer ?

Ces interrogations, les enseignants du secondaire y sont confrontés dans leur pratique car, en Belgique francophone, ils ont l'obligation de mettre en œuvre

⁴ L'énoncé de cet item est repris dans l'annexe 1.

l'évaluation de la compétence transversale « résolution de problèmes ». En outre, à certains niveaux du système éducatif, la promotion de la réussite est une compétence professionnelle soumise à décret. Répondre à ces questions ne va pas de soi et peut mettre les enseignants en porte-à-faux. Schneider (2006 a et b) relate ainsi le déroulement d'une formation destinée à des enseignants du début du secondaire. Les enseignants se plaignent des faibles performances de leurs élèves concernant des problèmes portant sur des nombres figurés, comme ceux fréquemment rencontrés dans PISA, dont l'item des pommiers et des conifères fait partie. Malgré le travail sur des exemples, le transfert attendu de la compétence ne se produit pas. La formatrice les initie à la modélisation fonctionnelle évoquée plus haut. Les enseignants sont contents de disposer de cet outil qui facilite leur propre appréhension de ce type de problème. Ils souhaitent cependant ne pas enseigner ces modèles à leurs élèves car, cela les empêcherait d'évaluer les capacités « véritables » de « résolution de problèmes » de leurs élèves. Ils font dès le choix, pour se conformer au prescrit légal, de privilégier l'évaluation de cette compétence, ou du moins la manière dont ils la perçoivent, au détriment de savoirs instrumentaux, ce qui les plonge dans un cercle vicieux. La compétence envisagée à l'aune des qualificatifs « inédit », « complexe », « concret » (Cazzaro & al., 2001) conduit à des évaluations peu probantes.

Les enseignants procèdent alors à des aménagements dans deux directions pour maintenir la relation didactique (Brousseau, 1998) avec les élèves. Le premier aménagement consiste à minorer la place prise par la compétence dans l'évaluation. Il s'agit par exemple, de consacrer les $\frac{3}{4}$ d'une évaluation à de la « restitution/application » et $\frac{1}{4}$ à de la « résolution de problèmes ». L'élève peut ainsi échouer à développer la compétence visée mais tout de même « réussir » globalement. Un deuxième aménagement consiste à morceler un problème posé dans une évaluation en autant d'étapes que nécessaire pour en permettre la « dévolution » et ce, quitte à rendre la résolution de ces étapes plus ou moins triviales, au point de les rendre insignifiantes et conduire à une perte de perception de la globalité du problème et de son éventuel intérêt.

Ces aménagements peuvent être interprétés, en dehors de toute posture morale, à la lumière de la notion de contrat didactique de la théorie des situations didactiques (TSD) de Brousseau (1998). Faute d'outillage mathématique, didactique, épistémologique appropriés, ces aménagements constituent des adaptations, localisés à un niveau sur lequel l'enseignant à prise, adoptés pour rencontrer l'obligation de porter les élèves à la réussite s'agissant de la compétence transversale de « résolution de problèmes » et tenter de s'accommoder au mieux de ce qui ressemble fort à une injonction paradoxale (Job, 2011). Injonction paradoxale car plus d'un chercheur critique l'existence même des compétences transversales et l'idée sous-jacente de transfert (Crahay, 2006 ; Johsua, 2002 ;

Noirfalise, 1991), dont celle de « résolution de problèmes ». Le constat posé par Brousseau (1979), il y a plusieurs décennies, d'un processus d'évaluation qui écrase les objectifs d'enseignement et d'apprentissage est toujours d'actualité.

Injonction paradoxale également car, comme indiqué en début de section, PISA fait le choix de privilégier l'évaluation des compétences, au détriment des savoirs. Bien que les savoirs auxquels font référence PISA et le SGPSE ne coïncident pas avec la notion de savoir au sens de la didactique, force est de constater que les enseignants dont il est questions ci-dessus se trouvent dans la position délicate de devoir choisir entre l'évaluation de la compétence et l'enseignement de savoirs, au sens de la didactique. Ce choix est particulièrement interpellant si l'on se réfère à la genèse de la didactique initiée par Brousseau (1998) et la notion de situation fondamentale. Cette notion constitue une modélisation des savoirs mathématiques qui met justement en avant leur instrumentalité pour résoudre des problèmes. Les mettre en arrière-plan dans l'évaluation apparaît dès lors pour le moins incongru.

Cette modélisation a en outre permis de montrer la pertinence de la notion d'obstacle épistémologique pour la compréhension des phénomènes d'enseignement liés aux mathématiques. Job et Schneider (2015) montrent en particulier que distinguer entre des problèmes relevant du « monde réel » et problèmes ne relevant pas de cette classe contribue à renforcer l'obstacle épistémologique générique empiriste en empêchant les apprenants d'être confrontés à l'idée prégnante que les concepts mathématiques ne seraient en définitive que la traduction pour ainsi dire bijective de faits objectifs perceptibles à l'aide de nos seuls sens.

Forts de ces analyses, il nous apparaît que la notion de transversalité et la question du transfert sous-jacente gagnerait à être considérée dans le cadre d'un entraînement à brasser des classes de problèmes toujours plus vastes et à développer les moyens pour les élèves d'identifier à quelle classe appartient une instance donnée et la ou les techniques associées permettant de la résoudre de manière efficace (Schneider, 2006a). La modélisation fonctionnelle évoquée ci-dessus est ainsi susceptible de fournir un cadre pour la résolution de problèmes couvrant l'enseignement secondaire et au-delà (Job & al., 2022).

2. L'évaluation peut-elle être un outil d'analyse et de compréhension pour une meilleure prise en charge de l'hétérogénéité des apprenants ?

2.1 Inhomogénéité des populations d'élèves selon leur niveau de performance et leur milieu socio-économico-culturel face aux difficultés rencontrées lors de la résolution des items PISA science

Les derniers résultats de l'évaluation de la culture scientifique en France de 2022 se situent dans la moyenne des 35 pays de l'OCDE et montrent une grande stabilité

par rapport aux résultats de 2015 et 2006 (OCDE, 2016b, OCDE 2023). En France, la relation entre performance et milieu socio-économique et culturel des élèves est l'une des plus fortes parmi les pays et économies participant à l'enquête (OCDE, 2007b, 2016b). Face à ces résultats, nous avons développé des travaux empiriques portant sur des analyses secondaires de PISA 2015 (année pour laquelle la culture scientifique est le domaine majeur évalué) dans le but d'appréhender la compréhension et la résolution d'une tâche de science par les élèves, selon leur niveau de performance et/ou leur niveau socio-économico-culturel. Le résultat global majeur de nos analyses secondaires montre l'inhomogénéité des différentes populations. Aussi bien les populations d'élèves de haut ou bas niveau de performance que les élèves de milieu socio-économique favorisé ou défavorisé ont des difficultés portant sur des caractéristiques différentes des tâches de science (Le Hebel, 2021 ; Duclos, 2022). Par exemple, pour les élèves de haut niveau de performance, les caractéristiques discriminantes selon le milieu socio-économico-culturel des élèves se concentrent sur le contenu et la complexité du raisonnement, c'est-à-dire sur la compréhension du savoir et peu sur les caractéristiques intrinsèques de l'item (format de l'item, longueur du texte, type d'illustration, contexte). Les élèves de milieu défavorisé et de haut niveau de performance ont un niveau suffisant de production et compréhension de l'écrit pour connaître et comprendre les sciences. Néanmoins, ils restent défavorisés par rapport aux élèves de milieu socio-économique élevé dans plusieurs composantes de la compréhension du savoir. Ceci peut amener des élèves de performance élevée à 15 ans et de statut socio-économique et culturel bas, à des difficultés dans l'acquisition d'un niveau scientifique élevé. Pour les élèves de bas niveau de performance les caractéristiques discriminantes selon le milieu socio-économico-culturel se concentrent sur des caractéristiques intrinsèques à l'item (Duclos et al., 2021 ; Duclos 2022). Au regard de ces résultats, cela nous conduit à mener une réflexion sur les rôles compensatoires que l'école peut jouer pour aider l'ensemble des élèves. Ainsi, dans la mise en œuvre de la différenciation pédagogique en classe de sciences, la prise en considération des similarités et des différences de difficultés des différentes populations d'élèves pourrait bénéficier à la fois aux élèves peu performants, quel que soit leur statut socio-économico-culturel, et aux élèves performants de statut socio-économique et culturel défavorisé, qui peuvent être empêchés d'accéder aux niveaux scientifiques les plus élevés. Le rôle compensatoire de l'école à jouer afin d'aider l'ensemble des élèves est d'autant plus crucial que les résultats de certaines études (e.g. Wilson & Urick, 2021) soutiennent la perspective de la reproduction culturelle en démontrant, par exemple, à partir des données PISA 2012, que les élèves américains qui ont un meilleur accès aux ressources éducatives proposées en dehors de l'école et aux réseaux sociaux correspondant aux pratiques et processus de l'école, ont tendance à

signaler plus d'occasions de résolution de problèmes et d'un enseignement axé sur l'élève pendant les cours de mathématiques.

Nos observations et nos analyses dans le cadre des études de cas pour la résolution des items PISA (Le Hebel et al., 2014, 2016) ont montré une multitude d'exemples d'élèves ne comprenant pas la situation présentée dans un document, le but de la question, l'objectif d'une expérimentation, ce que peut apporter un graphique par rapport à la question posée, etc. Nous pensons que cela peut être interrogé à l'oral (comme à l'écrit), de manière importante, et non pas juste sur des mises en relations locales (ce qui est souvent le cas dans ce qui est demandé aux élèves en difficulté et qui peut leur donner l'impression d'avoir compris), mais sur celles qui sont nécessaires à la compréhension globale de la tâche. Des travaux menés à l'échelle internationale, comme par exemple l'enquête *Global Teaching InSights* (OCDE, 2020), dans le domaine des mathématiques, montrent qu'en moyenne, les enseignants sollicitent peu les élèves à développer un raisonnement complexe et/ou créatif :

Les élèves avaient fréquemment l'occasion de développer leur aisance en mathématiques par une pratique répétitive. Cependant, malgré quelques exceptions, le matériel didactique et les interactions en classe n'exigeaient pas des élèves qu'ils s'engagent fréquemment dans des activités cognitivement exigeantes (OCDE, 2020, p.15).

Pourtant lorsque les élèves sont engagés cognitivement, ils ont tendance à être plus intéressés (Fauth et al., 2014) et leurs résultats d'apprentissage s'améliorent (Baumert et al., 2010 ; Lipowsky et al., 2009). L'importance de la compréhension d'une situation du point de vue du savoir en jeu est une des conditions initiales de la compréhension conceptuelle. D'une certaine manière, il faut qu'il y ait une demande de l'enseignant, en posant des questions aux élèves sur les relations à construire et non tout de suite sur le résultat à obtenir ou sur la stratégie à mettre en œuvre. Cela va dans le sens de plusieurs résultats de recherche à propos des pratiques enseignantes soulignant l'importance du rôle de l'enseignant pour accompagner les élèves dans le développement d'une compréhension approfondie du savoir requérant des raisonnements complexes et/ou créatifs (Kang et al., 2016 ; Waldrip & Pain, 2017 ; Soysal & Yilmaz-Tuzun, 2019). Ces recherches montrent que l'enseignant doit mettre en œuvre une série d'actions coordonnées adaptées au but recherché. De plus, pour un même but, ces actions peuvent prendre une forme très différente selon le contexte et le type d'élèves. L'importance du développement de la complexité d'une résolution de tâche qui demande plusieurs étapes et relations, devrait, par exemple, d'après nos études (Le Hebel, 2021 ; Duclos, 2022) aussi être mise en avant. Notre idée n'est pas d'augmenter la complexité de la tâche, mais de faire prendre conscience aux élèves la nécessité de mettre en œuvre des relations et des raisonnements relativement complexes et

créatifs pour résoudre la tâche. Ceci conduit à développer une aide, non pas à donner une bonne réponse en aplanissant les difficultés, mais à expliciter les difficultés conceptuelles et aider les élèves à les dépasser. Dans une étude portant sur les prévisions des enseignants à propos des performances et des difficultés des élèves lorsqu'ils résolvent les items PISA science (Le Hebel et al., 2019), nous avons constaté que les enseignants, même s'ils montrent une très bonne anticipation du niveau de difficulté de la tâche pour les élèves, sont très peu conscients des stratégies de réponses des élèves en difficulté. Ils sont peu conscients que ces élèves, en lien avec leur niveau de lecture superficiel du texte, ont des difficultés à construire une compréhension globale de la situation et de la question de l'item. Selon nous, il est nécessaire de développer des opportunités en classe pour encourager l'élève à la mise en relations de plusieurs éléments et les effets/conséquences de ces mises en relation. Par exemple, les critères d'évaluation doivent remplir deux conditions apparemment opposées qui nécessitent un travail important de conception de tâches utilisées pour une évaluation : ils doivent à la fois porter sur des éléments très précis de savoir ou de processus et porter sur la compréhension d'ensemble de la situation. L'ensemble de ces résultats a des enjeux pour la formation des enseignants en sciences.

2.2 Une granularisation possible des évaluations basées sur la notion de modélisation pour mieux prendre en charge l'hétérogénéité des niveaux des apprenants

Au sein d'un groupe d'apprenants, la notion d'hétérogénéité peut renvoyer à une multitude de distinctions basées notamment sur « l'âge, le genre, le QI, le niveau scolaire global, les acquis dans une matière, l'origine sociale, l'origine ethnique » (Galand, 2009, p. 5).

Dans cette section nous nous polariserons essentiellement sur l'hétérogénéité des niveaux d'acquis scolaires mesurés par des évaluations standardisées telle PISA. À l'instar d'autres pays, cette hétérogénéité est importante si l'on suit de Bouttemont (2004) pour qui « le système éducatif belge se caractérise par de fortes disparités de niveau entre les élèves mais aussi entre les établissements scolaires » (p. 101).

Ce choix est appuyé par les conclusions tirées par Galand (2009, p. 9) pour qui :

l'hétérogénéité ou le niveau moyen des élèves ne seraient pas en eux-mêmes des déterminants fondamentaux des apprentissages. Ce serait plutôt la mesure dans laquelle les variations d'hétérogénéité ou de niveau moyen s'accompagnent de changements dans les pratiques d'enseignement et la nature de ces changements, qui s'avèreraient déterminants.

En effet, nous pensons que la façon dont nous avons proposé de considérer les notions de transversalité et de transfert nous permet d'envisager une piste de modification des pratiques d'enseignement et d'évaluation de nature à favoriser les

apprentissages des élèves et ainsi poursuivre le questionnement entamé à la section précédente sur les évaluations standardisées comme PISA. Il s'agit bien d'une piste et nous n'avons évidemment pas la prétention d'apporter une réponse définitive à cette question.

Envisager la résolution de problèmes sous l'angle d'un brassage de classes de problèmes permet de sortir d'une forme de dichotomie entre les élèves qui savent résoudre des problèmes, par leur talent personnel, des élèves les plus en difficultés. En effet, pour ces derniers, nous les avons souvent entendu dire, que ce soit en position d'enseignant ou de formateur dans des visites de stages de professeurs en formation initiale : « je ne sais rien faire » ou « je ne sais pas par où commencer ». Ils signifient par-là, non pas que la résolution du problème est difficile, au-delà d'un certain point d'une tentative de résolution, mais qu'ils se sentent d'emblée dans l'incapacité de produire quoique ce soit allant dans le sens d'une résolution. Ils ne disposent pas d'un milieu au sens de la TSD (Brousseau, 1998) sur lequel prendre appui.

Cette absence de milieu nous apparaît notamment comme une conséquence de la notion de transversalité, lorsqu'elle est envisagée de manière trop évanescence, comme cela semble être le cas dans PISA. Au contraire, la manière de la considérer ici nous permet de parler de « mise sous contrat du transfert » (Schneider, 2006b) en ce sens que nous ne faisons pas l'hypothèse qu'un élève pourrait, de lui-même, résoudre un problème appartenant à une certaine classe, puis transférer son expérience à un autre problème appartenant à une autre classe ou même que la résolution de plusieurs instances d'une même classe lui permettrait *ipso facto* de résoudre toutes les instances de cette classe. En effet, une telle hypothèse nous semble devoir être rejetée car, identifier des parentés entre problèmes amenant à les considérer comme appartenant à une même classe d'une manière qui fournisse une technique de résolution ou au minimum une idée de technique de résolution, suppose un acte de modélisation c'est-à-dire la création d'un modèle exprimant les traits communs aux différentes instances d'une façon qui mette en évidence la possibilité d'employer une même technique de résolution. Il ne nous semble pas raisonnable de mettre à charge des seuls élèves une telle activité de modélisation, sans acculturation préalable à pareil type de tâche. Cela reviendrait à laisser perdurer la dichotomie entre « ceux qui sont capables de » et les autres et ne permettrait pas de sortir de l'impasse initiale du manque de milieu.

Nous envisageons donc la tâche de modélisation qui consiste à créer des classes de problèmes, sur bases des techniques permettant d'en résoudre les instances, comme faisant partie du topos commun aux élèves et à l'enseignant et donc d'une action conjointe (Sensevy & Mercier, 2007). De ce point de vue, « résoudre des problèmes » ne se réduit pas à résoudre des problèmes plus ou moins épars et ce individuellement. « Résoudre des problèmes » est envisagé à un niveau plus

collectif et comme une activité globale de modélisation, précisément par la constitution de classes de problèmes ordonnées par les techniques. Ce point de vue praxéologique sur la « résolution de problèmes » nous semble ainsi contribuer à la question de l'hétérogénéité en soulageant les élèves de la responsabilité de devoir affronter seuls des instances de problèmes en dehors de tout cadrage et ainsi aussi soulager les enseignants de devoir par la suite absorber comme ils le peuvent les conséquences d'une approche par compétences transversales imposée de manière idéologique.

Soulager les élèves ne veut pas dire que rien de significatif ne reste à leur charge. Les élèves ont à leur charge de pouvoir expliquer comment les différentes classes et les techniques associées ont été constituées, ainsi que les justifications de pourquoi ces techniques fournissent effectivement les solutions des instances de la classe. C'est également la responsabilité des élèves de gagner, à terme, suffisamment en autonomie et de développer leur capacité, lorsque plusieurs classes ont été introduites, de pouvoir identifier de quelle classe relève un problème particulier. Dans cette perspective, ce ne sont pas les « compétences transversales » qui priment mais bien les savoirs envisagés à l'aune de la TSD comme outils permettant de réaliser une économie de pensée chère à Bourbaki, ce qui est bien un objectif majeur des mathématiques. Comme indiqué plus haut, la question du traitement de l'hétérogénéité peut s'envisager à bien des niveaux, par exemple par le biais d'approches sociologiques (Cherkaoui, 1979 ; Ortiz & Dehon, 2008), mais également en redonnant une certaine épaisseur épistémologique à la notion de problème, de savoir et au lien entre les deux.

Dans cette approche, il n'y a pas de séparation entre « résolution de problème » et « questions de restitution », entre « savoir » et « savoir-faire » (au sens du décret définissant la notion de compétence), comme l'ont pratiqué les enseignants dans l'épisode évoqué plus haut, car les « questions de restitution » font, pour ainsi dire, partie de la « résolution de problèmes ». Nous plaidons ainsi pour un fonctionnement plus organique dans les classes où l'histoire du développement des modèles mathématiques fait partie intégrante de l'activité mathématique et de son évaluation.

3. Quelle place pour les enseignants au sein du processus d'évaluation ?

3.1 L'importance de mettre l'enseignant au cœur du processus d'évaluation pour lui donner sa pleine dimension d'activité humaine

Nous nous situons dans la perspective qu'une ressource pédagogique, est un outil utilisé par l'enseignant en tant que concepteur :

Tout enseignement implique un processus de conception dans lequel les enseignants utilisent le matériel pédagogique de manière unique pour créer un épisode pédagogique. (Brown, 2009, p.18)

L'analyse de l'usage des ressources par les enseignants dans leur pratique de classe peuvent être menés avec deux perspectives : les artefacts (objets concrets) et les schèmes d'utilisation (la manière dont les enseignants utilisent ces artefacts) (Goigoux, 2007) :

Ces schèmes d'utilisation résultent d'une construction personnelle et de l'appropriation de schèmes professionnels préexistants. Ils ont une dimension privée puisqu'ils sont propres à chaque individu et s'inscrivent dans la mémoire personnelle des sujets en tant que ressources mobilisables. (Goigoux, 2007, p. 60)

La prise en compte de l'articulation des caractéristiques des questions et des difficultés des élèves par l'enseignant dans la conception et l'usage de ses ressources enrichit sa pratique. Ceci peut lui permettre par exemple de mieux interpréter des réponses fausses ou des difficultés d'élèves en classe, dans un contexte d'évaluation formative ou sommative. Ces difficultés peuvent être dues à la forme de la question, à la situation proposée dans la tâche. Par exemple dans nos analyses secondaires des items PISA évaluant la culture scientifique, la référence à la vie quotidienne dans la question ou la situation proposées dans les items ou la nécessité pour l'élève de se projeter comme personne ayant une autorité scientifique pour construire la réponse attendue sont des caractéristiques posant des difficultés selon le niveau de performance et le milieu socio-économico-culturel de l'élève.

3.2 Évaluation, rationalisation scientifique et phénomènes de transposition

En Belgique francophone, l'utilisation par le pouvoir politique des évaluations PISA comme indicateur (parmi d'autres⁵) permettant de piloter le système éducatif n'est pas neutre. Une telle utilisation s'inscrit dans un mouvement de fond qu'une équipe de sociologues belges analyse comme suit (Dupriez, 2004). La question de l'évaluation est plus que jamais envisagée comme « ressource pour le pilotage des systèmes scolaires » dans différents pays, dont la Belgique Francophone. La Belgique connaît une situation historique de forte décentralisation, à tous niveaux, y compris concernant le système éducatif, au point qu'on qualifie souvent ce dernier de « millefeuille institutionnel ». Suite à des constats répétés de fortes inégalités sociales, en partie imputables à cette décentralisation (Ortiz & Dehon, 2008), le monde politique entreprend de lutter contre ces inégalités en se servant notamment du système d'évaluation comme outil de pilotage.

⁵ De manière générale, ce sont les indicateurs et recherches quantitatives qui sont privilégiés par le pouvoir politique. Voir ci-dessous.

Ce système d'évaluation est, à l'image des compétences (Crahay, 2006), aussi en partie inspiré du monde industriel. L'école est envisagée comme un « système de production » dans lequel sont mis en arrière-plan les valeurs et le projet scolaire. Il s'en suit une redistribution des fonctions entre le pouvoir politique considéré comme le centre du système et les établissements d'enseignement et différentes couches de pouvoir intermédiaires, pensées comme des unités périphériques. La fonction du centre est de définir des objectifs et des indicateurs permettant de mesurer le travail des unités périphériques. Les unités périphériques quant à elles ont pour fonction d'implémenter les objectifs et de se conformer aux indicateurs et jouissent d'une plus ou moins grande liberté quant à la manière d'assurer leur fonction. Les latitudes octroyées aux établissements d'enseignements s'inscrivent, elles aussi dans une logique marchande de mise en compétition des établissements (Hirtt, 2000). Il s'agit pour eux d'améliorer leur attractivité afin de plaire aux parents.

Cette logique de marchandisation résulte de plusieurs décennies de lobbying intensif de diverses entités liées au monde de l'entreprise, dont l'optique est la propagation des doctrines néo-libérales, propagation qui passe par la destruction des services publics considérés comme autant d'obstacles au commerce et à la mise en concurrence totale des « marchés libres » (Balanyan & al., 2005 ; Jennar & Kalafatides, 2007 ; Morel, 2009). L'OCDE qui pilote PISA fait partie de ces entités et participe à son niveau aux mutations subies par le système éducatif ces dernières décennies où la logique sous-jacente est moins, contrairement aux effets d'annonce, de lutter contre une certaine hétérogénéité sociale mais de « former » les nouvelles générations d'apprenants-consommateurs, aptes à servir de rouage à la logique des marchés (Michéa, 2006).

Dans cette manière de considérer le système éducatif, les enseignants subissent une perte de légitimité professionnelle. Afin d'éviter les travers de la « subjectivité » de ceux-ci, le politique préfère lui substituer une logique de rationalité technobureaucratique envisagée comme déclinaison « scientifique » des décisions politiques, elles-mêmes basées sur des « évidences scientifiques ». C'est ce que Chevallard (1991, p. 1) souligne en relevant que l'évaluation est un processus sans sujet où « les acteurs passent au second plan, quand ils ne disparaissent pas tout à fait ». Plus profondément, il s'agit de « rééduquer » les enseignants pour leur permettre à eux aussi d'être en adéquation avec le modèle néo-libéral (Michéa, 2006, p. 47-48) :

les enseignants traditionnels ont [...] été assez mal formés. L'enseignement [...] impliquera [...] qu'on rééduque ces derniers [...] qu'on les oblige à « travailler autrement » [...] et d'imposer [...] les conditions pédagogiques et matérielles de ce que Debord appelait la « dissolution de la logique ».

Cette annonce du politique d'un arrimage à la « science » est pour le moins questionnable si à l'instar de Draelants et Revaz (2022) on pose le constat que la « science » y est réduite à une vision trop exclusivement quantitative, outillée par la statistique, et l'impasse est « faite sur les savoirs qualitatifs ainsi que les savoirs d'expérience » (p. 178). N'est-ce pas un apport majeur de la théorie anthropologique du didactique (TAD), au départ de la théorie de la transposition (Chevallard, 1985), d'avoir mis en évidence le caractère inéluctable d'une certaine diffraction institutionnelle des savoirs et partant le côté chimérique d'évaluations qui se voudraient applicables indistinctement à toutes les nations de manière parfaitement « objective » et « rationnelle » ? On peut également lire les travaux sur la question de la reproductibilité (Artigue, 1984) comme allant dans ce sens lorsqu'ils pointent l'importance de la prise en compte des enseignants dans le déroulement et l'analyse d'une situation.

Il nous apparaît dès lors plus crédible de penser la question de l'évaluation d'une manière qui soit cohérente avec l'enseignement reçu, ce qui passe par la prise en compte forte de l'évaluateur, qui dans bien des cas est également l'enseignant. La modélisation praxéologique des savoirs issue de la TAD offre des critères d'évaluation des pratiques enseignantes via des moments de l'étude (Chevallard, 1999), et partant la possibilité de concevoir des évaluations en miroir qui assureraient la cohérence épistémologique et institutionnelle de l'ensemble. Cette piste offerte par la TAD devrait être envisagée en partenariat avec les enseignants afin d'éviter la position « inquisitoriale du didacticien » (Mercier, 2008) qui ne ferait que renforcer la mise à l'écart comme simple exécutant, que nous dénonçons.

L'importance de prendre en compte l'articulation entre évaluateur et évalué dans le processus d'évaluation pose, à sa suite, la question de la formation des enseignants. Au regard de la position développée plus haut, il nous apparaîtrait important de former les enseignants à concevoir des séquences qui implémentent l'idée de « résolution de problèmes par classes de problèmes », tout en concevant des évaluations cohérentes qui intègrent notamment, mais pas exclusivement, des questions portant sur la capacité des élèves à produire une ou des histoires expliquant la genèse de ces classes et leurs raisons d'être. La formation des enseignants n'étant pas notre focus principal, nous renvoyons à Schneider et Job (2016) pour une analyse d'un processus de formation qui s'inscrit dans ces lignes et les difficultés et obstacles (épistémologiques) associés à sa mise en place.

Conclusion

La thématique de l'évaluation internationale PISA, commune aux deux approches développées dans cet article, illustre la diversité des perspectives d'analyse de cette évaluation.

La première approche, en didactique des sciences, s’empare des données obtenues dans le but de mieux comprendre les difficultés des élèves à résoudre une tâche relevant de la culture scientifique, selon leur statut socio-économico-culturel et leur niveau de « performance » en science.

La deuxième approche, en didactique des mathématiques, questionne l’arrière-plan dans lequel s’insère l’évaluation PISA au regard de l’épistémologie des mathématiques et d’études de cas publiées, en problématisant le concept même d’évaluation, ce qui se traduit par la mise en relief du fait qu’évaluer est relatif à un projet épistémologique, qu’il soit implicite ou explicite. Partant, dans cette approche, de la posture épistémologique adoptée contraint la nature de ce sur quoi peut porter une évaluation et la manière dont les acteurs (élèves et enseignants) seront impliqués dans l’évaluation.

Ce ne sont donc pas les deux disciplines différentes (didactique des sciences et didactique des mathématiques) qui sont principalement en jeu dans cet article, mais également deux visions d’analyse possibles de l’évaluation internationale PISA.

Les différences entre ces analyses posent la question de leur possible commensurabilité et, au-delà, des développements théoriques susceptibles de permettre de penser cette question qui apparaît entièrement ouverte concernant la problématique abordée ici de l’évaluation et demanderait un travail complémentaire significatif, pour ébaucher des éléments de réponse.

Bibliographie

ARTIGUE, M. (1984). *Contribution à l’étude de la reproductibilité des situations didactiques. Divers travaux de mathématiques et de didactiques des mathématiques* [Thèse de doctorat]. Université Paris VII, Paris.

BALANYAN, B., DOHERTY, A., HOEDEMAN, O., MA’ANIT, A., WESSELIUS, E. (2005). *Europe Inc : Comment les multinationales construisent l’Europe et l’économie mondiale (2^e éd.)*. Agone.

BAUMERT, J., KUNTER, M., BLUM, W., BRUNNER, M., VOSS, T., JORDAN, A., KLUSMANN, U., KRAUSS, S., NEUBRAND, M., & TSAI, Y.-M. (2010). Teachers’ Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>

BROUSSEAU, G. (1979). *L’évaluation et les théories de l’apprentissage en situation scolaire*. Communication au 5^e congrès IACME, Campinas, Brésil.

BROUSSEAU, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.

- BROWN, G. T. L. (2009). The teacher-tool relationship: theorizing the Design and use of curriculum materials in J. Remillard, B.A. Hermen-Eisenmann and G.M. Lloyd, *Mathematics Teachers at Work*, Routledge, p. 17-37.
- CAZZARO, J.-P., NOËL, G., POURBAIX, F., TILLEUIL, P. (2001). *Structurer l'enseignement des mathématiques par des problèmes*. De Boeck.
- CHERKAOUI, M. (1979). *Les paradoxes de la réussite scolaire*. Presses Universitaires de France.
- CHEVALLARD, Y. (1991). Évaluation, véridiction, objectivation. In J. Colomb, & J. Marsenach (Eds.), *L'évaluateur en révolution* (pp.13-36). INRP.
- CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 19(2), 221–266.
- CRAHAY, M. (2006). Dangers, incertitudes et incomplétude de la logique de la compétence en éducation. *Revue française de pédagogie*, 154, 97-110. <https://doi.org/10.4000/rfp.143>
- COULET, J.-C. (2011). La notion de compétence : un modèle pour décrire, évaluer et développer les compétences. *Le travail humain*, 74, 1-30. <https://doi.org/10.3917/th.741.0001>
- DE BOUTTEMONT, C. (2004). Le système éducatif belge. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 37, 101-108.
- DE LANDSHEERE, G. (1979). *Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation*. Presses Universitaires de France.
- DRAELANTS, H, & REVAZ, S. (2022). *L'évidence des faits. La politique des preuves en éducation*. Presses Universitaires de France.
- DUCLOS, M., LE HEBEL F, TIBERGHIE, A., MONTPIED, P. & FONTANIEU, V. (2021). Élaboration d'un modèle de difficultés de questions évaluant la culture scientifique des élèves. *Éducation et Didactique*, 10(15), 103-132.
- DUCLOS, M. (2022). *Influence du contexte socio-culturel et du niveau scolaire sur la réalisation de tâches en sciences : liens entre caractéristiques des tâches et compréhension des élèves*, Thèse de doctorat, École normale Supérieure de Lyon.
- DUPRIEZ, V. (2004). La place de l'évaluation comme ressource pour le pilotage des systèmes scolaires : état des lieux en Belgique francophone et en Angleterre. *Girsef: Les Cahiers de Recherche en Éducation et Formation*, 35, 1-18. UCLouvain.

- FAUTH, B., DECRISTAN, J., RIESER, S., KLIEME, E., & BÜTTNER, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>
- GALAND, B. (2009). Hétérogénéité des élèves et apprentissages : Quelle place pour les pratiques d'enseignement ? *Les Cahiers De Recherche Du Girséf*, 71, 1-29.
- GOIGOUX, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et Didactique*, 3, 47-70.
- HIRTT, N. (2000). *Les Nouveaux Maîtres de l'École, l'enseignement européen sous la coupe des marchés*. Éditions EPO.
- JENNAR, R.M., & KALAFATIDES, L. (2007). *L'AGCS : Quand les États abdiquent face aux multinationales*. Raisons d'agir.
- JOB, P. (2011). Étude du rapport à la notion de définition comme obstacle à l'acquisition du caractère lakatosien de la notion de limite par la méthodologie des situations fondamentales/adidactiques [Thèse de doctorat]. Université de Liège, Liège.
- JOB, P., & SCHNEIDER, M. (2015). Empirical positivism, an epistemological obstacle in the learning of calculus. *ZDM Mathematics Education*, 46, 635-646.
- JOB, P., KRYSINSKA, M., & SCHNEIDER, M. (2022). Un enseignement de l'algèbre structuré par la modélisation, du secondaire au supérieur. *Repères IREM*, 127, 5-38.
- JOHNSA, S. (2002). La popularité pédagogique de la notion de compétence peut-elle se comprendre comme une réponse inadaptée à une difficulté didactique majeure ? In J. Dolz, & E. Ollagnier (Eds.), *L'énigme de la compétence en éducation* (pp. 115-128). De Boeck.
- KANG, H., WINDSCHITL, M., STROUPE, D., & THOMPSON, J. (2016). Designing, launching, and implementing high quality learning opportunities for students that advance scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1316–1340.
- KRYSINSKA, M., MERCIER, A., & SCHNEIDER, M. (2009). Problèmes de dénombrement et émergence de premiers modèles fonctionnels. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 29(3), 247–303.
- LAKATOS, I. (1984). *Preuves et réfutations. Essai sur la logique de la découverte mathématique*. Éditions Hermann.
- LE HEBEL, F., MONTPIED, P., & TIBERGHEN, A. (2014). Which Effective Competencies Do Students Use in PISA Assessment of Scientific Literacy? In C.

Bruguière, A. Tiberghien, & P. Clément (Eds.), *Topics and Trends in Current Science Education* (Vol. 1, pp. 273–289). Springer Netherlands.

LE HEBEL, F., MONTPIED, P., & TIBERGHIE, A. (2016). Which Answering Strategies Do Low Achievers Use to Solve PISA Science Items? In N. Papadouris, A. Hadjigeorgiou, & C. P. Constantinou (Eds.), *Insights from Research in Science Teaching and Learning* (Vol. 2, pp. 237–252). Springer International Publishing.

LE HEBEL, F., TIBERGHIE, A., MONTPIED, P., & FONTANIEU, V. (2019). Teacher prediction of student difficulties while solving a science inquiry task: Example of PISA science items. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1517–1540. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1615150>

LE HEBEL F. (2021). *Contexte culturel et compréhension de la culture scientifique par les élèves - Note de synthèse de l'Habilitation à Diriger les Recherches* (volume 1) – 413p. (École normale Supérieure de Lyon).

LIPOWSKY, F., RAKOCZY, K., PAULI, C., DROLLINGER-VETTER, B., KLIEME, E., & REUSSER, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19(6), 527–537.

MARGOLINAS, C. (2014). Connaissance et savoir. Concepts didactiques et perspectives sociologiques ? *Revue française de pédagogie*, 188, 13-22. DOI: <https://doi.org/10.4000/rfp.4530>

MERCIER, A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique. *Éducation et didactique*, 2(1), 7-40.

MICHÉA, J.-C. (2006). *L'enseignement de l'ignorance*. Climats.

MOREL, C. (2009). *Géopolitique des impérialismes*. Éditions Studyrama.

NOIRFALISE, R. (1991). Connaissances ou capacités ? *Repères-IREM*, 5, 5-22.

OCDE (2005). *Définition et sélection des compétences clés*. <https://www.oecd.org/pisa/35693273.pdf>

OCDE (2007). *PISA 2006 Technical report*. OECD.

OCDE (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>

OCDE (2016b). *PISA 2015 Results (Volume 1). Excellence and Equity in Education* (OECD).

OCDE (2020). *Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching*. OECD. <https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en>

OCDE (2023). *PISA 2022 Results: The state of learning and equity in Education*. OECD.

ORTIZ, E., & DEHON, C. (2008). What are the Factors of Success at University? A Case Study in Belgium. *CESifo Economic Studies*, 54(2), 121–148. DOI:10.1093/cesifo/ifn012

PATRAS, F. (2002). *La Pensée mathématique contemporaine* (2^e éd.). Presses Universitaires de France.

SCHNEIDER, M. (2006a). Quand le courant pédagogique « des compétences » empêche une structuration des enseignements autour de l'étude et de la classification de questions parentes. *Revue Française de Pédagogie*, 154, 85-96.

SCHNEIDER, M. (2006b). Comment des théories didactiques permettent-elles de penser le transfert en mathématiques ou dans d'autres disciplines ? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 26(1), 9-38.

SCHNEIDER, M., CLARYS, M., COCHÉ, F., DE BROUWER, M., DEDEUR, V., DOCQ, C., GILBERT, T., HENROTAY, P., LAMBELIN, N., LEMAIRE, L., LIÉGEAIS, M., LOOZE, A., MAQUOI, J., SCRÈVE, R., SOLHOSSE, M. & VLASSIS, J. (2016). *Rapport du groupe de travail mathématique dans le cadre du Pacte d'Excellence. Axe Thématique 1 « Savoirs et compétences ». Groupe de travail I.1. « Cadre d'apprentissage, contenus des savoirs et compétences, et plans d'actions prioritaires ».*

SCHNEIDER, M. & JOB, P. (2016). Ingénieries entre recherche et formation : Élèves-professeurs en mathématiques aux prises avec des ingénieries didactiques issues de la recherche. Un dispositif de formation à portée phénoménotechnique. *Éducation & didactique*, 10, 91-112. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2508>

SENSEVY, G., & MERCIER, A. (dir.) (2007). *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes.

SERVICE GÉNÉRALE DU PILOTAGE DU SYSTÈME ÉDUCATIF. (2008) PISA 2003. *Évaluation de la culture mathématique des jeunes de 15 ans. Document à l'attention des professeurs de mathématiques des 1^{er} et 2^{ème} degrés de l'enseignement secondaire*. http://www.enseignement.be/index.php?page=23827&do_id=1343&do_check=BAKWQDOADG

SOYSAL, Y., & YILMAZ-TUZUN, O. (2019). Relationships Between Teacher Discursive Moves and Middle School Students' Cognitive Contributions to Science Concepts. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09881-1>

STUFFELBEAM, D.I., FOLEY, W.J., GEPHART, W.J., GUBA, E.G., HAMMOND, R.I., MERRIMAN, H.O., & PROVUS, M.M. (1974). *L'évaluation en éducation et la prise de décision* (J. Dumas, Trans.). Éditions NHP.

VAN DIEREN, F. (2005). « Enseigner par compétences » ou « former à travers une discipline » : où sont les contradictions ? Conférence donnée au colloque franco-finlandais sur « L'enseignement des mathématiques à partir de l'enquête PISA », Paris, France.

WALDRIP, B., & PRAIN, V. (2017). Engaging students in learning science through promoting creative reasoning. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2052–2072.

WILSON, A., & URICK, A. (2021). Cultural Reproduction Theory and Schooling: The Relationship between Student Capital and Opportunity to Learn. *American Journal of Education*, 127(2), 193–232. <https://doi.org/10.1086/712086>

PIERRE JOB

Ichec Brussels Management School

pierre.job@ichec.be

FLORENCE LE HEBEL

Université de Lyon, UMR ICAR 5191, UAR LLE 3773, Ens Lyon

florence.le-hebel@ens-lyon.fr

MAGGY SCHNEIDER

Université de Liège, Belgique

mschneider@uliege.be

Annexe 1. Énoncé de l’item des pommiers et des conifères

Cet item est contextualisé de la manière suivante :

Un fermier plante des pommiers en carré. Afin de protéger ces arbres contre le vent, il plante des conifères tout autour du verger. Vous pouvez voir ci-dessous un schéma présentant cette situation, avec la disposition des pommiers et des conifères pour un nombre (n) de rangées de pommiers. (PISA, 2000)

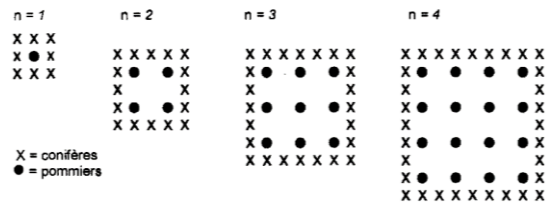


Figure 1. Représentation des pommiers et des conifères.

On donne également aux élèves les expressions n^2 et $8n$ qui donne respectivement le nombre de pommiers et le nombre de conifères à chaque étape. On leur demande de compléter le tableau suivant :

n	Nombre de pommiers	Nombre de conifères
1	1	8
2	4	
3		
4		
5		

Figure 2. Tableau à compléter.

Les élèves doivent alors déterminer la valeur de n pour que le nombre de pommiers soit égal au nombre de conifères. On leur demande en outre de déterminer lequel des deux nombres augmente le plus vite lorsque le fermier agrandit son champ ?

Dans la version analysée par Schneider (2016), les expressions n^2 et $8n$ ne sont pas données aux élèves.

Annexe 2. Résolution « astucieuse » de l'item des pommiers et des conifères

La formule n^2 donnant le nombre de pommiers n'est guère problématique. Pour celle du nombre de conifères $8n$, on peut relever que pour une rangée de n pommiers, il y a le double d'intervalles entre conifères sur le côté correspondant, donc $2 \times n$ (**Figure 3**).

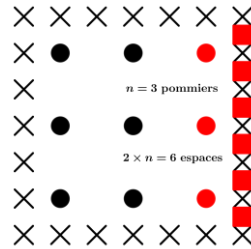


Figure 3. Nombre d'espaces entre conifères en fonction du nombre de pommiers.

Comme il y a 4 côtés, en prenant soin de ne pas compter plusieurs fois les conifères aux coins du carré, on peut en déduire qu'il y a $2 \times n$ conifères par coté et donc $4 \times 2 \times n = 8n$ conifères au total.