

PISA 2006

LES COMPÉTENCES EN SCIENCES,
UN ATOUT POUR RÉUSSIR

VOLUME 1 : ANALYSE DES RÉSULTATS

VERSION PRÉLIMINAIRE ABRÉGÉE



Programme international pour le suivi des acquis des élèves

■
Programme international pour le suivi des acquis des élèves

PISA™ 2006
Les compétences
en sciences,
un atout pour réussir
Volume 1 – Analyse des résultats

Version préliminaire abrégée



ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

Publié en anglais sous le titre :

PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1 Analysis

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : www.oecd.org/editions/corrigenda.

PISA™, OECD/PISA™ et le logo de PISA sont des marques de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Toute utilisation de ces marques doit faire l'objet d'une autorisation écrite de l'OCDE.

© OCDE 2007

Toute reproduction, copie, transmission ou traduction de cette publication doit faire l'objet d'une autorisation écrite. Les demandes doivent être adressées aux Éditions OCDE rights@oecd.org ou par fax 33 1 45 24 99 30. Les demandes d'autorisation de photocopie partielle doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, fax 33 1 46 34 67 19, contact@cfcopies.com ou (pour les États-Unis exclusivement) au Copyright Clearance Center (CCC), 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, fax 1 978 646 8600, info@copyright.com.



Avant-propos

Inciter les individus, les économies et les sociétés à élever leur niveau de formation est l'objectif majeur des réformes entreprises par les gouvernements pour améliorer la qualité des services d'éducation. Aujourd'hui, la prospérité des nations dépend dans une large mesure de leur capital humain et, pour réussir dans un monde qui évolue rapidement, les individus doivent continuer à étoffer leurs connaissances et compétences tout au long de leur vie. Les systèmes d'éducation doivent poser les bases de cet apprentissage en donnant aux individus les savoirs et savoir-faire indispensables et en renforçant la capacité et la volonté des jeunes adultes de continuer à apprendre au-delà de leur formation initiale.

Toutes les parties prenantes – les élèves et leurs parents, les enseignants et les gestionnaires du système d'éducation, ainsi que le grand public – doivent être tenues informées de l'efficacité avec laquelle l'école prépare les élèves à la vie d'adulte. Pour répondre à ce besoin, de nombreux pays suivent l'évolution de l'apprentissage des élèves. Les analyses comparatives internationales peuvent étoffer et enrichir les états des lieux réalisés à l'échelle nationale, car elles offrent un contexte plus large dans lequel interpréter les résultats nationaux. Par ailleurs, elles peuvent donner aux pays des indications sur leurs points forts et leurs points faibles et les aider à suivre l'évolution de leur système d'éducation. Elles peuvent aussi les encourager à revoir leurs aspirations à la hausse. Enfin, elles éclairent les décideurs sur les mesures à prendre pour inciter l'élève à mieux apprendre, l'enseignant à mieux donner cours et l'école à proposer un environnement plus productif.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a lancé le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA™) en 1997 pour répondre au besoin de données sur la performance des élèves qui soient comparables au niveau international. L'enquête PISA est une nouvelle expression de la volonté des gouvernements des pays de l'OCDE d'étudier, de façon suivie et à l'intérieur d'un cadre conceptuel approuvé par tous, les résultats des systèmes d'éducation en termes d'acquis des élèves. Elle entend fournir de nouvelles bases pour alimenter le dialogue politique et relancer la collaboration autour de la définition et de la réalisation des objectifs de l'enseignement, par le biais de méthodes novatrices qui s'inspirent de l'identification des compétences utiles dans la vie à l'âge adulte.

Les principes fondamentaux à la base de l'enquête PISA sont sa pertinence pour l'action publique, son approche novatrice reposant sur la notion de « littératie », qui renvoie à la capacité des élèves de faire des extrapolations à partir de ce qu'ils ont appris et d'appliquer leurs connaissances dans des situations nouvelles, son intérêt pour l'apprentissage tout au long de la vie et, enfin, sa périodicité. L'enquête PISA est l'initiative la plus complète et la plus rigoureuse qui ait été entreprise à ce jour à l'échelle internationale pour évaluer la performance des élèves et recueillir des informations sur eux-mêmes et leur famille, ainsi que sur des facteurs institutionnels qui permettent d'expliquer les écarts de performance. Les pays qui participent à l'enquête PISA représentent près de 90 % de l'économie mondiale.

Le premier cycle d'évaluation de l'enquête PISA, dont le domaine majeur d'évaluation était la *compréhension de l'écrit*, s'est déroulé en 2000. Ses résultats ont montré que certains pays réussissaient nettement moins bien que d'autres à doter les jeunes adultes des compétences requises pour accéder à l'information écrite,



la gérer, l'assimiler, l'évaluer et réfléchir à son contenu pour donner toute la mesure de leur potentiel et élargir leurs horizons. Dans ces pays, les résultats se sont révélés décevants, car ils ont établi que le niveau de compétence des élèves de 15 ans était de loin inférieur à celui des élèves d'autres pays et que les écarts de performance représentaient parfois l'équivalent de plusieurs années d'études, malgré de lourds investissements dans l'éducation. Le cycle PISA 2000 a également mis en lumière une variation sensible des performances entre établissements, ce qui a soulevé la question de l'égalité des chances dans l'éducation. Il a cependant montré que certains pays alliaient une performance élevée à une répartition équitable du rendement de l'apprentissage, un constat qui a lancé dans de nombreux pays des recherches et des débats politiques sans précédent au sujet des clés de cette réussite. Les débats ont redoublé d'intensité lors de la publication des résultats du cycle PISA 2003, dont le domaine majeur d'évaluation était la culture mathématique et qui a non seulement étendu la gamme de compétences évaluées au domaine de la résolution de problèmes, mais a également approfondi l'analyse aux niveaux national et international des mesures d'action publique qui favorisent des niveaux élevés de performance.

Les choses ont-elles changé depuis lors ? Ce rapport présente les résultats du cycle PISA 2006 et les complète par une nouvelle perspective très intéressante, car en plus de dresser l'état des lieux dans les pays, il retrace l'évolution de leur situation depuis 2000. Les pays qui se distinguent par des résultats élevés et uniformes restent des points de repère importants, certes, mais ceux dont les résultats se sont sensiblement améliorés depuis 2000 méritent aussi une grande attention. Ce rapport va bien au-delà du simple classement des pays en fonction de la performance de leurs élèves, dans la mesure où il rend compte des attitudes des élèves à l'égard des sciences, de la conscience qu'ils ont des voies que peuvent ouvrir dans la vie les compétences en sciences, des possibilités qui s'offrent à eux pour acquérir des connaissances scientifiques et, enfin, de leur environnement scolaire. Par ailleurs, ce rapport étudie la performance des élèves à la lumière d'une série de facteurs, dont le sexe, le milieu socioéconomique et les politiques et pratiques des établissements, pour évaluer leur impact sur l'acquisition de savoirs et savoir-faire à la maison et à l'école et en tirer des conclusions pertinentes pour l'orientation de l'action publique.

L'évaluation du cycle PISA 2006 a été menée dans les pays participants entre mars et novembre 2006. C'est pourquoi ce rapport n'en est qu'un compte rendu préliminaire. Il servira de point de départ à des recherches et à des analyses plus approfondies à l'échelle nationale et internationale, à l'instar des rapports préliminaires sur les cycles PISA 2000 et 2003.

Ce rapport est le fruit des efforts concertés des pays participant à l'enquête PISA, des experts et des institutions qui œuvrent au sein du consortium PISA et de l'OCDE. Il a été rédigé par Andreas Schleicher, John Cresswell, Miyako Ikeda et Claire Shewbridge, de la Direction de l'éducation de l'OCDE, avec les conseils et les contributions analytiques et éditoriales de Alla Berezner, David Baker, Roel Bosker, Rodger Bybee, Éric Charbonnier, Aletta Grisay, Heinz Gilomen, Eric Hanushek, Donald Hirsch, Kate Lancaster, Henry Levin, Elke Lüdemann, Yugo Nakamura, Harry O'Neill, Susanne Salz, Wolfram Schulz, Diana Toledo Figueroa, Ross Turner, Sophie Vayssettes, Élisabeth Villoutreix, Wendy Whitham, Ludger Woessman et Karin Zimmer. Le chapitre 4 s'inspire aussi largement des travaux d'analyse réalisés par Jaap Scheerens et Douglas Willms dans le cadre du cycle PISA 2000. Juliet Evans s'est chargée de la gestion administrative de ce rapport.

Les instruments d'évaluation de l'enquête PISA et les données sur lesquelles se base ce rapport ont été préparés par le consortium PISA, sous la direction de Raymond Adams, de l'Australian Council for Educational Research. Roger Bybee a présidé le groupe d'experts qui a dirigé la rédaction du cadre d'évaluation de la culture scientifique et la conception des instruments y afférents.



La rédaction du rapport a été dirigée par le Conseil directeur PISA, présidé par Ryo Watanabe (Japon). À l'annexe B du rapport figure la liste des membres des différents organes de l'enquête PISA ainsi que des experts et consultants qui ont apporté leur contribution à ce rapport en particulier et à l'enquête PISA en général.

Le présent rapport est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

Ryo Watanabe

Président du Conseil des pays participants du PISA

Barbara Ischinger

Directeur, Direction de l'éducation de l'OCDE



1

Introduction

Vue d'ensemble de l'enquête PISA	2
▪ Cycle PISA 2006 – Domaine principal d'évaluation : la culture scientifique.....	2
▪ Les évaluations PISA.....	2
L'objet des mesures et la méthodologie d'évaluation de l'enquête PISA	6
▪ La performance : l'objet des mesures de l'enquête PISA	8
▪ Les instruments d'évaluation PISA	8
▪ La population cible de l'enquête PISA	9
Innovations dans le cycle PISA 2006	12
▪ L'analyse approfondie des compétences scientifiques des élèves et de leurs attitudes à l'égard des sciences.....	12
▪ Évolution au fil du temps.....	13
▪ L'ajout de nouvelles questions dans les questionnaires contextuels.....	13
Structure du rapport	13



VUE D'ENSEMBLE DE L'ENQUÊTE PISA

Cycle PISA 2006 – Domaine principal d'évaluation : la culture scientifique

Les élèves sont-ils bien préparés à relever les défis que l'avenir leur réserve ? Sont-ils capables d'analyser, de raisonner et de transmettre correctement leurs idées ? Recourent-ils à des stratégies efficaces dans le cadre de leur apprentissage ? Ont-ils découvert la nature des objectifs qu'ils poursuivront leur vie durant en tant que membres productifs de l'économie et de la société ? Le Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves (PISA) cherche à répondre à ces questions au travers d'évaluations des compétences des élèves de 15 ans qui sont administrées tous les trois ans dans des pays représentant à eux tous près de 90 % de l'économie mondiale.¹

L'enquête PISA évalue dans quelle mesure les élèves en fin d'obligation scolaire ont acquis certaines des connaissances et compétences qui sont essentielles pour pouvoir participer pleinement à la vie de la société. Elle se concentre sur trois domaines fondamentaux : la compréhension de l'écrit, les mathématiques et les sciences. L'enquête PISA cherche non seulement à évaluer la capacité des élèves à reproduire ce qu'ils ont appris, mais aussi à déterminer dans quelle mesure les élèves sont capables de se livrer à des extrapolations à partir de ce qu'ils ont appris et d'utiliser leurs connaissances dans des situations familières ou originales et dans des contextes en rapport ou non avec l'école. Ce rapport présente les résultats du dernier cycle en date de l'enquête PISA, en l'occurrence le cycle PISA 2006.

Ce sont les sciences qui ont été retenues comme domaine majeur d'évaluation lors du cycle PISA 2006. Dans les sociétés d'aujourd'hui, où la technologie règne en maître, il est plus important que jamais de comprendre des théories et des concepts scientifiques fondamentaux et de savoir structurer et résoudre des problèmes scientifiques. Et pourtant, ces 15 dernières années, le pourcentage d'élèves qui s'orientent vers des études à caractère scientifique ou technologique lorsqu'ils entrent à l'université a diminué dans les pays de l'OCDE. Les raisons de cette évolution sont diverses, mais certaines études montrent que les attitudes des élèves à l'égard des sciences et les méthodes utilisées pour enseigner les matières scientifiques jouent probablement un grand rôle (OCDE, 2006a). C'est la raison pour laquelle, lors du cycle PISA 2006, ont été évalués non seulement les savoirs et savoir-faire scientifiques des élèves, mais également leurs attitudes à l'égard des sciences, la mesure dans laquelle ils sont conscients des possibilités que peuvent leur ouvrir leurs compétences scientifiques plus tard dans la vie et les conditions dans lesquelles ils apprennent les sciences à l'école.

Les évaluations PISA

L'enquête PISA cherche à évaluer la capacité des jeunes à utiliser leurs connaissances et compétences pour relever les défis du monde réel. Cette approche reflète l'évolution des objectifs des programmes de cours : la priorité est désormais accordée davantage à ce que les élèves savent faire avec ce qu'ils ont appris à l'école qu'à la mesure dans laquelle ils sont simplement capables de le reproduire.

Les grands principes sur lesquels se fonde l'enquête PISA sont les suivants :

- l'orientation de sa politique : les acquis des élèves sont confrontés à leurs caractéristiques personnelles et à des facteurs clés qui façonnent leur apprentissage à l'école et ailleurs pour cibler des différences dans les profils de compétence et identifier les caractéristiques des établissements d'enseignement et des systèmes d'éducation qui se distinguent par des niveaux élevés de performance ;
- son approche novatrice basée sur la notion de « littératie », qui renvoie à la capacité des élèves d'exploiter des savoirs et savoir-faire dans des matières clés et d'analyser, de raisonner et de communiquer lorsqu'ils énoncent, résolvent et interprètent des problèmes qui s'inscrivent dans divers contextes ;



- sa pertinence par rapport à l'apprentissage tout au long de la vie : l'enquête PISA ne se limite pas à évaluer les compétences spécifiques et transversales des élèves, mais demande également à ceux-ci de décrire leur envie d'apprendre, leur perception d'eux-mêmes et leurs stratégies d'apprentissage ;
- sa périodicité, qui permet aux pays de suivre leurs progrès sur la voie de l'accomplissement d'objectifs clés de l'apprentissage ;
- sa grande couverture géographique et son principe de collaboration : 30 pays membres de l'OCDE et 27 pays et économies partenaires ont participé au cycle PISA 2006.

La pertinence des savoirs et savoir-faire évalués dans le cadre de l'enquête PISA est confirmée par des études récentes qui ont suivi le parcours des élèves après leur évaluation lors d'un cycle PISA. Ainsi, des études menées en Australie, au Canada et au Danemark ont conclu à l'existence d'une forte corrélation entre les résultats des élèves en compréhension de l'écrit lors du cycle PISA 2000 à l'âge de 15 ans et la probabilité que ces mêmes élèves obtiennent leur diplôme de fin d'études secondaires et poursuivent leur formation à l'âge de 19 ans. À titre d'exemple, au Canada, par comparaison avec les élèves situés sous le niveau 1 de l'échelle de compétence en compréhension de l'écrit à l'âge de 15 ans, ceux ayant atteint le niveau 5 de cette échelle ont 16 fois plus de chances de suivre des études post-secondaires à l'âge de 19 ans (voir l'encadré 6.1).

L'enquête PISA est l'initiative la plus complète et la plus rigoureuse qui ait été entreprise à ce jour à l'échelle internationale pour évaluer le niveau de compétence des élèves et recueillir des données sur les jeunes et leur famille et sur des facteurs institutionnels qui peuvent expliquer des écarts de performance. Les définitions de la nature et de la portée de l'évaluation et des données contextuelles ont été confiées à d'éminents experts des pays participants, sous la direction conjointe de leurs gouvernements, pour répondre à des préoccupations communes touchant à l'action des pouvoirs publics. Des ressources et des efforts considérables ont été déployés pour qu'une grande latitude et un bon équilibre culturels et linguistiques caractérisent les instruments d'évaluation. Par ailleurs, les normes les plus strictes ont été appliquées pour procéder au contrôle de la qualité de la traduction, de l'échantillonnage et de la collecte des données. Pour toutes ces raisons, les résultats de l'enquête PISA se distinguent par un niveau élevé de validité et de fidélité et améliorent grandement notre compréhension du rendement des systèmes d'éducation des pays les plus développés du monde ainsi que d'un nombre croissant d'autres pays qui sont encore à un stade intermédiaire de leur développement économique.

Avec les cycles PISA 2000 et PISA 2003, ce cycle PISA 2006 clôt la première série d'évaluations dans trois domaines majeurs : la compréhension de l'écrit, la culture mathématique et la culture scientifique. Une deuxième série d'évaluations est prévue : le cycle PISA 2009, dont le domaine majeur sera la compréhension de l'écrit, le cycle PISA 2012 (la culture mathématique) et le cycle PISA 2015 (la culture scientifique).

Bien que l'enquête PISA ait initialement été mise en œuvre par les gouvernements des pays de l'OCDE pour répondre à leurs besoins spécifiques, elle est devenue au fil du temps un instrument d'évaluation majeur dans de nombreuses régions du monde. L'enquête PISA a été administrée ou est en voie de l'être dans de nombreux pays et économies partenaires :

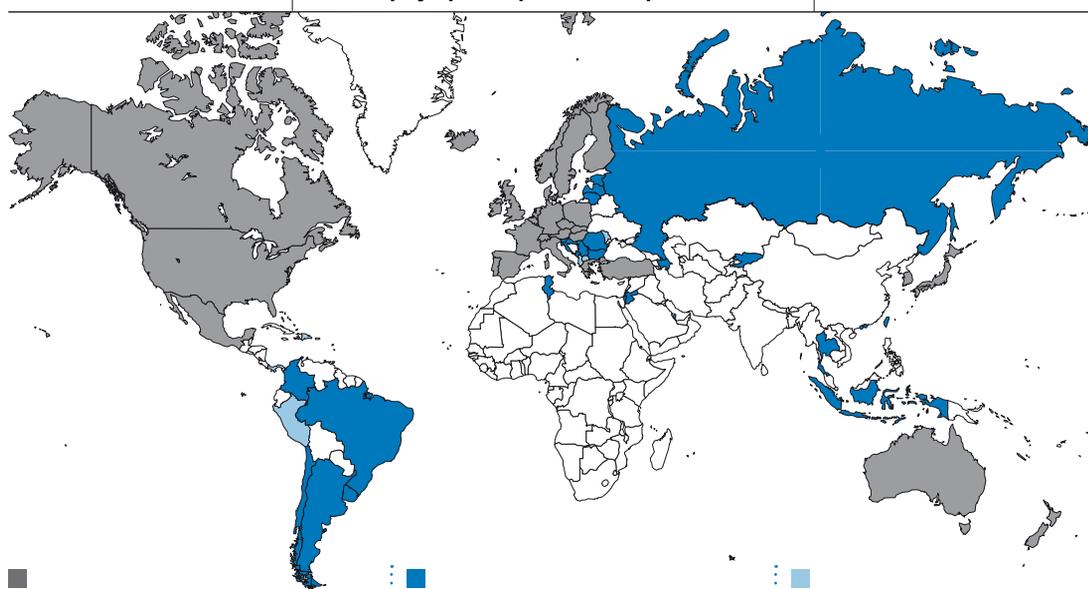
- en Asie méridionale et du Sud-Est : à Shanghai-Chine, à Hong Kong-Chine, en Indonésie, à Macao-Chine, à Singapour, au Taipei chinois et en Thaïlande ;
- en Europe centrale et orientale² et en Asie centrale : en Albanie, en Azerbaïdjan, en Bulgarie, en Croatie, en Estonie, en Fédération de Russie, au Kazakhstan, au Kirghizistan, en Lettonie, en Lituanie, en Macédoine, en Moldavie, au Monténégro, en Roumanie, en Serbie et en Slovaquie ;



- au Moyen-Orient : en Israël, en Jordanie et au Qatar ;
- en Amérique centrale et en Amérique latine : en Argentine, au Brésil, au Chili, en Colombie, au Panama, au Pérou, en République dominicaine et en Uruguay ;
- en Afrique septentrionale : en Tunisie.

Les décideurs du monde entier utilisent les résultats de l'enquête PISA aux fins suivantes : comparer le niveau de compétence de leurs élèves à celui des élèves des autres pays participants, se fixer des objectifs d'amélioration, par exemple atteindre les scores moyens d'autres pays ou leur degré plus élevé d'équité en termes de perspectives et de résultats dans l'éducation et, enfin, comprendre les points forts et les points faibles de leur système d'éducation. Les innombrables rapports rédigés dans les pays participants attestent de l'intérêt que suscite l'enquête PISA au niveau national³. Par ailleurs, les résultats de l'enquête PISA sont abondamment cités dans les débats publics et foisonnent dans les médias du monde entier.

Figure 1.1
Les pays participant à l'enquête PISA



■ **Pays de l'OCDE**

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Luxembourg
Belgique	Mexique
Canada	Norvège
Corée	Nouvelle-Zélande
Danemark	Pays-Bas
Espagne	Pologne
États-Unis	Portugal
Finlande	République slovaque
France	République tchèque
Grèce	Royaume-Uni
Hongrie	Suède
Irlande	Suisse
Islande	Turquie

■ **Tous les pays et économies partenaires dans PISA 2006**

Argentine	Lettonie
Azerbaïdjan	Liechtenstein
Brésil	Lituanie
Bulgarie	Macao-Chine
Chili	Monténégro
Colombie	Qatar
Croatie	Roumanie
Estonie	Serbie
Fédération de Russie	Slovénie
Hong Kong-Chine	Taipei chinois
Indonésie	Thaïlande
Israël	Tunisie
Jordanie	Uruguay
Kirghizistan	

■ **Tous les pays et économies partenaires dans les précédentes évaluations PISA ou dans PISA 2009**

Albanie
Macédoine
Moldavie
Panama
Pérou
République dominicaine
Shanghai-Chine
Singapour
Trinité-et-Tabago



Encadré 1.1 **Caractéristiques principales du cycle PISA 2006**

Contenu

- La culture scientifique constituait le domaine majeur d'évaluation du cycle PISA 2006 mais la culture mathématique et la compréhension de l'écrit ont également été couverts. L'enquête PISA cherche à évaluer les savoirs et savoir-faire des élèves, non pas en les dissociant les uns des autres, mais en les rapportant à la capacité des élèves de réfléchir à leurs connaissances et à leurs expériences et de les exploiter dans des situations inspirées de la vie réelle. L'accent a été mis sur la maîtrise des processus, la compréhension des concepts et la capacité de faire face à diverses situations dans chaque domaine d'évaluation.
- Le cycle PISA 2006 a également permis pour la première fois de recueillir des informations sur les attitudes des élèves à l'égard des sciences, non pas dans le cadre d'un questionnaire complémentaire, mais par le biais de questions incluses dans les épreuves cognitives.

Méthodes

- Près de 400 000 élèves, représentatifs des 20 millions de jeunes de 15 ans scolarisés dans les 57 pays participants, ont été sélectionnés de manière aléatoire pour participer au cycle PISA 2006.
- Les élèves ont répondu à des épreuves papier-crayon d'une durée de deux heures. Ils ont également répondu à des questions par ordinateur dans trois pays.
- Les épreuves PISA sont constituées de questions demandant aux élèves d'élaborer leurs propres réponses ainsi que de questions à choix multiple. Les questions sont regroupées par unité. Ces unités s'articulent autour de textes ou de graphiques que les élèves sont susceptibles de rencontrer dans la vie courante.
- Les élèves ont par ailleurs passé 30 minutes à répondre à un questionnaire sur leur milieu familial, leurs habitudes d'apprentissage et leurs attitudes à l'égard des sciences ainsi que leur engagement et leur motivation.
- Les chefs d'établissement ont rempli un questionnaire à propos de leur établissement, notamment ses caractéristiques démographiques et la qualité de son environnement d'apprentissage.

Résultats

- Un profil détaillé des savoirs et savoir-faire des jeunes de 15 ans en sciences et une mise à jour de leur profil de compétence en compréhension de l'écrit et en culture mathématique en 2006.
- Des indicateurs contextuels associant les résultats aux caractéristiques des élèves et de leur école.
- Une évaluation des attitudes des élèves à l'égard des sciences.
- Une base de connaissances à exploiter dans la recherche et l'analyse des politiques.
- Des données tendancielle sur l'évolution des connaissances et des compétences des élèves au fil du temps en compréhension de l'écrit et en mathématiques.

Cycles d'évaluation à venir

- La compréhension de l'écrit sera à nouveau le domaine majeur d'évaluation lors du cycle PISA 2009, la culture mathématique, celui du cycle PISA 2012 et la culture scientifique, celui du cycle PISA 2015.
- Les prochaines épreuves chercheront également à évaluer la capacité des élèves de lire et de comprendre l'écrit sous format électronique, une évolution qui reflète l'importance de l'informatique dans les sociétés modernes.



Les premiers résultats du cycle PISA 2006 sont présentés dans deux volumes. Ce rapport constitue le Volume 1 : il rend compte des résultats des élèves lors du cycle PISA 2006 et se base sur les informations recueillies pour analyser des facteurs susceptibles d'améliorer le rendement de l'éducation. Le Volume 2 reprend les tableaux générés à partir de la base de données PISA 2006 et sur lesquels se fondent les analyses présentées dans le Volume 1. Le rapport technique sur le cycle PISA 2006 (*PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître) décrit la méthodologie qui sous-tend les évaluations.

Les points suivants sont abordés dans la suite de ce premier chapitre :

- la nature des mesures de l'enquête PISA (globalement et dans chaque domaine d'évaluation), les méthodes utilisées et la population cible choisie ;
- les traits caractéristiques du cycle PISA 2006, ainsi que la périodicité de l'enquête PISA qui permet de faire des comparaisons dans le temps (PISA 2000, PISA 2003 et PISA 2006) ;
- la structure du rapport.

L'OBJET DES MESURES ET LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DE L'ENQUÊTE PISA

Les cadres conceptuels qui sous-tendent l'évaluation dans chaque domaine de l'enquête PISA ont été préparés par des experts internationaux des pays participants, puis approuvés par les gouvernements de ceux-ci après consultation (OCDE, 1999, OCDE, 2003 et OCDE, 2006a). Ils débutent par la définition du concept de « littératie » qui renvoie à la capacité des élèves de faire des extrapolations à partir de ce qu'ils ont appris pour appliquer des connaissances et des compétences dans des contextes originaux et d'analyser, de raisonner et de communiquer lorsqu'ils énoncent, résolvent et interprètent des problèmes dans diverses situations.

Le concept de « littératie » retenu par l'enquête PISA va bien au-delà de la notion historique d'alphabétisation. En effet, la littératie est mesurée comme un continuum, et non comme une faculté que les individus possèdent ou ne possèdent pas. Il peut se révéler utile ou judicieux à certains égards de définir un point du continuum en deçà duquel les niveaux de compétence sont jugés insuffisants, mais la variabilité qui sous-tend ce continuum est importante.

L'acquisition de ces savoirs et savoir-faire est un processus qui s'étend tout au long de la vie et qui est mis en œuvre non seulement à l'école et dans le cadre institutionnel de l'enseignement, mais également au travers d'interactions avec des proches, des collègues et d'autres membres de la société. Il serait absurde d'attendre des jeunes de 15 ans qu'ils aient appris tout ce qu'ils auront besoin de savoir une fois adultes, mais ils doivent en principe posséder de solides connaissances fondamentales en lecture, en mathématiques et en sciences. Ils doivent aussi comprendre des processus et des principes élémentaires et les appliquer avec souplesse dans différentes situations pour pouvoir poursuivre leur apprentissage dans ces trois matières et mettre leurs acquis en pratique dans le monde réel. C'est pourquoi l'enquête PISA cherche à évaluer non pas l'acquisition de connaissances spécifiques, mais l'aptitude à mener à bien des tâches qui s'inscrivent dans des situations de la vie réelle et qui demandent une compréhension approfondie de concepts fondamentaux.

Outre l'évaluation de compétences associées aux trois domaines majeurs, l'enquête PISA tente de cerner les stratégies d'apprentissage des élèves et leurs centres d'intérêt et de mesurer des compétences par-delà les limites des différentes disciplines, les facultés de résolution de problèmes par exemple. Le cycle PISA 2000 a ouvert la voie en interrogeant les élèves sur leur motivation et d'autres aspects de leurs attitudes face à l'apprentissage, sur leur degré de maîtrise de l'informatique et, sous la rubrique intitulée « apprentissage autorégulé », sur les stratégies qu'ils appliquent pour gérer et contrôler leur propre apprentissage. Le cycle PISA 2003 a étoffé ce volet en ajoutant une évaluation des savoirs et savoir-faire transversaux en matière de résolution de problèmes.



Figure 1.2

Synthèse des domaines d'évaluation du cycle PISA 2006

	Culture scientifique	Compréhension de l'écrit	Culture mathématique
Définition et caractéristiques	<p>Par culture scientifique, on entend la mesure dans laquelle un individu :</p> <ul style="list-style-type: none"> possède des connaissances scientifiques et les applique pour identifier des questions, acquérir de nouvelles compétences, expliquer des phénomènes de manière scientifique et tirer des conclusions fondées sur des faits à propos d'aspects scientifiques ; comprend les éléments caractéristiques des sciences en tant que forme de recherche et de connaissance humaines ; est conscient du rôle des sciences et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel ; a la volonté de s'engager en qualité de citoyen réfléchi dans des problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives aux sciences. <p>La <i>culture scientifique</i> passe par la compréhension de concepts scientifiques et renvoie à la capacité d'appliquer une perspective scientifique et d'analyser les faits de manière scientifique.</p>	<p>Comprendre l'écrit, c'est non seulement comprendre et utiliser des textes écrits, mais aussi réfléchir à leur propos. Cette capacité devrait permettre à chacun de réaliser ses objectifs, de développer ses connaissances et son potentiel et de prendre une part active dans la société.</p> <p>Cette définition va au-delà du simple décodage et de la compréhension littérale, elle implique la lecture, l'interprétation et la réflexion et la faculté d'utiliser la lecture pour réaliser des objectifs.</p> <p>L'enquête PISA privilégie la lecture pour apprendre plutôt que l'apprentissage de la lecture et ne cherche pas à évaluer les compétences les plus élémentaires en lecture.</p>	<p>Par culture mathématique, on entend l'aptitude d'un individu à identifier et à comprendre le rôle joué par les mathématiques dans le monde, à porter des jugements fondés à leur propos et à s'engager dans des activités mathématiques, en fonction des exigences de sa vie en tant que citoyen constructif, impliqué et réfléchi.</p> <p>La <i>culture mathématique</i> renvoie à l'utilisation fonctionnelle au sens large des mathématiques. La notion d'engagement fait référence à la capacité de reconnaître des problèmes mathématiques et de les formuler dans diverses situations.</p>
Contenu	<p><i>Connaissances en sciences</i></p> <ul style="list-style-type: none"> « Systèmes physiques » « Systèmes vivants » « Système de la Terre et de l'univers » « Systèmes technologiques » <p><i>Connaissances à propos des sciences</i></p> <ul style="list-style-type: none"> « Démarche scientifique » « Explications scientifiques » 	<p>Catégories d'écrits</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Textes continus</i>, soit différents types de textes en prose, notamment des textes narratifs, descriptifs et argumentatifs <i>Textes non continus</i>, notamment des graphiques, des formulaires et des listes 	<p>Domaines mathématiques pertinents</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Quantité</i> <i>Espace et formes</i> <i>Variations et relations</i> <i>Incertitude</i>
Compétences requises	<p>Type de tâches ou de processus scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Identifier des questions d'ordre scientifique</i> <i>Expliquer des phénomènes de manière scientifique</i> <i>Utiliser des faits scientifiques</i> 	<p>Types de tâches ou de processus en compréhension de l'écrit</p> <ul style="list-style-type: none"> Localiser des informations Interpréter des textes Réfléchir sur des textes et les évaluer 	<p>Groupes de compétences en mathématiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Reproduction</i> (réalisation d'opérations mathématiques simples) <i>Connexion</i> (l'établissement de liens entre des idées pour résoudre des problèmes directs) <i>Réflexion</i> (la pensée mathématique au sens large)
Contexte et situation	<p>Application des sciences dans des contextes personnels, sociaux et globaux</p> <ul style="list-style-type: none"> « Santé » « Ressources naturelles » « Qualité de l'environnement » « Risques » « Frontières de la science et de la technologie » 	<p>Usage prévu de l'écrit</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Lecture à des fins privées</i> (lettres personnelles, par exemple) <i>Lecture à des fins publiques</i> (documents officiels, par exemple) <i>Lecture à des fins professionnelles</i> (rapports, par exemple) <i>Lecture à des fins éducatives</i> (textes scolaires, par exemple) 	<p>Application des mathématiques dans des contextes personnels, sociaux et globaux</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Contextes personnels</i> <i>Contextes scolaires et professionnels</i> <i>Contextes publics</i> <i>Contextes scientifiques</i>



Le cycle PISA 2006 a reconduit l'évaluation de la motivation et des attitudes des élèves, mais en s'attachant plus particulièrement à leurs attitudes à l'égard des sciences et à leur intérêt pour cette matière. Ce volet de l'évaluation est abordé dans la suite de ce chapitre et fait l'objet d'une description plus détaillée au chapitre 3.

La performance : l'objet des mesures de l'enquête PISA

Le cycle PISA 2006 situe sa définition de la *culture scientifique* ainsi que ses tâches et questions d'évaluation des compétences en sciences au sein d'un cadre constitué de quatre aspects interdépendants :

- le contenu ou la structure des connaissances que les élèves doivent acquérir (la mesure dans laquelle des concepts scientifiques leur sont familiers, par exemple) ;
- les processus qui doivent être accomplis (la capacité de mener à bien un processus scientifique par exemple) ;
- les situations dans lesquelles les élèves rencontrent des problèmes scientifiques et doivent appliquer les savoirs et savoir-faire pertinents (la faculté de prendre une décision en rapport avec leur vie personnelle ou de comprendre des problèmes d'envergure mondiale, par exemple) ;
- les attitudes et dispositions des élèves envers les sciences.

Le champ d'application de la culture mathématique, de la compréhension de l'écrit et de la culture scientifique dans l'enquête PISA est décrit en détail dans *Compétences en sciences, lecture et mathématiques : le cadre d'évaluation de PISA 2006* (OECD, 2006a) et est présenté de manière plus succincte dans les chapitres 2 et 6 du présent rapport. La figure 1.2 propose une synthèse de la définition de chaque domaine d'évaluation et explique le développement de ces trois dimensions dans chaque cas.

LES INSTRUMENTS D'ÉVALUATION PISA

Comme lors des cycles PISA précédents, les instruments d'évaluation administrés à l'occasion du cycle PISA 2006 sont faits d'« unités » qui sont constituées d'un stimulus, en l'occurrence des textes, des tableaux et/ou des graphiques, et de plusieurs questions portant sur des aspects différents du stimulus. Les tâches proposées aux élèves ont été conçues dans le souci de leur soumettre des problèmes aussi proches que possible de ceux qu'ils peuvent rencontrer dans la vie réelle.

Plusieurs formats de questions ont été retenus. Dans les épreuves de mathématiques, de sciences et de lecture, 40 % environ des items demandent aux élèves de construire leur propre réponse, c'est-à-dire de rédiger soit une réponse courte (questions à réponse courte), soit une réponse plus longue (questions à réponse construite ouverte), un format qui autorise des réponses individuelles divergentes et permet d'analyser la façon dont les élèves justifient leur point de vue. Un crédit partiel est attribué aux réponses partiellement correctes ou moins élaborées, et l'ensemble de ces questions est évalué par des experts dans le respect de consignes de correction détaillées donnant des instructions sur les codes à attribuer pour chaque réponse. Pour garantir la cohérence du processus de codage, quatre correcteurs ont corrigé une partie des questions plus complexes. En outre, un sous-échantillon de réponses d'élèves prélevé dans chaque pays a été corrigé de manière centralisée par un panel indépendant d'experts spécialement formés à cet effet, dans le but de vérifier la cohérence du processus d'un pays à l'autre. Il ressort de cette analyse que le codage est cohérent entre les pays. Pour plus de détails sur le processus de correction et de codage, il y a lieu de consulter l'annexe A6 et le rapport technique sur le cycle PISA 2006 (*PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître).

Les épreuves contiennent également 8 % d'items demandant aux élèves de construire leurs propres réponses, mais sur la base d'une série très limitée d'options de réponse (questions à réponse construite fermée). Le codage de ces items est dichotomique (réponse correcte ou incorrecte). Les questions restantes (52 %)



sont des items à choix multiple : les élèves doivent choisir une ou plusieurs options parmi les quatre ou cinq qui leur sont proposées (« Oui » ou « Non », « D'accord » ou « Pas d'accord ») pour donner leur avis sur des affirmations ou des propositions (questions complexes à choix multiple).

Comme la section ci-après « Innovations dans le cycle PISA 2006 » et le chapitre 2 l'expliquent, les épreuves de sciences du cycle PISA 2006 contiennent 32 questions en rapport avec les attitudes à l'égard des sciences, qui invitent les élèves à faire part de leurs préférences ou de leurs points de vue. Il n'y pas de bonne ou de mauvaise réponse à ces questions. Le chapitre 3 décrit le mode d'exploitation des réponses à ces questions.

Des carnets de test ont été constitués à partir d'une batterie d'items représentant au total 390 minutes de test. Chaque élève a été soumis à une évaluation d'une durée de 120 minutes. Les épreuves de culture scientifique représentent au total 210 minutes (soit 54 % du temps total des tests), celles de culture mathématique, 120 minutes (soit 31 %) et, enfin, celles de compréhension de l'écrit, 60 minutes (soit 15 %). Chaque élève s'est vu attribuer l'un des 13 carnets de test de manière aléatoire.

La population cible de l'enquête PISA

L'enquête PISA a pris un soin particulier à évaluer des populations cibles comparables pour que les résultats soient comparables entre pays. Or, il n'est pas possible de définir des années d'études réellement comparables à l'échelon international car les pays se distinguent les uns des autres par la nature et la portée de l'accueil et de l'encadrement préscolaires, l'âge de la scolarité obligatoire et la structure institutionnelle de l'éducation. La validité des comparaisons internationales du rendement scolaire impose donc la définition d'un critère d'âge pour identifier les populations concernées. La population cible de l'enquête PISA est constituée des élèves qui avaient entre 15 ans et 3 mois révolus et 16 ans et 2 mois révolus au moment de l'évaluation et avaient achevé au moins 6 ans de scolarité obligatoire, quels que soient leur année d'études, le type de leur établissement (établissement public, privé ou étranger), leur mode de scolarisation (à temps plein ou à temps partiel) et la filière de leurs études (générale ou professionnelle) (voir la définition opérationnelle de la population cible dans le rapport technique sur le cycle PISA 2006 – *PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître). L'application de ce critère d'âge dans tous les pays et lors de tous les cycles d'évaluation permet de suivre d'une manière cohérente l'évolution de la performance des élèves arrivant au terme de leur scolarité obligatoire.

Grâce à cette approche, il est possible de tirer des conclusions sur les connaissances et les compétences des individus nés la même année qui sont encore scolarisés à l'âge de 15 ans, mais qui ont vécu des expériences différentes d'apprentissage à l'école et ailleurs. L'éventail des années d'études que ces élèves fréquentent varie en fonction de la politique d'éducation des pays, notamment l'âge du début de la scolarisation et le rythme du parcours scolaire. En outre, dans certains pays, les élèves constituant la population de l'enquête PISA peuvent être inscrits dans différents systèmes ou filières d'enseignement.

Des normes techniques strictes ont été édictées à propos de la définition des populations cibles au niveau national et des écarts admissibles par rapport à cette définition (pour plus de détails, voir le site de l'enquête PISA, à l'adresse www.pisa.oecd.org). Ces normes prévoient notamment que le taux global d'exclusion de la population cible doit rester inférieur à 5 % pour que le score national moyen ne puisse selon toute vraisemblance s'exposer à une distorsion de plus de cinq points à la hausse ou à la baisse, soit une variation de l'ordre de deux erreurs types d'échantillonnage (voir l'encadré 1.2). Il est possible d'exclure de la population cible soit des établissements, soit des élèves. Les normes PISA prévoient divers motifs d'exclusion d'élèves ou d'établissements. Des établissements peuvent être exclus parce qu'ils sont situés dans des régions reculées, qu'ils sont difficilement accessibles ou qu'ils ne se prêtent pas à l'administration des épreuves pour des raisons de taille, d'organisation ou de mise en œuvre. Quant aux élèves, ils peuvent être exclus s'ils sont atteints d'un handicap intellectuel ou qu'ils ne maîtrisent pas suffisamment la langue du test.



Encadré 1.2 **La représentativité des échantillons d'élèves et les critères d'exclusion de la population cible**

L'enquête PISA poursuit l'objectif de la plus grande représentativité possible. Par définition, la population nationale cible exclut uniquement les jeunes de 15 ans qui ne sont pas scolarisés dans un établissement. Dans la suite de ce rapport, l'expression générique « jeunes de 15 ans » désigne la population cible de l'enquête PISA. Par comparaison avec d'autres enquêtes internationales, les échantillons PISA sont très représentatifs de la population cible : assez rares sont les établissements qui ont été exclus de l'échantillon pour cause d'éloignement géographique par exemple. De même, au sein des établissements, la proportion d'élèves exclus est restée inférieure à 2 % dans la plupart des pays et inférieure à 6.4 % dans tous les pays.

Cette grande représentativité des échantillons contribue à la comparabilité des résultats des tests. Ainsi, un taux d'exclusion de l'ordre de 5 % aurait vraisemblablement donné lieu à une surestimation des scores moyens des pays de moins de cinq points de score, même si l'on part de l'hypothèse que les élèves exclus auraient systématiquement obtenu des scores inférieurs à ceux des autres élèves et que cette corrélation est moyennement forte. Il faut ajouter par ailleurs que ces exclusions se sont la plupart du temps révélées inévitables. Dans l'hypothèse d'un coefficient de corrélation entre la propension aux exclusions et la performance des élèves égal à 0.3, les scores moyens sont susceptibles d'être surestimés de un point de score si le taux d'exclusion est de 1 %, de trois points de score s'il est de 5 % et de six points de score s'il est de 10 %. Dans l'hypothèse d'un coefficient de corrélation entre la propension aux exclusions et la performance des élèves égal à 0.5, les scores moyens sont susceptibles d'être surestimés de un point de score si le taux d'exclusion est de 1 %, de cinq points de score s'il est de 5 % et de dix points de score s'il est de 10 %. Le modèle sur lequel se basent ces calculs part de l'hypothèse d'une répartition normale à deux variables de la propension à participer et de la performance. Il y a lieu de se référer au rapport technique sur le cycle PISA 2003 (*PISA 2003 Technical Report*, OCDE, 2005a) pour davantage d'informations.

Le pourcentage d'élèves exclus de la population cible pour cause d'établissements exclus est inférieur à 1 % dans 34 des 57 pays ayant participé au cycle PISA 2006 et est partout inférieur à 3 %, excepté au Canada (4.3 %) et aux États-Unis (3.3 %). Si l'on prend en compte le pourcentage d'élèves exclus de la population cible dans le respect des critères retenus à l'échelle internationale (voir ci-après), le taux d'exclusion est dès lors légèrement plus élevé mais il reste inférieur à 2 % dans 32 pays, à 4 % dans 51 pays, et à 6 % dans tous les pays sauf au Canada (6.35 %) et au Danemark (6.07 %).

Les critères ci-dessous limitent le pourcentage d'établissements exclus du cycle PISA 2006 :

- Le pourcentage d'établissements exclus pour cause de difficulté d'accès, de problèmes d'organisation ou autres ne peut dépasser une proportion équivalente à 0.5 % du nombre total d'élèves dans la population internationale cible de l'enquête PISA. En principe, les établissements fréquentés par un ou deux élèves admissibles ne peuvent être exclus du plan d'échantillonnage s'ils y figurent. Toutefois, les normes prévoient la possibilité d'exclure des établissements ne comptant pas plus de un ou deux élèves admissibles au moment de la collecte de données s'il ressort clairement du plan d'échantillonnage que le pourcentage d'élèves exclus ne donnerait pas lieu à un dépassement de la limite autorisée de 0.5 %.
- À l'échelle des établissements, le pourcentage d'élèves exclus pour cause de handicap fonctionnel ou intellectuel ou de maîtrise insuffisante de la langue du test ne peut dépasser 2 % des élèves.



- Au sein des établissements, le pourcentage d'élèves exclus pour cause de handicap fonctionnel ou intellectuel ou de maîtrise insuffisante de la langue du test ne peut dépasser 2.5 % des élèves.

Lors du cycle PISA 2006, l'exclusion d'élèves au sein des établissements a été autorisée dans les conditions suivantes :

- Sont exclus les élèves déclarés atteints de déficience intellectuelle dans un avis professionnel rendu par le chef d'établissement ou d'autres membres qualifiés du personnel ou dans un diagnostic posé après un test psychologique. Entrent également dans cette catégorie les élèves émotionnellement ou mentalement incapables de respecter les instructions, même générales, des épreuves. Des élèves ne peuvent être exclus simplement à cause de piètres résultats scolaires ou de problèmes normaux de discipline.
- Sont exclus les élèves atteints d'un handicap fonctionnel permanent les empêchant de se soumettre aux conditions de test des épreuves PISA. Les élèves capables de se soumettre à ces conditions de test malgré leur handicap fonctionnel ne sont pas exclus de l'échantillon.
- Sont exclus les élèves ne maîtrisant pas suffisamment la langue du test qui ont suivi moins d'une année d'études dans la langue du test.

Encadré 1.3 **Déroulement des épreuves PISA dans un établissement**

Un Coordinateur scolaire est désigné dès qu'un établissement est sélectionné pour participer à l'enquête PISA. Le Coordinateur scolaire dresse la liste de tous les élèves de 15 ans scolarisés dans l'établissement et l'envoie au Centre PISA de son pays qui y prélève un échantillon aléatoire de 35 élèves. Le Coordinateur scolaire contacte alors les élèves retenus dans l'échantillon et s'adresse à leurs parents pour obtenir les autorisations requises. Les épreuves se déroulent généralement sous la direction d'un Administrateur de test recruté et formé par le Centre national PISA. L'Administrateur de test contacte le Coordinateur scolaire pour programmer l'administration des épreuves. Le Coordinateur scolaire doit s'assurer que les élèves sont présents le jour convenu et qu'ils passent les épreuves. Veiller à ce que tous les élèves soient présents peut être difficile, car ils ne sont généralement pas tous dans les mêmes années d'études et dans les mêmes classes. L'Administrateur de test a pour principales missions de s'assurer que chaque élève reçoit le carnet de test qui lui a été attribué et de présenter les épreuves aux élèves. À l'issue des épreuves, l'Administrateur de test relève les copies et les envoie au Centre national pour correction et codage.

Treize carnets de test différents ont été préparés en vue du cycle PISA 2006. Le même carnet de test n'a pas été distribué à plus de trois élèves par groupe de 35 élèves. Les carnets de test ont été attribués individuellement aux élèves de manière aléatoire. Comme les Administrateurs de test ont suivi un texte imposé pour présenter les épreuves, les élèves ont reçu exactement les mêmes instructions dans tous les établissements et dans tous les pays. Les élèves ont été invités à répondre à une question de leur carnet de test à titre d'exercice avant d'entamer les épreuves proprement dites. L'administration des épreuves et du questionnaire s'est déroulée en deux parties : une première séance de deux heures pour répondre aux épreuves cognitives, puis une séance pour remplir le questionnaire (d'une durée variable selon la longueur du questionnaire, qui est fonction du nombre d'options que chaque pays a décidé d'y inclure, mais qui atteint généralement une trentaine de minutes). Une courte pause a généralement été accordée aux élèves au milieu des épreuves cognitives ainsi qu'avant le début de la séance réservée au questionnaire.



Le plan d'échantillonnage et la taille de l'échantillon de chaque pays ont été conçus pour optimiser la qualité de l'échantillonnage en fonction des estimations faites au niveau des élèves. La taille de l'échantillon varie entre les pays de l'OCDE : elle est de 3 789 élèves en Islande, mais dépasse 30 000 élèves au Mexique. Les pays faisant état d'échantillons importants ont souvent mis en place l'enquête PISA aux niveaux national et régional/des états (par exemple l'Allemagne, l'Australie, la Belgique, le Canada, l'Espagne, l'Italie, le Mexique, le Royaume-Uni et la Suisse). La sélection des échantillons a fait l'objet d'un suivi international et a été réalisée dans le respect de normes strictes de participation (appliquées à la fois aux établissements sélectionnés par le contractant international et aux élèves de ces établissements) afin de garantir que les résultats de l'enquête PISA soient représentatifs des niveaux de compétence des élèves de 15 ans dans les pays participants. Les pays ont également été invités à administrer le test aux élèves dans des conditions similaires afin de s'assurer que ces derniers recevaient les mêmes informations avant et pendant le test (voir l'encadré 1.3).

INNOVATIONS DANS LE CYCLE PISA 2006

L'analyse approfondie des compétences scientifiques des élèves et de leurs attitudes à l'égard des sciences

Parce que plus de la moitié du temps de test a été consacrée à la culture scientifique, ce cycle permet de rendre compte du niveau de compétence des élèves en sciences de manière beaucoup plus détaillée que lors des cycles PISA 2000 et 2003. En effet, outre le calcul de la performance globale, il offre la possibilité de présenter séparément les résultats obtenus pour les différentes compétences scientifiques et de définir, selon le cadre conceptuel, des niveaux de compétence sur chacune des échelles de culture scientifique grâce auxquels les scores des élèves correspondent à ce qu'ils sont capables de faire. Un score a été attribué pour chaque compétence scientifique retenue (en l'occurrence *l'identification de questions d'ordre scientifique*, *l'explication scientifique de phénomènes* et, enfin, *l'utilisation de faits scientifiques*). Ce n'est en revanche pas l'approche qui avait été appliquée aux échelles de culture mathématique lors du cycle PISA 2003, où la distinction portait essentiellement sur les contenus (*quantité, espace et formes, variations et relations* et, enfin, *incertitude*).

En écho à des études récentes et dans l'esprit de la réflexion actuelle sur l'enseignement des sciences (Bybee 1997 ; Fensham, 2000 ; Law, 2002 ; Mayer et Kumano, 2002), des questions ont été posées aux élèves à propos de leurs attitudes à l'égard des sciences dans le contexte même des épreuves de sciences lors du cycle PISA 2006, dans le but de mieux comprendre le point de vue des élèves concernant certaines questions scientifiques et d'évaluer l'intérêt qu'ils portent aux sciences et la valeur qu'ils accordent à la démarche scientifique.

Autre innovation du cycle PISA 2006, une série d'items à administration informatisée a été ajoutée aux épreuves de sciences à titre d'expérience pilote en Australie, en Autriche, en Corée, au Danemark, en Écosse, en Irlande, en Islande, au Japon, en Norvège, au Portugal, en République slovaque et au Taipei chinois. Cette initiative a été prise dans le but de poser aux élèves des questions qu'il serait difficile de leur administrer dans le cadre d'une épreuve papier-crayon, car les questions concernées contiennent des séquences vidéo, des simulations ou des animations. Comme cette forme d'administration des items permet également de réduire le volume de texte que les élèves doivent lire, elle permet d'évaluer plus directement leurs compétences en sciences. Par souci de comparabilité internationale, cette série d'items à administration informatisée a été proposée aux élèves sur des ordinateurs portables classiques, dans lesquels les épreuves avaient été téléchargées. Un Administrateur de test spécialement formé s'est occupé de cette épreuve, les ordinateurs passant d'un établissement à l'autre. Les résultats sont disponibles pour les trois pays qui ont inscrit ce volet dans la campagne définitive de test, en l'occurrence la Corée, le Danemark et l'Islande.



Les travaux d'élaboration d'une composante d'évaluation à administration informatisée ont facilité le développement des questions PISA de sciences et ont donné lieu à la création de plusieurs procédures qui seront utiles lors des prochains cycles PISA, notamment celles qui permettent l'accélération des processus de traduction et l'automatisation des processus de codage. Cette expérience place l'enquête PISA parmi les pionniers de l'évaluation comparative internationale sur ordinateur. La majorité des pays de l'OCDE ont d'ailleurs décidé d'intégrer des composantes du même ordre dans le cycle PISA 2009 pour l'évaluation de la compréhension de l'écrit.

Évolution au fil du temps

L'enquête PISA est avant tout un instrument de suivi : elle évalue tous les trois ans les connaissances et les compétences des élèves en lecture, en mathématiques et en sciences, ces domaines étant déclarés domaines majeurs d'évaluation tour à tour, une fois en tant que domaine majeur et deux fois comme domaine mineur, soit sur une période de neuf ans. Le modèle fondamental de l'évaluation reste constant pour préserver la comparabilité d'un cycle à l'autre. À long terme, cette approche permettra aux pays de prendre toute la mesure de l'impact des réorientations politiques et des améliorations introduites dans les normes d'éducation et de se rendre compte de l'évolution de leurs performances par rapport à des normes internationales.

Après un premier aperçu de l'évolution entre les cycles PISA 2000 et PISA 2003, le cycle PISA 2006 fournit des informations sur l'évolution des performances dans les deux domaines majeurs précédents, en l'occurrence en lecture depuis 2000 et en mathématiques depuis 2003. Les sciences sont pour la première fois le domaine majeur d'un cycle PISA. Les résultats de ce cycle PISA 2006 seront donc à la base des comparaisons tendanciennes.

L'ajout de nouvelles questions dans les questionnaires contextuels

Les questionnaires contextuels remplis par les élèves et les chefs d'établissement fournissent des informations essentielles pour alimenter les analyses PISA. Les questionnaires contextuels ont été étoffés et approfondis à l'occasion du cycle PISA 2006 :

- ils explorent l'organisation de l'enseignement des sciences à l'école et donnent davantage d'informations sur les attitudes des élèves face aux sciences ;
- trente-neuf pays⁴ ont choisi de mettre en œuvre une option du questionnaire Élève : leurs élèves ont répondu à des questions sur les endroits où ils peuvent se servir d'un ordinateur, sur la fréquence à laquelle ils les utilisent et sur les usages qu'ils en font (une composante similaire a été administrée lors du cycle PISA 2003 ; ses résultats ont été publiés dans le rapport thématique *Are Students Ready for a Technology Rich World : What PISA Studies Tell Us*, [OCDE, 2006b]) ;
- seize pays ont administré un questionnaire aux parents des élèves sélectionnés pour participer aux épreuves PISA⁵. Ce questionnaire a permis de recueillir des informations sur l'investissement des parents dans l'éducation de leurs enfants et sur leur point de vue concernant des questions scientifiques et des professions scientifiques.

STRUCTURE DU RAPPORT

Les cinq chapitres qui suivent ce premier chapitre d'introduction analysent les résultats de l'évaluation de la culture scientifique lors du cycle PISA 2006 et les exploitent pour étudier une série de facteurs associés à la performance. Le chapitre 6 étend l'analyse à la compréhension de l'écrit et à la culture scientifique et passe en revue certaines tendances d'évolution à long terme. Le contenu de tous ces chapitres est décrit succinctement ci-dessous.



- *Le chapitre 2 dresse le profil de compétence des élèves en sciences.* Il commence par situer les résultats des élèves dans le contexte de la définition, de l'évaluation et du compte rendu des performances en sciences, puis se penche sur ce que les élèves sont capables de faire en sciences. Comme les résultats varient grandement selon les trois compétences scientifiques retenues, chacune d'entre elles fait l'objet d'une analyse spécifique après la présentation globale des performances. Ce chapitre se poursuit par une analyse des différents contenus scientifiques et des différences de performance entre les sexes par compétence et contenu. Toute comparaison du rendement des systèmes d'éducation doit nécessairement prendre en considération la situation économique et sociale des pays et le volume de ressources qu'ils investissent dans l'éducation. C'est la raison pour laquelle la dernière partie de ce chapitre interprète également les résultats des pays dans leur contexte économique et social.
- *Le chapitre 3 rend compte de l'engagement des élèves à l'égard des sciences.* Il commence par montrer dans quelle mesure les élèves sont enthousiastes à l'idée d'en apprendre davantage sur des sujets scientifiques, sont favorables à la recherche scientifique et accordent de la valeur aux sciences. Il se poursuit par la description des perceptions qu'ont les élèves de leurs capacités en sciences, notamment pour mener des tâches à caractère scientifique de manière efficace et pour surmonter des difficultés en résolvant des problèmes de nature scientifique. Il aborde également l'intérêt des élèves pour les sciences, en particulier leur engagement à l'égard de questions liées aux sciences, leur volonté d'acquérir des savoirs et savoir-faire scientifiques et leur éventuelle volonté d'envisager une carrière scientifique. Enfin, il rend compte des perceptions des élèves à propos de problèmes environnementaux et de leurs attitudes à cet égard. Lorsque cela est possible, le chapitre examine les liens entre ces différents aspects de l'engagement à l'égard des sciences et la performance des élèves.
- *Le chapitre 4 montre dans quelle mesure le rendement de l'apprentissage varie selon le milieu socioéconomique des familles et des établissements, un indicateur important de l'égalité des chances dans l'éducation.* Il commence par analyser de manière plus approfondie les écarts de performance mis en lumière au chapitre 2 et détermine en particulier dans quelle mesure la variation globale des performances des élèves est associée aux différences de résultat entre les différents établissements. Il étudie ensuite la relation entre le milieu socioéconomique et la performance des élèves et la façon dont la politique de l'éducation peut atténuer l'impact du désavantage socioéconomique.
- *Le chapitre 5 montre comment les systèmes d'éducation et les établissements peuvent rehausser la performance globale des élèves et, dans le même temps, atténuer l'impact du milieu socioéconomique sur la performance, afin de favoriser une répartition plus équitable des possibilités d'apprentissage.* Il étudie des leviers politiques et des caractéristiques des établissements liés aux conditions d'admission dans les établissements ; la sélectivité des établissements et le regroupement par aptitude ; les caractéristiques de gouvernance et de financement des établissements ; l'importance du choix des parents et leurs attentes envers l'établissement de leur enfant ; différents aspects de la responsabilité des établissements ; l'autonomie des établissements dans plusieurs domaines ; et une sélection de ressources humaines, matérielles et éducatives et leur répartition entre les établissements. Il se penche également sur la façon dont les facteurs interagissent dans les pays qui font état à la fois de performances supérieures à la moyenne et d'un impact du milieu socioéconomique sur les résultats d'apprentissage inférieur à la moyenne ; la relation des facteurs avec la performance des élèves avant et après la prise en compte des facteurs socioéconomiques ; et la relation des facteurs avec l'impact qu'exerce le milieu socioéconomique sur la performance, afin d'examiner la contribution de chaque facteur à l'équité de la répartition des possibilités d'apprentissage.
- *Le chapitre 6 analyse les résultats des élèves en mathématiques et en lecture lors du cycle PISA 2006 et rend compte de leur évolution depuis les cycles PISA précédents.*



En fin de rapport, une annexe technique décrit la construction des indices dérivés des questionnaires, examine le processus d'échantillonnage, rend compte des procédures d'assurance de la qualité, documente la conception et l'élaboration des instruments d'évaluation et fournit des informations sur la fidélité du codage. De nombreuses questions abordées dans l'annexe technique sont étudiées de manière plus approfondie dans le rapport technique sur le cycle PISA (*PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître).

Ce chapitre d'introduction est suivi du Guide du lecteur, qui a pour objet de faciliter l'interprétation des tableaux et graphiques de ce rapport.

Le Volume 2 de ce rapport contient les tableaux de données associés aux chapitres.



Notes

1. Le produit intérieur brut (PIB) des pays qui ont participé au cycle PISA 2006 représente 86 % du PIB mondial de 2006. Certaines des entités citées dans ce rapport sont désignées par l'expression générique d'« économies partenaires », car elles ne constituent pas à strictement parler des entités nationales.
2. Le présent rapport emploie les termes « Macédoine », « Moldavie », « Monténégro » et « Serbie » pour désigner l'ancienne République yougoslave de Macédoine, la République de Moldavie, la République du Monténégro et la République de Serbie.
3. Le site www.pisa.oecd.org propose des liens vers les sites des Centres nationaux PISA et des rapports nationaux sur l'enquête PISA.
4. Le questionnaire portant sur les connaissances en informatique du cycle PISA 2006 a été administré en Australie, Autriche, Belgique, Bulgarie, Canada, Chili, Colombie, Croatie, Corée, Danemark, Espagne, Finlande, Fédération de Russie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Japon, Jordanie, Lettonie, Lituanie, Macao-Chine, Monténégro, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Qatar, République slovaque, République tchèque, Serbie, Slovénie, Suède, Suisse, Thaïlande, Turquie et Uruguay.
5. Allemagne, Bulgarie, Colombie, Corée, Croatie, Danemark, Hong-Kong-Chine, Islande, Italie, Luxembourg, Macao-Chine, Nouvelle-Zélande, Pologne, Portugal, Qatar et Turquie.



Guide du lecteur

Données des figures

Les données auxquelles les chapitres 2 à 6 du présent rapport font référence sont présentées dans le Volume 2. Des détails supplémentaires sont disponibles sur le site Web de l'enquête PISA (www.pisa.oecd.org). Les cinq symboles suivants indiquent que des données sont manquantes :

- a la catégorie ne s'applique pas au pays concerné, les données sont donc manquantes ;
- c les observations sont trop peu nombreuses pour calculer des estimations fiables (par exemple, les données portent sur moins de 30 élèves ou 3 % des élèves ou les établissements ne sont pas suffisamment nombreux pour faire des déductions valides) ;
- m les données ne sont pas disponibles. Elles ont été collectées mais ont ensuite été exclues de la publication par des raisons techniques ;
- w les données ont été exclues à la demande du pays concerné ;
- x les données sont incluses dans une autre catégorie ou dans une autre colonne du tableau.

Calcul des moyennes internationales

La moyenne de l'OCDE est calculée pour la plupart des indicateurs présentés dans ce rapport. La valeur totale, calculée à l'échelle de l'OCDE tous pays confondus, est également ajoutée dans certains indicateurs :

- la moyenne de l'OCDE est calculée selon l'hypothèse que les pays membres de l'OCDE constituent une seule entité à laquelle chaque pays contribue dans la même mesure. Dans les statistiques telles que les proportions et les valeurs moyennes, la moyenne de l'OCDE est la moyenne arithmétique des valeurs de tous les pays de l'OCDE ;
- le total de l'OCDE est calculé selon l'hypothèse que les pays de l'OCDE constituent une seule entité à laquelle chaque pays contribue dans une mesure proportionnelle au nombre d'élèves de 15 ans inscrits dans ses établissements d'enseignement (voir l'annexe A3 pour des données chiffrées). Le total de l'OCDE permet de comparer les pays par rapport à la situation générale dans tous les pays de l'OCDE.

Dans ce rapport, le total de l'OCDE est la valeur utilisée lorsqu'il est fait référence à la situation dans l'ensemble des pays de l'OCDE, alors que la moyenne de l'OCDE est la variable employée lorsqu'il s'agit de comparer les performances des systèmes d'éducation entre eux. Par ailleurs, il arrive que les données de certains pays ne soient pas disponibles pour des indicateurs spécifiques ou que des catégories particulières de données ne soient pas applicables. Le lecteur doit garder présent à l'esprit le fait que les termes « moyenne de l'OCDE » et « total de l'OCDE » font référence aux pays inclus dans les comparaisons.



Arrondis

Dans certains tableaux, il arrive que la somme des chiffres ne corresponde pas exactement au total mentionné en raison des ajustements d'arrondi. Les totaux, les différences et les moyennes sont systématiquement calculés à partir des chiffres exacts. Ils ne sont arrondis qu'une fois calculés.

Toutes les erreurs types présentées dans ce rapport sont arrondies à la deuxième décimale. Si « 0.00 » est indiqué, cela ne signifie pas que l'erreur type est nulle, mais qu'elle est inférieure à 0.005.

Présentation des données relatives aux élèves

Le rapport désigne la population cible de l'enquête PISA par l'expression générique « les jeunes de 15 ans ». En pratique, il fait référence aux élèves qui avaient entre 15 ans et 3 mois accomplis et 16 ans et 2 mois accomplis au moment de l'évaluation et qui avaient suivi au moins 6 années d'enseignement formel, quels que soient le mode de scolarisation (à temps plein ou à temps partiel), la filière d'enseignement (générale ou professionnelle), ou le type d'établissement (établissement privé, public, ou étranger).

Présentation des données relatives aux établissements

Les chefs d'établissement des élèves soumis à l'évaluation ont été priés de remplir un questionnaire portant sur les caractéristiques de leur établissement. Les réponses des chefs d'établissement présentées dans ce rapport sont pondérées en fonction des effectifs d'élèves de 15 ans inscrits dans leur établissement.

Abréviations

Les abréviations suivantes sont employées dans ce rapport :

- GDP Produit intérieur brut (PIB)
- ISCED Classification internationale type de l'éducation (CITE)
- PPP Parités de pouvoir d'achat (PPA)
- S.D. Écart type (Éc. T.)
- S.E. Erreur type (Er. T.)

Autres références

Pour plus d'informations sur les instruments d'évaluation et la méthodologie de l'enquête PISA, il y a lieu de consulter le rapport technique sur le cycle PISA 2006 (*PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître) et le site Web de l'enquête PISA (www.pisa.oecd.org).

Ce rapport applique le système « StatLinks » de l'OCDE : tous les tableaux et figures sont accompagnés d'un lien hypertexte (URL) qui donne accès à un classeur au format Excel contenant les données de référence. Ces liens sont stables et ne seront pas modifiés à l'avenir. De plus, il suffit aux lecteurs de la version électronique de *PISA 2006 : Les compétences en sciences, un atout pour réussir* de cliquer sur ces liens pour ouvrir les classeurs correspondants dans une autre fenêtre.



2

Le profil de performance des élèves en sciences

Introduction	2
Mode d'évaluation de la performance des élèves en sciences dans l'enquête PISA	3
▪ L'approche retenue à l'égard des sciences dans l'enquête PISA	3
▪ La définition de la culture scientifique dans l'enquête PISA	5
▪ Le cadre d'évaluation de la culture scientifique dans l'enquête PISA	5
▪ Les unités de sciences du cycle PISA 2006	11
▪ Compte rendu des résultats	12
▪ Aperçu des items PISA de sciences	17
Les compétences scientifiques des élèves	21
▪ La performance des élèves en sciences	21
La performance des élèves par compétence et catégorie de connaissances scientifiques	37
▪ La performance des élèves par compétence scientifique	37
▪ La performance des élèves par catégorie de connaissances scientifiques	45
Analyse détaillée de la performance des élèves par compétence scientifique	51
▪ La performance des élèves sur l'échelle d'identification de questions d'ordre scientifique	52
▪ La performance des élèves sur l'échelle d'explication scientifique de phénomènes	61
▪ La performance des élèves sur l'échelle d'utilisation de faits scientifiques	74
Conséquences pour l'action publique	88
▪ Répondre aux besoins d'excellence en sciences	88
▪ Assurer de solides compétences de base en sciences	88
▪ Les points forts et les points faibles des élèves par compétence et domaine scientifique	89
▪ Écarts de performance entre les sexes	90
▪ L'importance des résultats	91



INTRODUCTION

Dans quelle mesure les élèves maîtrisent-ils les théories et les concepts scientifiques fondamentaux ? Sont-ils capables d'identifier les questions d'ordre scientifique, d'expliquer les phénomènes de manière scientifique et d'utiliser des faits scientifiques lorsqu'ils rencontrent, interprètent et résolvent des problèmes du monde réel en rapport avec les sciences et la technologie ? L'enquête PISA propose une série de bases de comparaison internationales pour répondre à ces questions et, ainsi, éclairer les décideurs et les enseignants et les aider à améliorer l'enseignement des matières scientifiques et l'acquisition de savoirs et savoir-faire scientifiques. Ces bases de comparaison portent sur les aspects suivants :

- la mesure dans laquelle les élèves comprennent les théories et les concepts scientifiques et sont capables de faire des extrapolations à partir de leurs acquis en sciences et d'appliquer leurs connaissances scientifiques à des problèmes du monde réel ;
- l'intérêt des élèves pour les sciences, la valeur qu'ils accordent aux approches scientifiques adoptées pour comprendre le monde et leur volonté de s'engager dans une démarche scientifique ;
- l'environnement scolaire des élèves, notamment le milieu socioéconomique de leurs condisciples, et d'autres facteurs dont certaines études ont établi qu'ils sont associés aux résultats scolaires.

Le cycle PISA 2006 est la première étude internationale qui cherche à la fois à mesurer le niveau de compétence des élèves en sciences et à évaluer leur intérêt, leurs attitudes et leur environnement scolaire propres à ces matières. Il offre donc la possibilité de comparer la variation des performances en sciences des élèves d'un pays à l'autre et, au sein même des pays, d'un établissement à l'autre. Par rapport aux cycles précédents d'évaluation des sciences de l'enquête PISA, deux changements majeurs ont été mis en place : tout d'abord, le cycle de 2006 opère une distinction plus nette entre les *connaissances à propos des sciences* en tant que forme de recherche humaine et les *connaissances en sciences*, c'est-à-dire les connaissances sur le monde naturel et son articulation en différentes disciplines scientifiques. En particulier, PISA 2006 accentue les *connaissances à propos des sciences* en tant qu'élément des performances en sciences par l'introduction d'items qui mettent en évidence les connaissances des élèves sur les caractéristiques principales des sciences. Par ailleurs, le cadre d'évaluation du cycle PISA 2006 a été enrichi par l'ajout d'une composante supplémentaire, à savoir la relation entre sciences et technologie. On notera également deux évolutions importantes dans la façon dont le cycle PISA 2006 a évalué la culture scientifique, par rapport aux cycles de 2000 et 2003. En premier lieu, pour distinguer plus clairement l'évaluation de la *culture scientifique* de celle de la *compréhension de l'écrit*, les items de sciences du cycle PISA 2006 ont nécessité, en moyenne, un volume de lecture inférieur à celui des cycles précédents. En second lieu, on compte quelque 108 items de sciences dans le cycle PISA 2006, contre 35 pour le cycle PISA 2003 ; parmi ceux-ci, 22 items figurent à la fois dans le cycle PISA 2006 et le cycle PISA 2003 et 14 figurent à la fois dans le cycle PISA 2006 et le cycle PISA 2000.

Les sciences sont pour la première fois le domaine majeur d'évaluation d'un cycle PISA. Les résultats de ce cycle constitueront la base de comparaison de l'évolution des compétences scientifiques à l'avenir et ne peuvent être comparés aux résultats de sciences des cycles précédents, contrairement à ceux de lecture ou de mathématiques. Qui plus est, les différences de performances en sciences que le lecteur pourra observer en comparant les scores en sciences du cycle PISA 2006 aux scores en sciences des cycles précédents sont largement imputables aux modifications apportées à la fois à la nature même de l'évaluation des sciences et à la conception des tests¹.

Ce chapitre décrit le mode d'évaluation et de compte rendu des compétences scientifiques des élèves dans l'enquête PISA, avec à l'appui de nombreux exemples. Il se poursuit par des analyses qui permettent de cerner ce que les élèves de différents pays sont capables de faire en sciences.



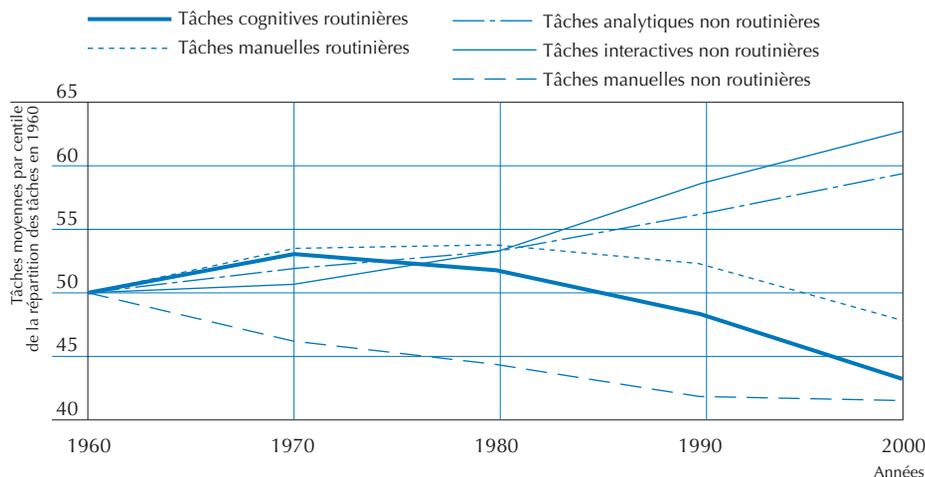
Toute comparaison du rendement des systèmes d'éducation doit nécessairement prendre en considération la situation économique et sociale des pays et le volume de ressources qu'ils investissent dans l'éducation. C'est la raison pour laquelle la dernière partie de ce chapitre interprète les résultats des pays dans leur contexte économique et social. Le chapitre 4 prolonge cette analyse et montre dans quelle mesure le milieu social des élèves et des établissements influe sur le rendement de l'apprentissage, tandis que le chapitre 5 étudie les facteurs individuels, scolaires et systémiques qui contribuent à expliquer les écarts de performance observés entre les élèves, les établissements et les pays.

MODE D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES EN SCIENCES DANS L'ENQUÊTE PISA

L'approche retenue à l'égard des sciences dans l'enquête PISA

Contrairement à de nombreuses évaluations classiques de la performance des élèves en sciences, l'enquête PISA ne se borne pas à mesurer leur degré de maîtrise de contenus scientifiques spécifiques, mais cherche à déterminer dans quelle mesure ils sont capables d'identifier des questions d'ordre scientifique, d'expliquer des phénomènes de manière scientifique et d'utiliser des faits scientifiques lorsqu'ils rencontrent, interprètent et résolvent des problèmes de la vie en rapport avec les sciences et la technologie et qu'ils prennent des décisions à leur propos.

Encadré 2.1 Évolution des compétences demandées sur le marché du travail – évolution des tâches routinières et non routinières aux États-Unis depuis 1960



Source : Autor *et al.*, 2003 ; Levy et Murnane, 2006.

Remarque : les données sont agrégées dans 1 120 cellules par sexe, niveau de formation et secteur, dont chacune est associée à une valeur correspondant à son classement dans la répartition des tâches de 1960 (définie sur base des cellules de 1960). Les courbes représentent les moyennes pondérées d'emploi de chaque centile durant les années de référence.

Ce graphique montre la diminution des tâches physiques bien définies par des règles d'induction ou de déduction ainsi que celle des tâches physiques qui ne se prêtent pas à une description par des règles conditionnelles, car elles nécessitent une inspection visuelle ou une intervention manuelle très précise qu'il est extrêmement difficile de programmer sur ordinateur. La diminution de la demande en matière de tâches manuelles a été abondamment débattue.

...



La régression significative des tâches cognitives bien définies par des règles d'induction ou de déduction n'a pour sa part guère mobilisé l'attention. Parce que ces tâches cognitives peuvent être accomplies moyennant le respect de procédures, elles sont les premières à faire l'objet d'une informatisation : les chiffres cités précédemment montrent que c'est dans cette catégorie de tâches que le recul a été le plus sensible ces dix dernières années. De plus, les tâches reposant sur des procédures sont plus faciles que d'autres à délocaliser à l'étranger. Quand les tâches reviennent à appliquer des procédures opérationnelles normalisées, il suffit d'expliquer le processus une seule fois, ce qui simplifie grandement les interactions avec les producteurs étrangers. Il n'en va pas de même avec les tâches qui ne suivent pas de procédures bien définies, dont chaque produit est un cas à part. De même, les tâches qui se réduisent à l'application de procédures sont nettement plus faciles à contrôler en termes de qualité. Ce qui précède montre bien que les élèves qui sont uniquement capables de reproduire les savoirs et savoir-faire qu'ils ont acquis risquent de n'être essentiellement préparés qu'à exercer des fonctions qui disparaissent progressivement du marché du travail dans de nombreux pays. En d'autres termes, les compétences qui sont les plus faciles à enseigner et à évaluer ne suffisent plus à préparer les jeunes pour l'avenir.

À l'inverse, le graphique révèle une forte augmentation de la demande pour les tâches de communication complexe, qui impliquent des interactions avec des personnes pour obtenir des informations, les expliquer ou en utiliser des implications pour convaincre des interlocuteurs de la nécessité d'agir. À titre d'exemple, citons le cadre qui motive ses subalternes, le vendeur qui analyse la réaction d'un client devant un article, un professeur de biologie qui explique la division cellulaire ou un ingénieur qui démontre qu'un prototype de lecteur de DVD est révolutionnaire. Des hausses comparables ont été enregistrées dans le domaine des tâches de réflexion et d'expertise, qui impliquent la résolution de problèmes dont la solution n'est pas normalisée. Diagnostiquer une maladie chez un patient présentant des symptômes atypiques, confectionner un délicieux repas à partir de produits frais achetés au marché le matin même, régler le moteur d'un véhicule qui tourne mal alors que le logiciel de diagnostic conclut à l'absence de toute panne sont autant d'exemples de cette catégorie de tâches. Ces tâches requièrent un processus de réflexion pure : le traitement de l'information ne peut être programmé sur ordinateur. L'informatique ne peut se substituer à l'homme pour effectuer ces tâches, même si elle lui est utile, car elle améliore l'accessibilité de l'information.

Cet encadré s'inspire d'une analyse de l'évolution de la demande de compétences sur le marché du travail aux États-Unis, qui a été réalisée par le Massachusetts Institute of Technology et la Harvard Graduate School for Education (Levy et Murnane, 2006).

Cette approche reflète la nature des compétences valorisées dans les sociétés modernes qui interviennent dans de nombreux aspects de la vie, de la réussite professionnelle à la citoyenneté active. Elle traduit aussi une autre réalité, en l'occurrence l'évolution des sociétés et des marchés du travail sous l'effet de la mondialisation et de l'informatisation. Selon toute vraisemblance, le travail qui peut être effectué à moindre coût par des ordinateurs ou dans des pays à bas salaires va continuer à disparaître des pays de l'OCDE. C'est particulièrement vrai dans les secteurs d'activité où l'information peut être transmise dans des formulaires qui se prêtent à un traitement informatique et/ou les processus se déroulent selon des procédures simples et faciles à expliquer. Afin d'illustrer ce phénomène, l'encadré 2.1 analyse l'évolution au fil des générations des exigences sur le marché du travail aux États-Unis. Il en ressort que contrairement



aux idées reçues, ce n'est pas le volume de tâches manuelles qui a le plus diminué ces dix dernières années, mais le volume de tâches cognitives de routine, c'est-à-dire les tâches intellectuelles bien définies par des règles de déduction ou d'induction qui sont très courantes dans les postes intermédiaires. Ce constat montre que les élèves qui sont uniquement capables de reproduire les savoirs et savoir-faire qu'ils ont acquis risquent de n'être essentiellement préparés qu'à exercer des fonctions qui disparaissent progressivement du marché du travail dans de nombreux pays. Pour participer pleinement à la vie économique à l'heure de la mondialisation, les élèves doivent être capables de résoudre des problèmes dont la solution ne suit pas un chemin tout tracé et de communiquer des idées scientifiques complexes de manière claire et convaincante. Dans son souci de suivre cette évolution, l'enquête PISA a conçu des épreuves d'évaluation qui vont au-delà de la simple restitution de connaissances scientifiques.

La définition de la culture scientifique dans l'enquête PISA

Dans la perspective du cycle PISA 2006, la *culture scientifique* a été définie comme suit :

- *les connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles les sciences peuvent apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur les faits à propos de questions à caractère scientifique.* Par exemple, un individu qui lit un article sur la santé est-il capable de distinguer les aspects scientifiques de ceux qui ne le sont pas ? Est-il capable d'exploiter ses connaissances pour justifier des décisions personnelles ?
- *la compréhension des éléments caractéristiques des sciences en tant que forme de recherche et de connaissance humaines.* Par exemple, les individus sont-ils capables de faire la différence entre des explications basées sur des faits et des opinions personnelles ?
- *la conscience du rôle des sciences et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel.* Par exemple, les individus sont-ils capables d'identifier et d'expliquer le rôle des technologies dans l'économie, l'organisation sociale et la culture d'un pays ? Sont-ils conscients des changements environnementaux et de leurs conséquences sur la stabilité économique et sociale ?
- *la volonté de s'engager en tant que citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives aux sciences.* Cette dimension de la culture scientifique renvoie à la valeur que les élèves confèrent à la science, tant à ses thèmes qu'à sa démarche, comme moyen de comprendre le monde et de résoudre des problèmes. Que les élèves soient capables de mémoriser des informations et de les restituer ne signifie pas nécessairement qu'ils s'orienteront vers des professions scientifiques ou qu'ils s'intéresseront à des questions scientifiques. En savoir davantage sur l'intérêt que les jeunes de 15 ans portent aux sciences, sur la valeur qu'ils confèrent à la démarche scientifique et sur la responsabilité qu'ils assument à l'égard de la résolution des problèmes environnementaux permet de proposer aux décideurs des indicateurs précoces qui montrent à quel point les citoyens sont favorables aux sciences en tant qu'élément moteur du progrès social.

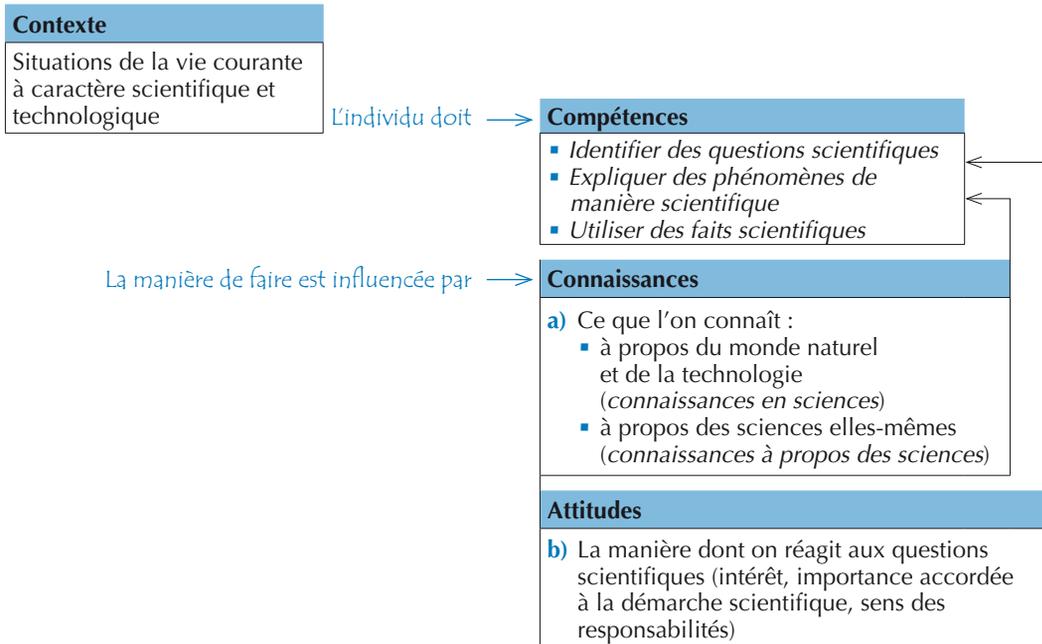
Le cadre d'évaluation de la culture scientifique dans l'enquête PISA

Le cycle PISA 2006 définit la *culture scientifique* et met au point ses épreuves d'évaluation au sein d'un cadre conceptuel constitué de quatre aspects interdépendants : les situations et les domaines de connaissances dans lesquelles les tâches s'inscrivent, les compétences que les élèves doivent appliquer et, enfin, les attitudes des élèves (voir la figure 2.1).



Figure 2.1

Le cadre d'évaluation de la culture scientifique du cycle PISA 2006

**Contexte**

Dans le respect du principe de l'enquête PISA d'évaluer dans quelle mesure les élèves sont préparés à la vie adulte, les items de sciences retenus à l'occasion du cycle PISA 2006 s'inscrivent dans un large éventail de situations de la vie en rapport avec divers domaines scientifiques et technologiques, en l'occurrence la « Santé », les « Ressources naturelles », la « Qualité de l'environnement », les « Risques » et, enfin, les « Frontières des sciences et de la technologie ». Les items se situent dans trois grandes catégories de contexte : les contextes *personnels* (l'individu, sa famille et ses semblables), les contextes *sociaux* (la collectivité) et les contextes *globaux* (la vie dans le monde). Ces contextes ont été choisis en raison de leur pertinence par rapport à la vie et aux centres d'intérêt des élèves et illustrent des situations en rapport avec les sciences que les adultes rencontrent souvent. Tous les jours ou presque, les adultes entendent parler de sujets liés à la santé, à l'exploitation des ressources, à la qualité de l'environnement, à la réduction des risques et aux progrès des sciences et de la technologie et doivent prendre des décisions dans ces domaines. Ces contextes scientifiques correspondent également à de grands enjeux auxquels les décideurs sont confrontés. La figure 2.2 illustre le croisement des situations et des contextes, avec des exemples de la vie courante à l'appui.

Compétences

Les items de sciences retenus lors du cycle PISA 2006 demandent aux élèves d'*identifier des questions d'ordre scientifique*, d'*expliquer des phénomènes de manière scientifique* et d'*utiliser des faits scientifiques*. Ces trois compétences ont été choisies en raison de leur importance dans les pratiques scientifiques et de leur lien avec des facultés cognitives essentielles telles que le raisonnement déductif et inductif, la réflexion basée sur les systèmes, la prise de décision critique, la transposition de l'information (par exemple, la présentation de données brutes sous la forme de tableaux ou de graphiques), l'élaboration et la communication d'explications ou d'arguments fondés sur des données, la modélisation et l'utilisation des sciences. La figure 2.3 décrit les caractéristiques fondamentales de ces trois compétences en sciences.



Figure 2.2

Contextes en sciences du cycle PISA 2006

	Contextes personnels (l'individu, sa famille et ses semblables)	Contextes sociaux (la communauté)	Contextes globaux (la vie dans le monde)
« Santé »	Préservation de la santé, prévention des accidents et nutrition	Prévention des maladies, transmission des maladies, choix alimentaires et santé publique	Gestion des épidémies et propagation de maladies infectieuses
« Ressources naturelles »	Consommation personnelle de ressources et d'énergie	Maintien de la qualité de la vie humaine, sécurité, production et distribution d'aliments et approvisionnement en énergie	Énergies renouvelables et non renouvelables, systèmes naturels, croissance démographique et exploitation durable des espèces
« Qualité de l'environnement »	Comportement respectueux envers l'environnement, utilisation des ressources et élimination des déchets	Démographie, gestion des déchets, impact sur l'environnement et météorologie locale	Biodiversité, durabilité environnementale, contrôle de la pollution et épuisement et régénération des sols
« Risques »	Risques naturels et dus à l'homme, décisions concernant le logement	Changements rapides (séismes, temps violent), changements lents et progressifs (érosion des côtes, sédimentation), évaluation des risques	Changement climatique et impact des guerres modernes
« Frontières des sciences et de la technologie »	Intérêt pour les explications scientifiques de phénomènes naturels et hobbies, sports et loisirs liés à la science, y compris la musique et les technologies utilisées à titre individuel	Matériaux, appareils et procédés nouveaux, modification génétique et transport	Extinction des espèces, exploration spatiale et origine et structure de l'univers

Figure 2.3

Compétences en sciences du cycle PISA 2006

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 sciences dans une situation donnée
- Décrire ou expliquer des phénomènes de manière scientifique et prévoir leurs 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



Les exemples qui illustrent ces compétences sont légion, mais le changement climatique mondial est particulièrement représentatif, car il figure parmi les problèmes mondiaux à la une de l'actualité. Lorsque les citoyens en entendent parler ou lisent des articles à ce propos, ils doivent être capables de distinguer les aspects scientifiques, économiques et sociaux en jeu. Il n'est pas rare, par exemple, d'entendre des chercheurs expliquer les causes et les conséquences des émissions de gaz carbonique dans l'atmosphère. Comme cette perspective scientifique est parfois contrée par des arguments économiques, les citoyens doivent être capables de distinguer les avis scientifiques des points de vue économiques. De plus, ils se trouvent face à de nombreuses informations, parfois contradictoires, à propos de phénomènes : ils doivent donc être capables d'accéder au savoir scientifique et de comprendre les évaluations scientifiques émanant de diverses instances. Enfin, ils doivent être à même d'utiliser les résultats de recherches scientifiques pour étayer leurs conclusions à propos de questions scientifiques aux conséquences personnelles, sociales et mondiales.

Connaissances scientifiques

Selon le concept retenu à l'occasion du cycle PISA 2006, la *culture scientifique* vise à la fois les *connaissances en sciences* (les connaissances à propos des différentes disciplines scientifiques et du monde naturel) et les *connaissances à propos des sciences* elles-mêmes en tant que forme de recherche humaine. Les connaissances en sciences correspondent aux théories et concepts scientifiques fondamentaux, tandis que les connaissances à propos des sciences renvoient à la nature même des sciences. Parmi les items de sciences du cycle PISA 2006, certains évaluent les *connaissances en sciences*, et d'autres, les *connaissances à propos des sciences*.

Comme les connaissances scientifiques qui se prêtent à une évaluation PISA sont innombrables, il s'est révélé nécessaire de structurer les contenus à privilégier lors de l'évaluation des *connaissances en sciences* des élèves. L'enquête PISA cherche à déterminer dans quelle mesure les élèves sont capables d'appliquer leurs connaissances dans des contextes pertinents de leur vie. C'est la raison pour laquelle les connaissances à évaluer ont été choisies dans les grandes disciplines scientifiques, en l'occurrence la physique, la chimie, la biologie, les sciences de la Terre et de l'univers et, enfin, la technologie, dans le respect des critères suivants :

- les connaissances retenues doivent être pertinentes par rapport à des situations de la vie réelle ;
- elles doivent représenter des concepts fondamentaux d'une utilité durable ;
- elles doivent être en adéquation avec le niveau de développement des jeunes de 15 ans.

La figure 2.4 présente les quatre catégories de connaissances en sciences qui ont été retenues en vue du cycle PISA 2006 après l'application des critères ci-dessus au grand éventail de connaissances se prêtant à ce type d'évaluation. Ces quatre catégories de connaissances sont : les « systèmes physiques », les « systèmes vivants », les « systèmes de la Terre et de l'univers » et, enfin, les « systèmes technologiques ». Ces quatre grands domaines recouvrent les connaissances importantes dont les adultes ont besoin pour comprendre le monde naturel et donner du sens à des expériences qui se situent dans des contextes *personnels, sociaux* et *globaux*. C'est la raison pour laquelle le terme « système » est employé en lieu et place du terme « sciences » dans le descriptif des domaines d'évaluation. Le choix de ce terme traduit l'idée que les citoyens doivent comprendre des concepts et des contextes sur la base de leurs composantes et de leur interdépendance. Les programmes traditionnels de cours scientifiques présentent souvent les concepts scientifiques en mettant l'accent sur une discipline particulière, la chimie, la physique ou la biologie par exemple. Or, cette orientation va à l'encontre du mode d'application des sciences pour



la plupart des individus : dans la vie professionnelle et quotidienne, les thématiques scientifiques se confondent dans plusieurs disciplines et supposent des interactions avec des considérations sans rapport avec les sciences. Par exemple, pour cerner les implications de la production nucléaire d'électricité, il faut être capable d'identifier les composantes physiques et biologiques des systèmes de la Terre ainsi que les impacts sociaux et économiques de cette source d'énergie. Les items des épreuves PISA reflètent ce chevauchement des disciplines.

Figure 2.4

Catégories de connaissances en sciences du cycle PISA 2006

« **Systèmes physiques** »

- Structure de la matière (exemples : modèles de particules et liaisons intramoléculaires)
- Propriétés de la matière (exemples : changements d'état et conductivité thermique et électrique)
- Changements chimiques de la matière (exemples : réactions, transfert d'énergie et acides et bases)
- Forces et mouvements (exemples : vitesse et friction)
- Énergie et transformation de l'énergie (exemples : conservation, dissipation et réactions chimiques)
- Interactions entre l'énergie et la matière (exemples : ondes lumineuses et radioélectriques et ondes sonores et sismiques)

« **Systèmes vivants** »

- Cellules (exemples : structures et fonctions, ADN et faune et flore)
- Être humain (exemples : santé, nutrition, sous-systèmes [digestion, respiration, circulation et excrétion] et interactions entre sous-systèmes, maladies et reproduction)
- Populations (exemples : espèces, évolution, biodiversité et variation génétique)
- Écosystèmes (exemples : chaînes alimentaires et flux de matière et d'énergie)
- Biosphère (exemples : services écosystémiques et durabilité)

« **Systèmes de la Terre et de l'univers** »

- Structures des systèmes terrestres (exemples : lithosphère, atmosphère et hydrosphère)
- Énergie des systèmes terrestres (exemples : sources d'énergie et climat mondial)
- Changements dans les systèmes terrestres (exemples : tectonique des plaques, cycles géochimiques et forces constructives et destructives)
- Histoire de la Terre (exemples : fossiles et origine et évolution de la Terre)
- Place de la Terre dans l'univers (exemples : gravité et systèmes solaires)

« **Systèmes technologiques** »

- Rôle des applications technologiques (exemples : résolution de problèmes, contribution à la satisfaction des besoins et des attentes de l'homme et conception et mise en œuvre des recherches)
- Relations entre les sciences et la technologie (exemple : contribution de la technologie aux progrès scientifiques)
- Concepts (exemples : optimisation, compromis et arbitrages, coûts, risques et bénéfices)
- Principes importants (exemples : critères, contraintes, coûts, innovation, invention et résolution de problèmes)

L'enquête PISA distingue deux catégories de *connaissances à propos des sciences*. La première catégorie, « démarche scientifique », porte sur le processus qui est au centre de la recherche scientifique et sur ses différentes composantes, tandis que la seconde, « explications scientifiques », correspond aux résultats de la recherche scientifique. On peut considérer que la démarche scientifique est l'ensemble des moyens que la science utilise (comment les chercheurs obtiennent des données) et que les explications sont ses objectifs (comment les chercheurs utilisent leurs données). Les exemples donnés à la figure 2.5 illustrent le contenu de chaque catégorie.



Figure 2.5

Catégories de connaissances à propos des sciences du cycle PISA 2006

« Démarche scientifique »

- Point de départ (exemples : curiosité et questions scientifiques)
- Objectif (exemples : produire des éléments de preuve qui aident à répondre à des questions scientifiques, les hypothèses, théories et modèles actuels qui guident les recherches)
- Expériences (exemples : choix du type d'investigation scientifique en fonction de la nature de la question et conception)
- Types de données (exemples : données quantitatives [mesures] et données qualitatives [observations])
- Mesure (exemples : incertitude inhérente, reproductibilité, variations et précision des appareils et des procédures)
- Caractéristiques des résultats (exemples : résultats empiriques, provisoires ou susceptibles d'être mis à l'épreuve, d'être falsifiés ou de se corriger eux-mêmes)

« Explications scientifiques »

- Types d'explication (exemples : hypothèses, théories, modèles et lois scientifiques)
- Origine (exemples : rôles des connaissances existantes et des faits nouveaux, créativité et imagination et raisonnement logique)
- Principes à respecter (exemples : cohérence logique, recours aux faits comme éléments de preuve et connaissances historiques et contemporaines)
- Produits (exemples : créer de nouvelles connaissances, de nouvelles méthodes et de nouvelles technologies et de nouvelles questions)

Attitudes

Les programmes de cours de sciences sont conçus pour inculquer des connaissances scientifiques et techniques aux élèves, mais ils poursuivent également un autre objectif important, à savoir éveiller leur intérêt pour les sciences et les amener à accorder de la valeur à la démarche scientifique. Les attitudes que les élèves adoptent à l'égard des sciences interviennent dans une grande mesure dans leur décision d'enrichir leurs connaissances scientifiques, d'embrasser une profession à caractère scientifique et d'appliquer des concepts et des méthodes scientifiques de manière productive dans leur vie. La notion de compétences en sciences retenue dans l'enquête PISA implique non seulement d'évaluer les capacités des individus en sciences, mais également de cerner leurs attitudes à l'égard des sciences. Les compétences en sciences d'un individu dépendent aussi de ses attitudes, de ses convictions, de ses inclinations, de sa perception de son efficacité et de ses valeurs. L'inclusion des attitudes dans le cycle PISA 2006 et de la nature des dimensions choisies se fondent sur une revue de la littérature sur les attitudes (OCDE, 2006a).

Le cycle PISA 2006 a collecté des données sur les attitudes et l'engagement des élèves envers les sciences dans quatre domaines : *la valeur accordée à la démarche scientifique, l'image de soi en sciences, l'intérêt pour les sciences et la responsabilité vis-à-vis des ressources et de l'environnement* (voir la figure 2.6). Ces dimensions ont été retenues parce qu'elles permettent d'établir un profil international des attitudes générales des élèves à l'égard des sciences, de leurs attitudes et de leurs valeurs spécifiques envers les sciences et de leur sens des responsabilités concernant des questions relatives aux sciences qui ont des ramifications personnelles, locales, nationales et internationales. Les mesures utilisées dans ce domaine, ainsi que les résultats, sont décrits en détail dans le chapitre 3.



Figure 2.6

Évaluation des attitudes des élèves du cycle PISA 2006

Valeur accordée à la démarche scientifique

- Admettre qu'il est important d'envisager des perspectives et des arguments scientifiques différents
- Considérer qu'il est important d'utiliser des informations factuelles et des explications rationnelles
- Valoriser l'utilisation de procédés rationnels et minutieux pour tirer des conclusions

Perception de soi en sciences

- Mener efficacement des tâches de nature scientifique
- Surmonter les difficultés à résoudre des problèmes d'ordre scientifique
- Démontrer de solides capacités en sciences

Intérêt pour les sciences

- Se montrer curieux à propos des sciences et de questions et activités scientifiques
- Se montrer désireux d'acquérir de nouveaux savoirs et savoir-faire en sciences, en utilisant diverses sources et méthodes
- Rechercher spontanément des informations et garder un intérêt constant pour les sciences, y compris envisager une profession à caractère scientifique

Responsabilité vis-à-vis des ressources et de l'environnement

- Se montrer conscient des responsabilités personnelles pour la préservation d'un environnement durable
- Se montrer conscient des conséquences environnementales d'activités personnelles
- Montrer une volonté d'agir pour la préservation des ressources naturelles

Les unités de sciences du cycle PISA 2006

Les unités de sciences du cycle PISA 2006 ont été élaborées sous la direction d'un panel d'experts internationaux sur la base de la contribution et de l'expertise des pays participants dans le souci de traduire les divers aspects du cadre d'évaluation cités précédemment : les contextes, les compétences, les connaissances et les attitudes. La batterie d'items de sciences de la campagne définitive du cycle PISA 2006 a été constituée à partir des items soumis par les pays participants. Dans l'enquête PISA, les unités d'évaluation sont constituées d'un stimulus, suivi de plusieurs questions. Chaque item se caractérise par son contexte, les compétences auxquelles il fait appel et les connaissances qu'il fait intervenir. Dans chaque unité, le contexte correspond au stimulus – généralement un texte bref accompagné d'un tableau, d'un graphique, d'un diagramme ou d'une illustration. Les élèves doivent avoir une certaine capacité en lecture pour comprendre les items de sciences et y répondre, même si le stimulus est écrit en langage clair et simple et est aussi bref que possible compte tenu des informations à présenter. Aspect plus important encore, les items exigent tous des élèves qu'ils appliquent une ou plusieurs compétences scientifiques ainsi que des *connaissances en sciences* et/ou des *connaissances à propos des sciences*.

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, les items se présentent sous divers formats. Nombreux sont ceux qui demandent aux élèves de rédiger leur réponse avec leurs propres mots. Les élèves doivent tantôt écrire les calculs qu'ils ont faits pour montrer les méthodes et les processus de réflexion qui les ont amenés à la réponse, tantôt expliquer leur réponse, ce qui permet une nouvelle fois d'identifier certains aspects des méthodes et des processus de réflexion qu'ils ont appliqués. Le codage de ces items à réponse construite ouverte nécessite l'intervention de correcteurs professionnels spécialement formés, dont la mission consiste à classer les réponses dans des catégories bien définies. Des consignes de correction détaillées ont été rédigées et des formations au codage dispensées aux correcteurs ont été organisées pour garantir la précision du codage et sa cohérence dans tous les pays, gage de résultats fiables et de comparabilité



internationale. De plus, la cohérence du processus de codage et du travail des correcteurs a été vérifiée de manière plus approfondie dans chaque pays : un sous-échantillon de réponses d'élèves prélevé dans chaque pays a été corrigé de manière centralisée par quatre correcteurs différents. La fidélité du codage a ensuite été évaluée et a fait l'objet d'une documentation. Enfin, un sous-échantillon d'items a fait l'objet d'une étude de fidélité inter-pays pour vérifier la cohérence des codages entre équipes de correcteurs de plusieurs pays. Lors de ce processus, des carnets de test ont été corrigés par des professionnels multilingues spécialement formés, et leurs résultats ont été comparés à ceux des correcteurs nationaux dans les différents pays participants. Ce processus a conclu à un codage très cohérent entre pays. Pour plus de précisions voir l'annexe 6 et le rapport technique de PISA 2006 (OCDE, à paraître).

Dans d'autres items à réponse construite, le codage porte uniquement sur la réponse des élèves, et non sur le raisonnement qu'ils ont suivi pour y parvenir. Dans bon nombre de ces items à réponse construite fermée, la réponse se présente sous un format numérique ou sous un autre format fixe et se prête à un codage selon des critères bien définis. Le codage de ces items peut être informatisé, car il ne requiert généralement pas l'intervention de correcteurs spécialisés.

La batterie d'items du cycle PISA 2006 contient également des items qui demandent aux élèves de choisir une ou plusieurs réponses parmi celles qui leur sont proposées. Appartiennent à cette catégorie les items standard à choix multiple, qui demandent aux élèves de sélectionner une réponse parmi celles qui leur sont proposées, et les items complexes à choix multiple, qui comportent plusieurs questions auxquelles les élèves répondent en choisissant une option de réponse parmi celles proposées. Ces items peuvent être corrigés automatiquement.

Un crédit est accordé aux élèves pour chaque réponse acceptable fournie. Lors de l'élaboration des épreuves, des essais de terrain de grande envergure ont été réalisés dans tous les pays participants, l'année précédant l'évaluation, dans le but d'identifier le plus large éventail possible de réponses aux items à réponse construite. Ces réponses ont ensuite été classées dans des catégories distinctes par les développeurs de test pour calculer les scores. Les réponses aux items qui ne suscitent aucune ambiguïté sont faciles à déclarer correctes ou incorrectes. Il n'en va pas de même avec d'autres items, qui peuvent donner lieu à plusieurs réponses correctes différentes ou à certaines réponses plus correctes que d'autres. Pour ces items, trois catégories de réponses ont été créées selon la qualité de la réponse : la première catégorie correspond aux meilleures réponses, la deuxième, aux réponses qui sont moins bonnes que celles de la première catégorie, mais meilleures que celles de la troisième catégorie, et ainsi de suite. Un crédit complet ou partiel est attribué selon la catégorie de réponses.

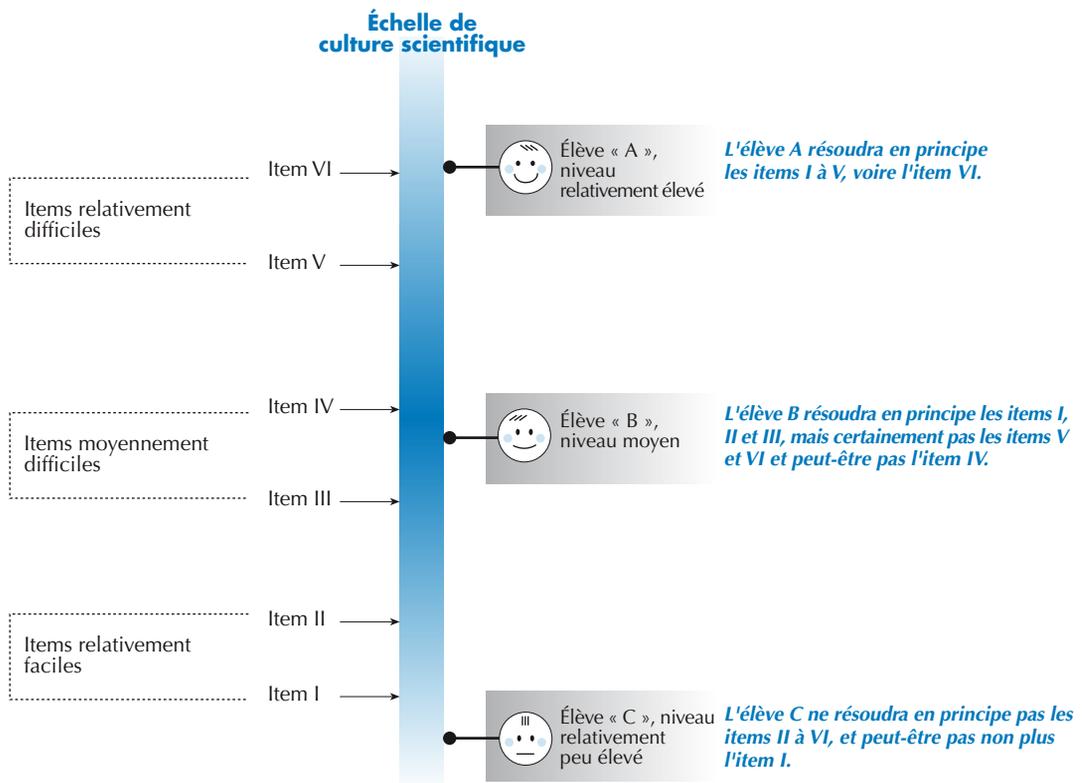
Compte rendu des résultats

La batterie d'items de sciences du cycle PISA 2006 a été divisée en « blocs » d'items d'une demi-heure, comme la batterie d'items de compréhension de l'écrit et de mathématiques. Ces blocs d'items ont été répartis dans différents carnets de test, à raison de quatre blocs par carnet, pour constituer au total deux heures de test par élève. La rotation des blocs d'items est telle que chaque bloc figure dans les quatre positions possibles dans les carnets de test et que toutes les paires de blocs figurent ensemble dans un carnet. Tous les items figurent donc dans quatre carnets de test, mais dans quatre positions différentes.

Cette structure permet de constituer une échelle de compétence en sciences et d'attribuer sur cette échelle un score aux items en fonction de leur degré de difficulté et aux élèves en fonction de leur capacité estimée. Pour ce faire, des techniques modernes de modélisation de réponse aux items ont été utilisées (ce modèle est décrit dans le rapport technique sur le cycle PISA 2006, *PISA 2006 Technical Report*, OCDE, à paraître).



Figure 2.7
Relation entre les items et les élèves sur une échelle de compétence



La difficulté relative des items est estimée sur la base du pourcentage d'élèves qui y répondent correctement². Ces estimations ont été utilisées pour créer une échelle continue de culture scientifique, sur laquelle il est possible de situer chaque élève pour montrer son niveau de compétence en sciences et de situer chaque item pour indiquer le niveau de compétence en sciences qu'il exige (voir la figure 2.7). Une fois les items situés sur l'échelle de culture scientifique, des scores peuvent être attribués aux élèves en fonction de la tâche la plus difficile qu'ils sont théoriquement capables de mener à bien selon une certaine probabilité³.

À l'occasion du cycle PISA 2006, une échelle a été élaborée pour chaque compétence en sciences et chaque domaine de connaissances retenu⁴. A également été créée une échelle globale (désignée dans le présent rapport par le terme « échelle de culture scientifique »), qui regroupe les items de toutes les échelles. Pour faciliter l'interprétation des scores attribués aux élèves, les échelles ont été conçues de manière à ce que le score moyen des pays de l'OCDE soit égal à 500 points, deux tiers environ des élèves des pays de l'OCDE obtenant entre 400 et 600 points⁵ (à titre de comparaison, les 25 pays membres de l'Union européenne⁶ qui ont participé au cycle PISA 2006 ont obtenu en moyenne un score de 497 points).

Les niveaux de culture scientifique du cycle PISA 2006

Des niveaux de compétence ont été définis pour décrire les compétences en sciences que les élèves possèdent à chaque niveau. Les élèves se répartissent en fonction de leur score entre six niveaux de compétence, le niveau 6 correspondant aux scores les plus élevés (et donc aux tâches les plus difficiles) et



le niveau 1 aux scores les plus faibles (et donc aux tâches les plus faciles). La répartition des élèves entre ces niveaux a été effectuée compte tenu de considérations théoriques en rapport avec la nature des compétences visées par les items. Les élèves qui ont obtenu moins de 334.9 points sur une des échelles de compétence scientifique sont classés sous le niveau 1. Ces élèves – qui représentent 5.2 % des élèves en moyenne dans les pays de l'OCDE – ne possèdent pas les compétences en sciences requises pour mener à bien les tâches les plus faciles des épreuves PISA. Comme les compétences décrites à la figure 2.8 le suggèrent, un niveau aussi faible de culture scientifique constitue un sérieux handicap pour une participation active à la vie de la société et de l'économie.

Pour appréhender la hiérarchie des six niveaux de culture scientifique, il convient de se reporter à la description des compétences que les élèves doivent appliquer pour les atteindre. Dans la suite de ce chapitre, trois figures décrivent ce que les élèves sont capables de faire à chaque niveau de culture scientifique dans les trois compétences scientifiques retenues. La figure 2.8 ci-après résume les descriptions faites dans ces trois figures pour donner un aperçu des compétences associées à la culture scientifique.

Le critère retenu dans l'enquête PISA pour répartir les élèves entre les différents niveaux de compétence est simple à comprendre : les élèves se situent au niveau le plus élevé dont ils sont théoriquement susceptibles de résoudre la majorité des items. Ainsi, dans l'hypothèse d'une épreuve constituée par exemple d'items disséminés uniformément au niveau 3 (soit des degrés de difficulté compris entre 484.1 et 558.7 points), tous les élèves situés à ce niveau sont censés répondre correctement à 50 % au moins des items. Cependant, les scores attribués varient au sein d'un même niveau. Par exemple, un élève situé vers la limite inférieure du niveau doit avoir répondu correctement à un peu plus de la moitié des questions, alors que les élèves proches de la limite supérieure du niveau sont censés répondre correctement à une proportion plus élevée d'items⁷.

Les six niveaux de compétence définis lors du cycle PISA 2006 représentent une plage étendue de compétences, appelée *culture scientifique*. En 2007, le groupe international d'experts en charge de la culture scientifique (dont la mission était d'orienter la conception du cadre d'évaluation et le développement des items) a analysé de manière détaillée la batterie d'items de la campagne de test définitive et a identifié le niveau 2 comme étant le « seuil » de compétence. Ce seuil ne distingue pas les élèves qui possèdent une certaine culture scientifique de ceux qui en sont totalement dépourvus, mais correspond à un point de l'échelle PISA de culture scientifique à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les compétences scientifiques qui leur permettent de faire face aux situations de la vie courante en rapport avec les sciences et la technologie. Pour atteindre le niveau 2, les élèves doivent par exemple être capables d'identifier les caractéristiques principales d'une recherche scientifique, de se remémorer des informations et des concepts scientifiques simples et de les appliquer dans une situation donnée et d'utiliser les résultats d'une expérience scientifique présentés sous forme de tableau pour étayer une décision personnelle. Il arrive souvent aux élèves qui se situent au niveau 1 de confondre les caractéristiques d'une recherche, d'appliquer des informations scientifiques à mauvais escient et de mélanger leurs convictions personnelles avec des données scientifiques pour étayer une décision. La figure 2.8 explique de manière plus détaillée ce que les élèves sont capables de faire et montre les différences de compétence entre les élèves situés aux niveaux 1 et 2, ce qui permet d'identifier les compétences requises pour passer au-delà du seuil de culture scientifique.

Outre l'interprétation des différences de performances, les échelles de compétences peuvent servir à l'identification des compétences et capacités qui permettront d'accroître le taux de réussite des élèves. Par exemple, être capable de sélectionner et d'intégrer des connaissances de plusieurs disciplines et d'utiliser ces connaissances afin de communiquer plus précisément peut faire la différence entre atteindre le niveau 3 et obtenir de très bons résultats au niveau 4.



Figure 2.8

Résumé des descriptions des six niveaux de l'échelle de culture scientifique

Niveau	Score minimum requis	Pourcentage d'élèves capables d'effectuer des tâches à chaque niveau (moyenne de l'OCDE)	Compétences caractéristiques de chaque niveau
6	707.9	1.3 % des élèves de l'OCDE sont capables d'effectuer les tâches classées au niveau 6 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 6 sont capables d'identifier, d'expliquer et d'appliquer des connaissances en sciences et des connaissances à propos des sciences dans un éventail de situations complexes qui s'inspirent de la vie réelle. Ils sont en mesure d'établir des liens entre différentes sources d'information et explications et d'y puiser des éléments pertinents pour justifier des décisions. Ils sont systématiquement capables de se livrer à des réflexions et à des raisonnements scientifiques approfondis et d'utiliser leur compréhension scientifique pour étayer des solutions dans des situations scientifiques et technologiques qui ne leur sont pas familières. Ils parviennent à exploiter leurs connaissances scientifiques pour développer des arguments en faveur de conseils ou de décisions dans des situations personnelles, sociales ou mondiales.
5	633.3	9.0 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables d'effectuer les tâches classées au niveau 5 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 5 sont capables d'identifier les aspects scientifiques de nombreuses situations complexes qui s'inspirent de la vie réelle et d'y appliquer des concepts scientifiques et des connaissances à propos des sciences. Ils sont en mesure de comparer, de sélectionner et d'évaluer les faits scientifiques requis pour faire face à ces situations. Ils possèdent des facultés bien développées de recherche et sont capables d'établir des liens à bon escient entre des connaissances et de cerner des situations de manière critique. Ils sont capables d'élaborer des explications sur la base des faits et des arguments qui découlent de leurs analyses critiques.
4	558.7	29.3 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables d'effectuer les tâches classées au niveau 4 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 4 sont capables de faire face à des situations ou à des problèmes qui impliquent des phénomènes explicites et qui leur demandent de faire des déductions à propos du rôle des sciences ou de la technologie. Ils parviennent à sélectionner des explications issues de disciplines scientifiques ou technologiques différentes, puis à les intégrer et à les associer directement à des aspects de situations de la vie réelle. Ils sont capables de réfléchir à leurs actes et de communiquer leurs décisions en se basant sur des connaissances et des arguments scientifiques.
3	484.1	56.7 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables d'effectuer les tâches classées au niveau 3 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 3 sont capables d'identifier des questions scientifiques décrites clairement dans un éventail de contextes. Ils sont en mesure de sélectionner des faits et des connaissances pour expliquer des phénomènes et d'appliquer des stratégies de recherche ou des modèles simples. Ils sont capables d'interpréter, d'utiliser et d'appliquer directement des concepts scientifiques issus de disciplines différentes. Ils peuvent élaborer des arguments succincts sur la base de faits et prendre des décisions en s'appuyant sur leurs connaissances scientifiques.
2	409.5	80.8 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables d'effectuer les tâches classées au niveau 2 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 2 possèdent les connaissances scientifiques requises pour fournir des explications plausibles dans des contextes familiers ou tirer des conclusions de recherches simples. Ils sont en mesure de se livrer à des raisonnements directs et d'interpréter de manière littérale les résultats d'une recherche scientifique ou d'un problème de technologie.
1	334.9	94.8 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables d'effectuer les tâches classées au niveau 1 de l'échelle de culture scientifique.	Les élèves situés au niveau 1 ont des connaissances scientifiques tellement limitées qu'ils peuvent uniquement les appliquer dans un petit nombre de situations familières. Ils peuvent fournir des explications scientifiques qui vont de soi et découlent explicitement des faits donnés.



Figure 2.9

Carte d'items administrés lors du cycle PISA 2006 et rendus publics
pour illustrer les niveaux de compétence scientifiques

Niveau	Score minimum requis	Compétences		
		Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques
6	707.9	PLUIES ACIDES Question 5.2 (717) <i>(Crédit complet)</i>	L'EFFET DE SERRE Question 5 (709)	
5	633.3			L'EFFET DE SERRE Question 4.2 (659) <i>(Crédit complet)</i>
4	558.7	ÉCRANS SOLAIRES Question 4 (574) Question 2 (588) VÊTEMENTS Question 1 (567)	EXERCICE PHYSIQUE Question 5 (583)	ÉCRANS SOLAIRES Question 5.2 (629) <i>(Crédit complet)</i> Question 5.1 (616) <i>(Crédit partiel)</i> L'EFFET DE SERRE Question 4.1 (568) <i>(Crédit partiel)</i>
3	484.1	PLUIES ACIDES Question 5.1 (513) <i>(Crédit partiel)</i> ÉCRANS SOLAIRES Question 3 (499) LE GRAND CANYON Question 7 (485)	EXERCICE PHYSIQUE Question 1 (545) PLUIES ACIDES Question 2 (506) MARY MONTAGU Question 4 (507)	L'EFFET DE SERRE Question 3 (529)
2	409.5	CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES Question 3 (421)	LE GRAND CANYON Question 3 (451) MARY MONTAGU Question 2 (436) Question 3 (431) LE GRAND CANYON Question 5 (411)	PLUIES ACIDES Question 3 (460)
1	334.9		EXERCICE PHYSIQUE Question 3 (386) VÊTEMENTS Question 2 (399)	

Remarque : le degré de difficulté des items est indiqué par les scores entre parenthèses. Les items donnant droit à un crédit complet ou à un crédit partiel sont également signalés.



Aperçu des items PISA de sciences

La périodicité triennale de l'enquête PISA impose l'administration d'un nombre suffisant d'items d'un cycle à l'autre pour permettre l'identification de tendances fiables. Les autres items sont rendus publics après chaque cycle pour illustrer le mode d'évaluation des performances. Les résultats obtenus dans les compétences scientifiques retenues dans l'enquête PISA sont présentés accompagnés d'exemples d'items utilisés pour les évaluer dans la suite de ce chapitre. Cette section commence cependant par présenter une série d'items rendus publics pour donner un aperçu général des savoirs et savoir-faire associés à chaque compétence scientifique et à chaque niveau de difficulté.

La figure 2.9 présente une carte d'items de sciences administrés lors du cycle PISA 2006. Les items sélectionnés pour illustrer les trois compétences scientifiques sont suivis de leur score entre parenthèses et sont classés par ordre décroissant de difficulté, des plus difficiles aux plus faciles.

Les caractéristiques des items repris dans cette carte permettent d'interpréter la performance à chaque niveau de l'échelle. Les modèles qui émergent offrent la possibilité de décrire des aspects scientifiques qui sont manifestement associés à certains endroits de l'échelle de culture scientifique. Cette carte présente plusieurs items appartenant aux mêmes unités (quatre items de l'unité *PLUIES ACIDES* sont par exemple repris), ce qui montre qu'une unité peut servir à évaluer les trois compétences scientifiques retenues. Par ailleurs, certaines unités contiennent des items d'attitude en plus des items cognitifs. Ainsi, l'un des items de l'unité *PLUIES ACIDES* interroge les élèves sur leurs attitudes à l'égard de la pollution en général et des pluies acides en particulier. Certains items sont associés à un « crédit complet » ou à un « crédit partiel », ce qui signifie que le crédit accordé varie selon la qualité de la réponse : par exemple, un crédit partiel est attribué aux réponses moins détaillées que celles valant un crédit complet.

La deuxième colonne du tableau indique le score minimum requis pour atteindre chaque niveau de compétence. Par exemple, le score minimum requis pour qu'un item (ou un élève) se situe au niveau 6 est 707.9 points.

Au bas de l'échelle figurent les items qui s'inscrivent dans des contextes simples et plutôt familiers et auxquels les élèves peuvent répondre moyennant une interprétation minimale de la situation. Il s'agit essentiellement d'items qui demandent uniquement aux élèves d'appliquer directement des connaissances scientifiques et d'utiliser leur compréhension de processus scientifiques bien connus dans des situations familières.

La figure 2.10 montre à quelle catégorie de connaissances scientifiques (décrites dans la suite de ce chapitre), de compétences en sciences et d'attitudes (décrites dans le chapitre 3) les items appartiennent.

Les items des unités *EXERCICE PHYSIQUE ET VÊTEMENTS* (voir les figures 2.29 et 2.26) comprennent des questions du niveau 1 de l'échelle de compétence *explication scientifique de phénomènes*. Pour répondre à la question 2 de l'unité *VÊTEMENTS*, par exemple, les élèves doivent simplement se rappeler l'instrument de laboratoire à utiliser pour vérifier si un tissu est conducteur d'électricité. Dans la question 5 de l'unité *LE GRAND CANYON* (voir la figure 2.27) qui se situe à la limite entre le niveau 1 et le niveau 2, il suffit aux élèves de savoir qu'un océan qui se retire peut laisser apparaître les fossiles des organismes qui le peuplaient autrefois. Pour répondre à la question 3 de l'unité *EXERCICE PHYSIQUE*, les élèves doivent posséder certaines connaissances scientifiques : ils doivent savoir en l'occurrence que pendant l'exercice physique, le sang circule davantage et que les graisses ne se forment pas lorsque les muscles sont en activité.



Figure 2.10

Carte d'items de sciences administrés lors du cycle PISA 2006 illustrant le chevauchement entre catégories de connaissances et compétences

		Compétences			
		Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques	
Connaissances	Connaissances en sciences	« Systèmes physiques »		PLUIES ACIDES Q2 PLUIES ACIDES Q3	
		« Systèmes vivants »		EXERCICE PHYSIQUE Q1 EXERCICE PHYSIQUE Q3 EXERCICE PHYSIQUE Q5 MARY MONTAGU Q2 MARY MONTAGU Q3 MARY MONTAGU Q4	
		« Systèmes de la Terre et de l'univers »		LE GRAND CANYON Q3 LE GRAND CANYON Q5 L'EFFET DE SERRE Q5	
		« Systèmes technologiques »		VÊTEMENTS Q2	
	Connaissances à propos des sciences	« Démarche scientifique »	PLUIES ACIDES Q5 ÉCRANS SOLAIRES Q2 ÉCRANS SOLAIRES Q3 ÉCRANS SOLAIRES Q4 VÊTEMENTS Q1 CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES Q3 LE GRAND CANYON Q7		
			« Explications scientifiques »		ÉCRANS SOLAIRES Q5 L'EFFET DE SERRE Q3 L'EFFET DE SERRE Q4
		Attitudes	Intérêt pour les sciences	PLUIES ACIDES Q10N CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES Q10N	
	Valeur accordée à la démarche scientifique		LE GRAND CANYON Q10S MARY MONTAGU Q10S PLUIES ACIDES Q10S		

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

La question 3 de l'unité *LE GRAND CANYON* se situe au niveau 2, soit au-delà du seuil de performance sur l'échelle de compétence scientifique *explication scientifique de phénomènes*. Pour répondre à cette question, les élèves doivent savoir que l'eau qui gèle se dilate, ce qui peut avoir un impact sur l'effritement de la roche. La question 3 de l'unité *PLUIES ACIDES* (voir la figure 2.32) illustre bien également le niveau 2 de l'échelle de compétence scientifique *utilisation de faits scientifiques*. Dans cette question, les élèves doivent utiliser les informations fournies pour tirer une conclusion à propos des effets du vinaigre sur le marbre, un modèle simple d'impact des pluies acides sur le marbre.

Toujours au bas de l'échelle, la question 3 de l'unité *CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES* (voir la figure 2.22) est caractéristique des items de niveau 2. Elle évalue la compétence scientifique *identification de questions d'ordre scientifique*. Cet item pose une question simple à propos de la variation des conditions d'une expérience scientifique et fait appel aux connaissances des élèves en matière d'expériences scientifiques.



Au milieu de l'échelle de culture scientifique, les items requièrent nettement plus d'interprétation de la part des élèves et s'inscrivent souvent dans des situations qui ne leur sont guère familières. Dans certains items, les élèves doivent appliquer des connaissances relevant de disciplines scientifiques différentes, notamment procéder à une représentation scientifique ou technologique plus élaborée et établir des liens sensés entre ces différents domaines de connaissances, pour mieux comprendre la situation et en faciliter l'analyse. Dans d'autres items, ils doivent se livrer à un raisonnement séquentiel ou faire une synthèse des connaissances. Ils peuvent par exemple être amenés à exposer leur raisonnement dans une explication simple. L'interprétation des aspects d'une recherche scientifique, l'explication des procédures utilisées dans une expérience et la justification d'un conseil avec des arguments basés sur des faits sont autant de tâches caractéristiques de ce niveau.

La question 5 de l'unité *PLUIES ACIDES* (voir la figure 2.32) illustre bien les items qui se situent au milieu de l'échelle de culture scientifique. Elle donne aux élèves des informations à propos de l'effet du vinaigre sur le marbre (en l'occurrence un modèle de l'effet des pluies acides sur le marbre), puis leur demande d'expliquer pourquoi des éclats de marbre ont été placés dans de l'eau pure (distillée) pendant une nuit. Les élèves qui expliquent simplement qu'il s'agit d'une comparaison obtiennent un crédit partiel, ce qui place cet item au niveau 3 de l'échelle, alors que ceux qui précisent que la réaction requiert de l'acide (du vinaigre) obtiennent un crédit complet, l'item se situant alors au niveau 6 de l'échelle. Quel que soit son niveau sur l'échelle, cet item se rapporte à la compétence *identification de questions d'ordre scientifique*. La question 2 de l'unité *PLUIES ACIDES* fait appel à la compétence *explication scientifique de phénomènes* : les élèves doivent indiquer la provenance de substances chimiques présentes dans l'air. Pour y répondre correctement, ils doivent comprendre que ces substances proviennent des gaz d'échappement des voitures, des émissions de gaz des usines et de la combustion de combustibles fossiles. La question 3 de l'unité *L'EFFET DE SERRE* illustre bien le niveau 3 de l'échelle de compétence scientifique *utilisation de faits scientifiques*. Pour y répondre, les élèves doivent interpréter des données présentées sous une forme graphique et en déduire que les deux graphiques combinés corroborent une conclusion, en l'occurrence que la température moyenne et les émissions de gaz carbonique augmentent. La question 5 de l'unité *ÉCRANS SOLAIRES* (voir la figure 2.23) illustre les items de niveau 4 sur la même échelle de compétence scientifique. Elle fournit aux élèves les résultats d'une expérience et leur demande d'interpréter un modèle de résultats et d'expliquer leur conclusion.

Les items caractéristiques du sommet de l'échelle de culture scientifique demandent aux élèves d'interpréter des données complexes qui ne leur sont pas familières, de donner des explications scientifiques dans des situations complexes qui s'inspirent du monde réel et d'appliquer des processus scientifiques pour résoudre des problèmes qui ne leur sont pas familiers. En règle générale, ces items présentent aux élèves des éléments scientifiques et technologiques qu'ils doivent mettre en correspondance et requièrent de leur part qu'ils enchaînent plusieurs étapes interdépendantes pour parvenir à une bonne synthèse. Ils doivent aussi se livrer à une réflexion critique et à un raisonnement abstrait pour élaborer des arguments fondés sur les faits, puis les communiquer. La question 5 de l'unité *L'EFFET DE SERRE* (voir la figure 2.33) est un exemple d'item de niveau 6 sur l'échelle de compétence scientifique *explication scientifique de phénomènes*. Pour y répondre, les élèves doivent analyser une conclusion compte tenu d'autres facteurs susceptibles d'influer sur l'effet de serre. Enfin, le dernier exemple, en l'occurrence la question 4 de l'unité *L'EFFET DE SERRE*, fait appel à la compétence *utilisation de faits scientifiques* : les élèves doivent identifier la partie d'un graphique dont les données ne corroborent pas une conclusion. Ils doivent localiser dans deux graphiques une partie spécifique dans laquelle les courbes ne sont pas toutes deux ascendantes ou descendantes et expliquer pourquoi cette partie spécifique justifie leur conclusion. Cet item se situe au niveau 5 s'il vaut un crédit complet.



Plusieurs de ces unités de sciences comportent, outre des items cognitifs, des items conçus pour cerner les attitudes des élèves à propos du sujet à l'étude. Les unités *CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES*, *PLUIES ACIDES*, *MARY MONTAGU* et *LE GRAND CANYON* (voir les figures 2.22, 2.32, 2.28 et 2.27) contiennent toutes des items d'attitude. Dans l'unité *CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES*, l'item d'attitude (10N) demande aux élèves si en apprendre davantage sur divers aspects des cultures génétiquement modifiées les intéresse. Dans l'unité *PLUIES ACIDES*, on compte deux items d'attitude : la question 10N cherche à évaluer l'intérêt que les élèves portent à la thématique des pluies acides, tandis que la question 10S leur demande dans quelle mesure ils sont d'accord avec des propositions en faveur de la poursuite des recherches dans ce domaine. L'item d'attitude de l'unité *LE GRAND CANYON* porte sur la valeur que les élèves accordent à la recherche scientifique dans le domaine des fossiles, de la protection des parcs naturels et des couches géologiques.

Les profils observés lors de l'analyse de la batterie d'items dans son intégralité par rapport aux échelles de compétence permettent de caractériser l'accroissement de la complexité des compétences mesurées sur l'échelle PISA de culture scientifique, selon les associations entre les compétences en sciences et les items situés en différents points entre le bas et le sommet de l'échelle. Les trois compétences interviennent, mais leur importance change à mesure que les élèves passent de l'identification de questions à l'utilisation de faits pour communiquer une réponse, une décision ou une solution. Le degré de difficulté des items de sciences administrés lors du cycle PISA 2006 dépend des caractéristiques suivantes :

- *la mesure dans laquelle le transfert et l'application de connaissances sont requis.* Aux niveaux inférieurs de l'échelle de culture scientifique, l'application des connaissances est simple et directe. Il suffit souvent aux élèves de restituer de simples faits pour répondre aux items. Aux niveaux plus élevés de l'échelle, ils doivent être capables d'identifier plusieurs concepts fondamentaux et de combiner différentes catégories de connaissances pour répondre aux items ;
- *l'importance des exigences cognitives qu'impliquent l'analyse de la situation et la synthèse des informations menant à une réponse correcte.* Cette caractéristique est proche de celle en rapport avec l'application de connaissances et porte sur divers aspects, notamment le niveau de compréhension scientifique, l'éventail des concepts scientifiques à maîtriser et la proximité de la situation par rapport à la vie des élèves ;
- *la profondeur de l'analyse requise pour répondre aux items.* Cette caractéristique porte notamment sur les exigences cognitives associées à diverses tâches : faire la distinction entre les aspects présentés dans la situation, identifier le domaine de connaissances qui intervient (*connaissances en sciences* et *connaissances à propos des sciences*) et utiliser des faits pertinents pour étayer des affirmations ou des conclusions. Ce facteur de difficulté varie également selon la mesure dans laquelle les aspects scientifiques et technologiques pertinents de la situation sont visibles ou les efforts que les élèves doivent faire pour distinguer les aspects scientifiques de la situation d'autres aspects non scientifiques ;
- *le degré de complexité de la solution.* La complexité varie selon qu'il suffit aux élèves de franchir une seule étape pour identifier une question d'ordre scientifique, appliquer un concept simple et présenter une conclusion ou qu'ils doivent faire face à des problèmes comportant plusieurs étapes, qui impliquent la recherche de connaissances scientifiques pointues et des processus complexes de prise de décision, de traitement de l'information et d'argumentation ;
- *le degré de synthèse requis pour répondre à la question.* En matière de synthèse, les exigences varient selon qu'il suffit aux élèves de fournir un seul élément à titre de preuve sans qu'ils aient à élaborer une justification ou un argument ou qu'ils sont confrontés à des situations qui leur demandent d'utiliser différentes sources d'information et de comparer des explications et des faisceaux de preuve divergents pour défendre un point de vue.



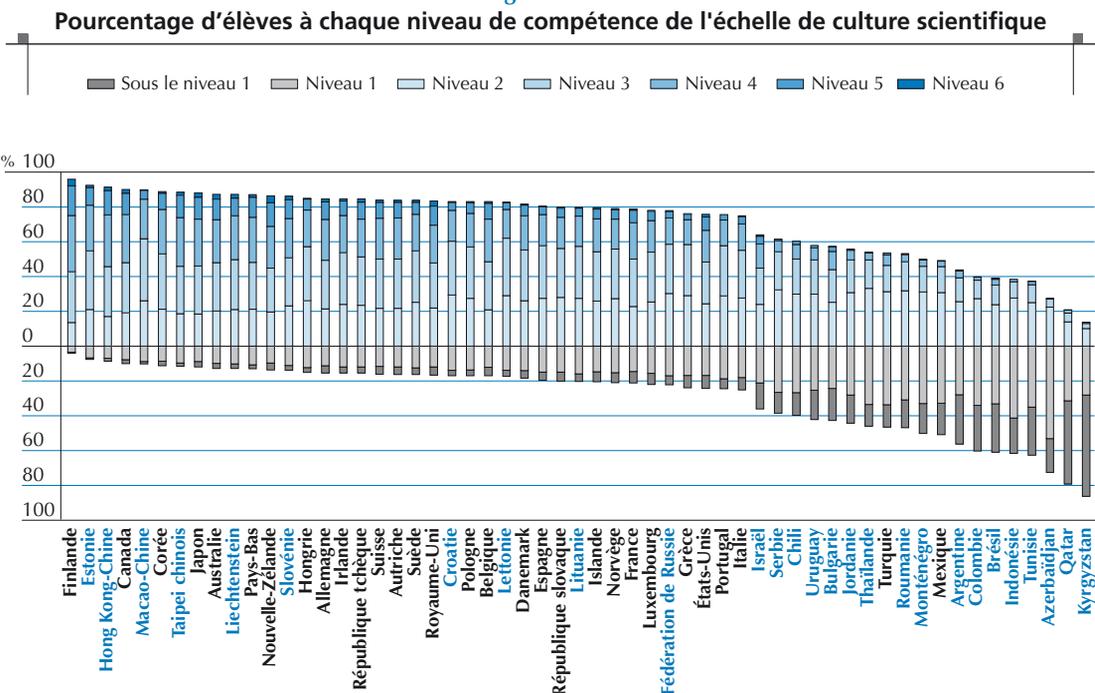
LES COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES DES ÉLÈVES

La performance des élèves en sciences

PISA synthétise les performances des élèves sur une échelle combinée de culture scientifique qui montre, de manière globale, les acquis scientifiques cumulés à l'âge de 15 ans. Les résultats des élèves sur cette échelle combinée de culture scientifique sont présentés ci-dessous et sont suivis d'une analyse plus détaillée de leur performance dans les trois compétences en sciences (*identification de questions d'ordre scientifique*, *explication scientifique de phénomènes* et *utilisation de faits scientifiques*), dans les deux catégories de connaissances scientifiques (*connaissances à propos des sciences* et *connaissances en sciences*) et dans les trois domaines de connaissances en sciences (« systèmes physiques », « systèmes vivants » et « systèmes de la Terre et de l'univers »⁸).

Les résultats sont présentés en termes de pourcentage des élèves de 15 ans qui ont atteint les six niveaux de compétence décrits précédemment dans la figure 2.8. La figure 2.11a montre quant à elle la répartition des élèves entre ces niveaux de performance.

Figure 2.11a



Les pays sont classés pour ordre décroissant de leur pourcentage d'élèves de 15 ans aux niveaux 2, 3, 4, 5 et 6.

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.1a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Élèves au sommet de l'échelle de culture scientifique

La demande en forte croissance de travailleurs hautement qualifiés et l'inquiétude de plus en plus grande que suscite le vieillissement démographique expliquent pourquoi le talent est devenu un objet de concurrence mondiale. Il faut des compétences élémentaires pour assimiler de nouvelles technologies, mais des compétences pointues pour innover et créer de nouvelles technologies. Pour les pays proches de la



frontière technologique, ce constat implique que la proportion de travailleurs hautement qualifiés dans leur main-d'œuvre est un facteur déterminant de croissance économique et de progrès social. De plus en plus d'éléments montrent que par rapport à un individu « normal », les individus hautement qualifiés génèrent des externalités relativement importantes en matière de création et d'exploitation de connaissances, ce qui suggère qu'investir dans l'excellence peut profiter à toute la société (Minne *et al.*, 2007)⁹. Cela s'explique notamment par le fait que les individus hautement qualifiés innovent dans divers domaines (organisation, marketing, design, etc.) et que le fruit de leur innovation est bénéfique pour toute la société ou stimule le progrès technologique. Selon certaines études, l'impact qu'a sur la croissance économique la progression d'un écart type du niveau de compétence moyen défini dans l'Enquête internationale sur la littératie des adultes (EILA) est quelque six fois plus élevé que l'impact de la régression d'un écart type (Hanushek et Woessmann, 2007)¹⁰.

Encadré 2.2 **Interprétation des statistiques d'échantillonnage**

Erreurs types et intervalles de confiance. Les données statistiques figurant dans ce rapport sont des estimations de la performance nationale réalisées sur la base d'échantillons d'élèves, et non des valeurs qui auraient pu être calculées si tous les élèves de chaque pays avaient répondu à toutes les questions. Par conséquent, il importe de connaître le degré d'incertitude inhérent à ces estimations. Dans le cycle PISA 2006, chaque estimation est associée à un degré d'incertitude donné sous la forme d'une erreur type. Le recours aux intervalles de confiance permet d'établir des inférences à propos des moyennes et des proportions d'une population tout en tenant compte de l'incertitude associée aux estimations calculées sur la base d'échantillons. Dans l'hypothèse raisonnable d'une répartition normale, la probabilité que les valeurs réelles se situent dans l'intervalle de confiance est égale à 95 % dans le présent rapport, sauf mention contraire.

Évaluer si les populations diffèrent. Les statistiques présentées dans ce rapport ont été soumises à des tests de signification. Il ressort de ces tests qu'en l'absence de différence réelle entre deux populations, la probabilité qu'une erreur d'échantillonnage ou de mesure, source d'écart observé entre deux échantillons, puisse mener à la conclusion erronée que les deux populations sont différentes ne dépasse pas 5 %. Dans les tableaux et figures de comparaisons multiples, des tests de signification spécifiques permettent de limiter à 5 % le risque de voir la moyenne d'un pays être déclarée à tort différente de celles d'autres pays, en l'absence d'écart réel (voir l'annexe A3).

C'est la raison pour laquelle l'enquête PISA accorde beaucoup d'importance à l'évaluation des élèves qui se situent au sommet de l'échelle de culture scientifique. Dans les pays de l'OCDE, la proportion moyenne de jeunes de 15 ans qui parviennent à se hisser au niveau le plus élevé de l'échelle PISA de culture scientifique, soit le niveau 6, s'établit à 1.3 %, mais elle dépasse 3.9 % en Finlande et en Nouvelle-Zélande (voir le tableau 2.1a). Les élèves qui atteignent le niveau le plus élevé de l'échelle de culture scientifique sont entre 2.1 et 2.9 % au Royaume-Uni, en Australie, au Japon et au Canada et, dans les pays et économies partenaires, au Liechtenstein, en Slovénie et à Hong Kong-Chine, et sont entre 1.4 et 1.8 % en Allemagne, en République tchèque, aux Pays-Bas, aux États-Unis¹¹ et en Suisse et, dans les pays et économies partenaires, au Taipei chinois et en Estonie. À l'âge de 15 ans,



ces élèves sont systématiquement capables d'identifier, d'expliquer et d'appliquer des *connaissances en sciences* et des *connaissances à propos des sciences* dans un éventail de situations complexes qui s'inspirent du monde réel. Ils parviennent à établir des liens entre différentes explications et sources d'information et à y puiser des éléments pour justifier des décisions. Ils montrent clairement qu'ils sont capables de réflexion et de raisonnement scientifique et qu'ils sont à même d'utiliser leur compréhension des concepts scientifiques pour étayer des solutions dans des situations scientifiques ou technologiques qui ne leur sont pas familières. Les élèves qui se situent au sommet de l'échelle de culture scientifique sont en mesure d'utiliser leurs connaissances scientifiques et d'élaborer des arguments pour étayer des conseils et des décisions dans des situations personnelles, sociales ou globales.

Il y a lieu de souligner qu'il n'est pas possible d'estimer le nombre d'élèves qu'un pays compte au sommet de l'échelle de culture scientifique sur la base de sa performance moyenne. Ainsi, la proportion d'élèves au niveau 6 de l'échelle de culture scientifique est similaire en Corée et aux États-Unis (soit, respectivement 1.1 % et 1.5 %) mais la Corée figure parmi les pays en tête du classement établi selon la performance moyenne aux épreuves PISA de sciences (522 points) et les États-Unis accusent des résultats inférieurs à la moyenne de l'OCDE (489 points).

Si les élèves situés au niveau 5 de l'échelle de culture scientifique sont pris en compte, la proportion d'élèves très performants en sciences atteint 9.0 % en moyenne dans les pays de l'OCDE. En Finlande, quelque 20.9 % des élèves se situent aux niveaux 5 et 6. Les autorités nationales finlandaises attribuent ces très bons scores obtenus par ses élèves à un important programme de développement visant à renforcer l'excellence dans l'enseignement des sciences (Luma) qui a été progressivement mis en place entre 1996 et 2002. Parmi les autres résultats de ce programme, il convient de mentionner l'augmentation des inscriptions dans les matières scientifiques et techniques de l'enseignement supérieur, une coopération renforcée entre les enseignants, l'importance accrue accordée à l'enseignement expérimental et la création de classes ou filières spécifiques dans les établissements spécialisés dans l'enseignement des mathématiques et des sciences.

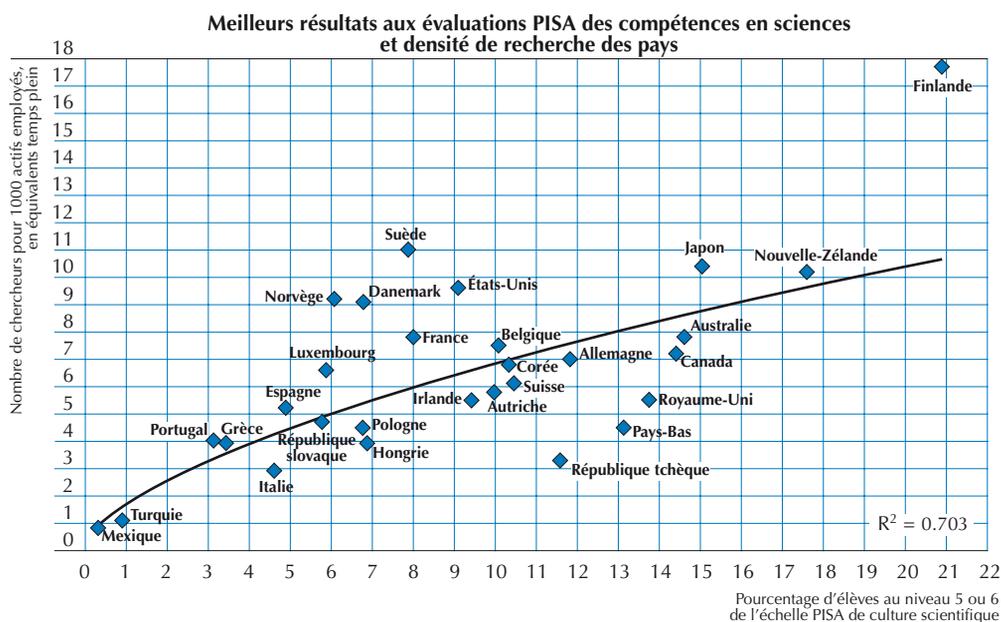
Parmi les autres pays qui font état de fortes proportions d'élèves aux deux niveaux de performance les plus élevés, on compte la Nouvelle-Zélande (17.6 %), le Japon (15.1 %) et l'Australie (14.6 %), ainsi que les économies partenaires Hong Kong-Chine (15.9 %) et le Taipei chinois (14.6 %). Ces pays sont peut-être les mieux placés pour créer un vivier de scientifiques de talent, à condition bien entendu que, d'une part, leur système d'enseignement supérieur offre aux étudiants des possibilités de développer leurs compétences et que, d'autre part, leur marché du travail fournisse des emplois à caractère scientifique qui soient suffisamment attractifs. En revanche, les pays comptant peu d'élèves à ces niveaux de performance risquent, dans l'avenir, de se trouver confrontés à des difficultés dans ces deux domaines.

Dans l'ensemble, le tableau 2.1a montre que la proportion de jeunes de 15 ans qui se distinguent par d'excellents résultats en sciences varie fortement d'un pays à l'autre. Sur les 57 pays participants, près de la moitié (25) ne comptent pas plus de 5 % d'élèves (pourcentage arrondi à l'unité) au niveau 5 ou 6, alors que quatre en comptent au moins 15 %, soit trois fois plus. Il va de soi que la part des pays dans la réserve mondiale de main-d'œuvre hautement qualifiée dans les matières scientifiques dépend aussi de leur taille. Des nations très peuplées comme le pays partenaire la Fédération de Russie disposeront encore d'un grand nombre de scientifiques en valeur absolue, même si leur proportion relativement modeste de jeunes de 15 ans situés au niveau 5 ou 6 indique que seule une faible proportion d'individus opteront pour des professions à caractère scientifique. Toutefois, la variation entre les pays de la proportion d'élèves très performants en sciences suggère des différences dans leur capacité à satisfaire, au niveau national, la demande de main-d'œuvre dans des secteurs d'activité fondés sur la connaissance¹².



Encadré 2.3 Les performances en sciences des élèves de 15 ans et la densité de recherche des pays

Il est impossible de prédire dans quelle mesure la performance des élèves de 15 ans d'aujourd'hui influera sur la performance future en recherche et innovation d'un pays donné. Toutefois, la figure ci-dessous montre une relation étroite entre la proportion d'élèves de 15 ans d'un pays donné qui obtiennent un score au niveau 5 ou 6 sur l'échelle PISA de culture scientifique et le nombre actuel de chercheurs en équivalent temps plein pour 1000 actifs employés. De même, les corrélations entre la proportion d'élèves de 15 ans qui ont atteint les scores les plus élevés sur l'échelle de culture scientifique et le nombre de familles triadiques de brevets par rapport à la population totale ainsi que la dépense intérieure brute au titre de la recherche et du développement, deux autres indicateurs clé de la capacité d'innovation d'un pays, dépassent toutes deux 0.5. Les corrélations correspondantes avec les scores moyens obtenus en sciences au PISA sont d'une ampleur similaire. L'existence de telles corrélations ne suppose évidemment pas l'existence d'une relation de cause à effet car de nombreux autres facteurs entrent en jeu.



Source : OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, 2006. Table 2.1a.

La performance des élèves au bas de l'échelle de culture scientifique

Le nombre d'élèves accusant un très faible niveau de compétence est également un indicateur probant, pas nécessairement de l'importance de la main-d'œuvre scientifique, mais assurément de la capacité des citoyens à participer pleinement à la vie de la société et de l'économie. Comme nous l'avons vu, le niveau 2 a été choisi pour représenter le seuil de compétence sur l'échelle PISA de culture scientifique, car il marque le point de l'échelle à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les compétences en sciences qui leur permettent de faire face à des situations de la vie courante en rapport avec les sciences et la technologie.



Encadré 2.4 L'estimation du zèle des élèves lors des épreuves PISA

Lors de la comparaison des performances des élèves entre les pays, il faut tenir compte de l'impact que peuvent avoir sur les résultats des épreuves les efforts que les élèves consentent pour y répondre. Il est rassurant d'apprendre qu'aux dires des élèves, les efforts qu'ils ont fournis sont relativement uniformes d'un pays à l'autre. Ce constat va à l'encontre de la critique selon laquelle les différences culturelles systématiquement observées dans le zèle des élèves compromettent la validité des comparaisons internationales.

Lors du cycle PISA 2003, les élèves ont été invités à imaginer une situation très importante pour eux personnellement dans laquelle ils tenteraient de donner le meilleur d'eux-mêmes, en y consacrant le plus possible d'efforts. Il leur a ensuite été demandé de répondre aux questions suivantes : « Dans cette situation, vous cocheriez la valeur la plus élevée sur le 'thermomètre de l'effort' comme ci-dessous », « En comparant à la situation que vous venez d'imaginer, quel effort avez-vous fourni en répondant à ce test ? » et, enfin, « Si les notes reçues lors de ce test comptaient pour votre bulletin scolaire, quel effort auriez-vous fourni ? ».

Le « Thermomètre de l'effort » ci-dessous propose, pour les 41 pays qui ont participé au cycle PISA 2003, trois échelles de 10 points : l'effort personnel, l'effort PISA et l'effort scolaire. La première indique l'effort maximal que les élèves disent consentir dans une situation très importante pour eux personnellement, la deuxième montre l'effort fourni pour répondre aux épreuves du cycle PISA 2003 par rapport à la première échelle et, enfin, la troisième donne la mesure de l'effort si les épreuves PISA avaient été d'une grande pertinence personnelle dans le cadre scolaire.

En règle générale, les élèves ont répondu en toute franchise qu'ils auraient fourni de plus gros efforts si les résultats du test avaient compté pour leur bulletin scolaire. Le premier graphique ci-dessous montre l'effort que les élèves ont déclaré consentir pour répondre aux épreuves du cycle PISA 2003 dans chaque pays participant. Le deuxième graphique évalue l'effort relatif que les élèves ont déclaré fournir pour répondre aux épreuves PISA par rapport à un contrôle scolaire.

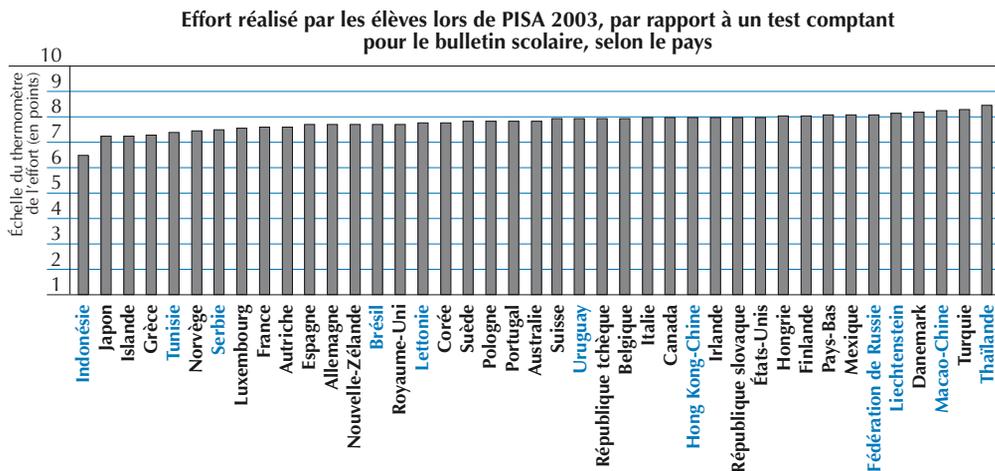
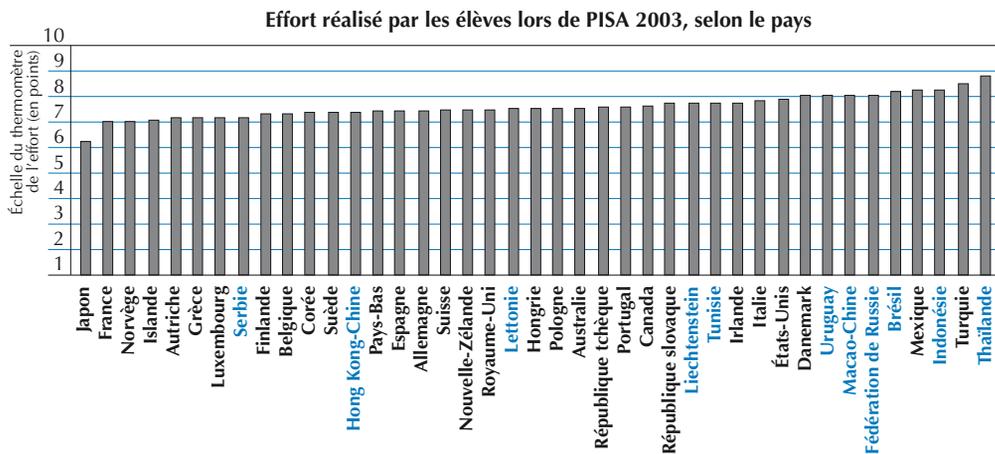
Le thermomètre de l'effort Dans cette situation, vous cocheriez la valeur la plus élevée sur le « thermomètre de l'effort », comme ci-dessous :	En comparant à la situation que vous venez d'imaginer, quel effort avez-vous fourni en répondant à ce test ?	Si les notes reçues lors de ce test comptaient pour votre bulletin scolaire, quel effort auriez-vous fourni ?
<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 10
<input checked="" type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9	<input checked="" type="checkbox"/> 9
<input type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8
<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7
<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1

✓ = Moyenne de l'OCDE

...



Il ressort également des analyses que la corrélation entre la performance des élèves et les efforts qu'ils ont déclaré fournir en toute franchise est comparable à celle établie avec des variables telles que le fait de vivre dans une famille monoparentale, le sexe et le milieu socioéconomique.



Pour plus de détails, voir Butler et Adams, 2007.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 19,2 % des élèves se classent sous le niveau 2 de l'échelle de culture scientifique. Cette proportion d'élèves varie toutefois sensiblement selon les pays. La moitié environ des élèves ne parviennent pas à se hisser au niveau 2 dans deux pays de l'OCDE, en l'occurrence au Mexique (50,9 %) et en Turquie (46,6 %). Au moins 50 % des élèves n'atteignent pas le niveau 2 dans neuf pays et économies partenaires. Cette proportion se situe entre 40 % et 49 % dans cinq autres pays. Dans les pays d'Amérique latine et d'Amérique centrale qui ont participé au cycle PISA 2006, la proportion d'élèves sous le niveau 2 est comprise entre 39,7 % au Chili et 61,0 % au Brésil. Par contraste, cinq pays de l'OCDE et



pays et économies partenaires ne comptent pas plus de 10 % d'élèves sous le niveau 2 : le Canada (10.0 %) et la Finlande (4.1 %) et, dans les pays et économies partenaires, Macao-Chine (10.3 %), Hong Kong-Chine (8.7 %) et l'Estonie (7.7 %).

Il ressort de ce qui précède que de nombreux pays n'arrivent pas à doter leurs élèves de la *culture scientifique* élémentaire qui s'observe chez la très grande majorité des élèves dans certains pays et chez huit élèves sur dix en moyenne dans les pays de l'OCDE.

Les scores moyens en sciences

La figure 2.11b indique le score moyen des pays sur l'échelle de culture scientifique pour dresser le profil global de performance des pays. Seules les différences statistiquement significatives doivent être prises en considération (voir l'encadré 2.2 pour une description plus détaillée de l'interprétation des résultats)¹³. La figure 2.11c permet également de comparer la performance des pays les uns par rapport aux autres, car elle indique leur position relative dans le classement. Comme il n'est pas possible d'indiquer la position exacte des pays dans le classement, une fourchette dans laquelle les pays se situent à 95 % de probabilité est fournie. La Finlande fait figure d'exception : sa performance moyenne est tellement plus élevée que celle des autres pays qu'elle se classe sans le moindre doute en première position. Le Canada, qui affiche le deuxième meilleur score des pays de l'OCDE, se situe entre la deuxième et la quatrième place, tandis que le Japon, troisième meilleur score des pays de l'OCDE, se situe entre la deuxième et la cinquième place (voir la figure 2.11c).

Les chapitres suivants de ce rapport étudient la relation entre la performance des élèves en sciences et diverses caractéristiques des pays, des établissements et des élèves. Lors de l'interprétation de la figure 2.11b, il y a lieu de garder présent à l'esprit le fait que l'hypothèse selon laquelle les petits pays tendent à afficher de meilleurs résultats, n'est pas soutenue par les données issues de PISA 2006. Il n'existe pas de relation entre la taille des pays et le score moyen des jeunes de 15 ans sur les échelles PISA de culture scientifique. Selon une analyse détaillée des résultats de PISA 2003, il n'existe pas non plus de relation entre la proportion d'élèves allochtones par exemple et la performance moyenne des pays (OCDE 2006b). Enfin, autre point important, une analyse réalisée dans le cadre du cycle PISA 2003 a révélé que le zèle avec lequel les élèves répondent aux épreuves PISA ne varie guère d'un pays à l'autre (voir l'encadré 2.4).

Le score moyen est un indicateur probant de la performance globale des pays, certes, mais il occulte un aspect important des résultats, en l'occurrence la répartition des scores au sein même des pays. Les décideurs de pays affichant des scores similaires pourraient être tentés de prendre des mesures politiques comparables, alors qu'en fait, la répartition de leurs élèves entre les niveaux de compétence peut être très différente. Ainsi, un pays peut se distinguer par la concentration d'une majorité d'élèves autour de la moyenne nationale et par de très faibles proportions d'élèves aux deux extrêmes du spectre de compétence, alors qu'un autre peut présenter des proportions d'élèves relativement importantes aux deux extrêmes de l'échelle de culture scientifique. Dans d'autres cas, certains pays font état de proportions similaires d'élèves aux niveaux de compétence les plus élevés, mais avec des proportions différentes dans les niveaux inférieurs. À titre d'exemple, la Corée compte parmi les pays qui ont obtenu les meilleurs résultats en sciences lors de PISA 2006 en termes de scores des élèves (522 points en moyenne), tandis que les États-Unis se situent sous la moyenne de l'OCDE avec un score de 489 points. Or, les États-Unis ont un pourcentage d'élèves aux niveaux 5 et 6 qui est similaire à celui de la Corée, soit, respectivement 9.1 % et 10.3 %. Le décalage dans les scores moyens entre ces deux pays est en partie imputable au fait que 24.4 % des élèves américains se situent dans les niveaux de compétence les plus bas (c'est-à-dire sous le niveau 2), contre 11.2 % pour leurs homologues coréens.



Les scores moyens occultent également le fait que les résultats varient selon les régions, ce qui requiert des mesures politiques différentes. En Belgique par exemple, le score moyen de la Communauté flamande (529 points) est aussi élevé que celui des Pays-Bas et de l’Australie, alors que celui de la Communauté française est inférieur à la moyenne de l’OCDE (voir le tableau S2c dans le Volume 2).

Ces réserves à l’esprit, les constats suivants peuvent être faits :

- la Finlande devance nettement tous les autres pays ;
- plusieurs pays de l’OCDE et pays et économies partenaires obtiennent des scores moyens très élevés, même s’ils viennent après la Finlande dans le classement : le Canada, le Japon, la Nouvelle-Zélande et l’Australie, et, parmi les pays et économies partenaires, Hong Kong-Chine, le Taipei chinois et l’Estonie. Dans ces pays, les performances des élèves sont nettement supérieures à la moyenne de l’OCDE : leur score moyen sur l’échelle de culture scientifique est compris entre 527 et 542 points ;
- sur les 30 pays de l’OCDE, 20 affichent des scores qui ne s’écartent pas de plus de 25 points de la moyenne de l’OCDE (500 points). Ces pays affichent des scores très proches les uns des autres et se concentrent autour de la moyenne de l’OCDE ;
- les autres pays accusent des scores inférieurs à la moyenne de l’OCDE, mais plus espacés que dans les autres groupes de pays. Ainsi, le pays qui suit la Grèce (473 points) dans le classement se situe à 454 points. Seuls deux pays de l’OCDE accusent des scores inférieurs à 473 points.

Encadré 2.5 **Interpréter les différences de scores PISA : quelle est l’importance des écarts ?**

Comment interpréter une différence de 50 points, par exemple, entre les scores de deux groupes d’élèves ? Les comparaisons suivantes aident à juger de l’importance des écarts de performance.

Une différence de 74.7 points représente un niveau de compétence sur l’échelle PISA de culture scientifique. On peut considérer qu’en soi, une différence de score égale à un niveau de compétence est relativement importante. Prenons à titre d’exemple les compétences décrites précédemment dans la section consacrée au cadre d’évaluation du cycle PISA 2006 : le niveau 3 impose aux élèves de sélectionner des faits et des connaissances pour expliquer des phénomènes et appliquer des stratégies de recherche et des modèles simples, alors que le niveau 2 leur demande uniquement de se livrer à des raisonnements directs et à des interprétations littérales.

Autre point de repère : l’écart de performance sur l’échelle de culture scientifique s’établit à 241 points entre le premier et le dernier pays du classement et à 143 points entre les pays classés en cinquième position en tête et au bas du classement.

Enfin, dans les 28 pays de l’OCDE dont une proportion non négligeable d’élèves de 15 ans fréquente au moins deux années d’études différentes, l’écart de performance entre ces deux années d’études montre qu’une année d’études représente en moyenne 38 points sur l’échelle PISA de culture scientifique (voir le tableau A1.2 à l’annexe A1)¹⁴.



La performance des pays dans leur contexte

Il est aussi important de tenir compte du niveau socioéconomique des élèves pour comparer les performances de tel ou tel groupe d'élèves que de prendre en considération la situation économique des pays et le volume de ressources qu'ils peuvent investir dans l'éducation pour comparer le rendement de leur système d'éducation. Pour ce faire, il convient de corriger le score moyen des pays sur l'échelle de culture scientifique en fonction de diverses variables sociales et économiques au niveau national. L'interprétation de cette analyse demande la plus grande prudence, car ces ajustements sont hypothétiques. À l'heure de la mondialisation, les perspectives économiques et sociales des individus et des sociétés dépendent toujours de leurs accomplissements réels, et non de leurs performances théoriques dans l'hypothèse de conditions économiques et sociales moyennes.

Les pays plus prospères peuvent investir davantage dans l'éducation que d'autres pays dont le revenu national est plus faible. La figure 2.12a montre la relation entre la richesse nationale, mesurée en termes de produit intérieur brut (PIB) par habitant, et le score moyen sur l'échelle PISA de culture scientifique dans chaque pays. Les chiffres du PIB par habitant sont ceux de 2005 en prix courants, après ajustement en fonction des différences de pouvoir d'achat entre les pays de l'OCDE (voir le tableau 2.6). La figure montre également une ligne tendancielle qui résume la relation entre le PIB par habitant et la performance moyenne des élèves en sciences. Il y a lieu de souligner toutefois que la comparaison porte sur un nombre limité de pays : la ligne tendancielle est donc fortement conditionnée par les spécificités des quelques pays inclus dans cette analyse.

Le diagramme de dispersion suggère que les pays dont le revenu national est plus élevé tendent à afficher de meilleures performances en sciences. En fait, la corrélation indique que le PIB par habitant explique 28 % de la variation des scores moyens entre les pays¹⁵.

Les pays proches de la ligne tendancielle se situent à l'endroit suggéré par la variable explicative du PIB par habitant. Citons à titre d'exemple la République slovaque, l'Irlande, la Suède, le Royaume-Uni, la Belgique, l'Autriche et la Suisse. La figure 2.12a montre qu'en sciences, le score de l'Irlande est supérieur à celui de la République slovaque dans une proportion égale à la proportion théorique dérivée de leur différence de PIB par habitant. Toutefois, le fait que des pays s'écartent de la ligne tendancielle montre également que la relation n'est pas déterministe et linéaire. Les pays situés au-dessus de la ligne tendancielle, la Finlande ou la Nouvelle-Zélande par exemple, affichent des scores sur l'échelle PISA de culture scientifique qui sont supérieurs aux scores théoriques moyens calculés en fonction de leur PIB par habitant (et par rapport au groupe de pays intervenant dans l'estimation de la relation). Les pays situés sous la ligne tendancielle, comme l'Italie ou les États-Unis, accusent des scores inférieurs à ceux que laisse supposer leur PIB par habitant¹⁶.

Il va de soi que l'existence d'une corrélation entre deux variables n'implique pas nécessairement la présence d'une relation causale, car de nombreux autres facteurs peuvent intervenir. La figure 2.12a montre toutefois que les pays plus riches jouissent d'un avantage relatif. Il y a lieu d'en tenir compte, en particulier lors de l'interprétation de la performance de pays au revenu national plus faible. L'ajustement en fonction du PIB par habitant a un impact sensible sur la position de certains pays dans le classement. Cet ajustement donne par exemple lieu à une augmentation du score de la Turquie (de 424 à 463 points), du Mexique (de 410 à 443), la Pologne (498 à 525) et la République slovaque (488 à 512). D'autres pays voient leur score diminuer sous l'effet de cet ajustement : la Norvège (de 487 à 472), les États-Unis (de 489 à 464 points), l'Irlande (de 508 à 489 points), la Suisse (de 512 à 497 points), les Pays-Bas (de 525 à 512 points), l'Islande (de 491 à 475) et l'Autriche (de 511 à 499 points).



Figure 2.11b [Partie 2/2]

Comparaisons multiples de la performance moyenne sur l'échelle de culture scientifique

République slovaque	Espagne	Lituanie	Norvège	Luxembourg	Fédération de Russie	Italie	Portugal	Grèce	Israël	Chili	Serbie	Bulgarie	Uruguay	Turquie	Jordanie	Thaïlande	Roumanie	Monténégro	Mexique	Indonésie	Argentine	Bésil	Colombie	Tunisie	Azerbaïdjan	Qatar	Kirghizistan	Performance moyenne	Er. T.	
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.0)	563	Finlande
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.5)	542	Hong Kong-Chine
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.0)	534	Canada
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.6)	532	Taïpei chinois
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.5)	531	Estonie
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.4)	531	Japon
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.7)	530	Nouvelle-Zélande
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.3)	527	Australie
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.7)	525	Pays-Bas
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(4.1)	522	Liechtenstein
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.4)	522	Corée
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(1.1)	519	Slovénie
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.8)	516	Allemagne
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.3)	515	Royaume-Uni
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.5)	513	République tchèque
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.2)	512	Suisse
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(1.1)	511	Macao-Chine
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.9)	511	Autriche
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.5)	510	Belgique
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.2)	508	Irlande
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.7)	504	Hongrie
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.4)	503	Suède
○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.3)	498	Pologne
○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.1)	496	Danemark
○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.4)	495	France
○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.4)	493	Croatie
○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(1.6)	491	Islande
○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.0)	490	Lettonie
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(4.2)	489	États-Unis
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.6)	488	République slovaque
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.6)	488	Espagne
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.8)	488	Lituanie
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.1)	487	Norvège
○	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(1.1)	486	Luxembourg
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.7)	479	Fédération de Russie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.0)	475	Italie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.0)	474	Portugal
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.2)	473	Grèce
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.7)	454	Israël
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(4.3)	438	Chili
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.0)	436	Serbie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(6.1)	434	Bulgarie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.7)	428	Uruguay
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.8)	424	Turquie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.8)	422	Jordanie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.1)	421	Thaïlande
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(4.2)	418	Roumanie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(1.1)	412	Monténégro
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.7)	410	Mexique
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(5.7)	393	Indonésie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(6.1)	391	Argentine
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.8)	390	Bésil
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.4)	388	Colombie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(3.0)	386	Tunisie
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.8)	382	Azerbaïdjan
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(0.9)	349	Qatar
▼	▼	▼	▼	▼	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	(2.9)	322	Kirghizistan

Performance significativement supérieure à la moyenne de l'OCDE
 Pas de différence significative par rapport à la moyenne de l'OCDE
 Performance significativement inférieure à la moyenne de l'OCDE
 Performance moyenne significativement supérieure à celle du pays en ordonnée
 Pas de différence significative par rapport au pays en ordonnée
 Performance moyenne significativement inférieure à celle du pays en ordonnée

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE.
 StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.11c

Plage de classement des pays et économies sur l'échelle de culture scientifique

	Performance significativement supérieure à la moyenne de l'OCDE
	Pas de différence significative par rapport à la moyenne de l'OCDE
	Performance significativement inférieure à la moyenne de l'OCDE

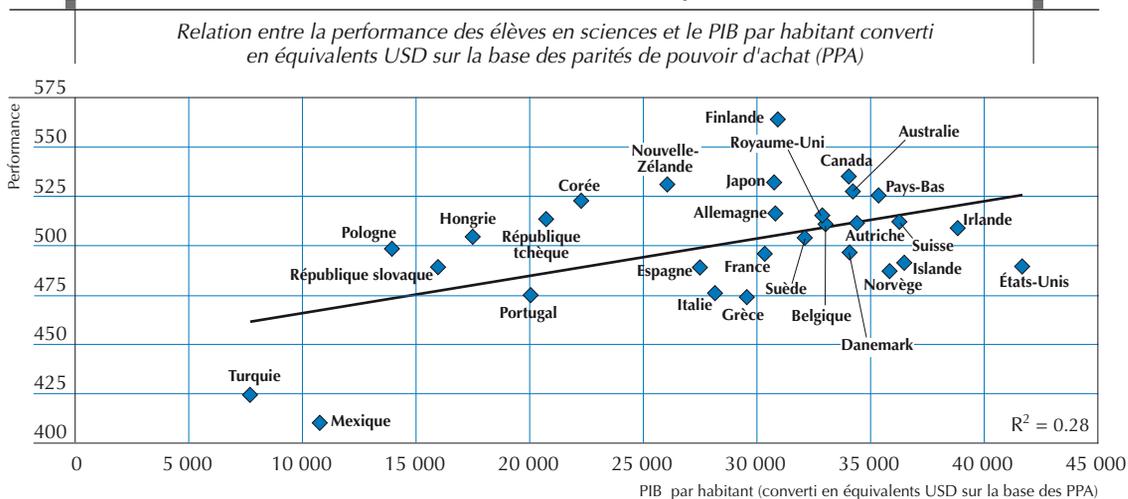
Échelle de culture scientifique						
	Performance moyenne	Er. T.	Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Tous les pays	
			Limite sup.	Limite inf.	Limite sup.	Limite inf.
Finlande	563	(2.0)	1	1	1	1
Hong Kong-Chine	542	(2.5)			2	2
Canada	534	(2.0)	2	3	3	6
Taipei chinois	532	(3.6)			3	8
Estonie	531	(2.5)			3	8
Japon	531	(3.4)	2	5	3	9
Nouvelle-Zélande	530	(2.7)	2	5	3	9
Australie	527	(2.3)	4	7	5	10
Pays-Bas	525	(2.7)	4	7	6	11
Liechtenstein	522	(4.1)			6	14
Corée	522	(3.4)	5	9	7	13
Slovénie	519	(1.1)			10	13
Allemagne	516	(3.8)	7	13	10	19
Royaume-Uni	515	(2.3)	8	12	12	18
République tchèque	513	(3.5)	8	14	12	20
Suisse	512	(3.2)	8	14	13	20
Macao-Chine	511	(1.1)			15	20
Autriche	511	(3.9)	8	15	12	21
Belgique	510	(2.5)	9	14	14	20
Irlande	508	(3.2)	10	16	15	22
Hongrie	504	(2.7)	13	17	19	23
Suède	503	(2.4)	14	17	20	23
Pologne	498	(2.3)	16	19	22	26
Danemark	496	(3.1)	16	21	22	28
France	495	(3.4)	16	21	22	29
Croatie	493	(2.4)			23	30
Islande	491	(1.6)	19	23	25	31
Lettonie	490	(3.0)			25	34
États-Unis	489	(4.2)	18	25	24	35
République slovaque	488	(2.6)	20	25	26	34
Espagne	488	(2.6)	20	25	26	34
Lituanie	488	(2.8)			26	34
Norvège	487	(3.1)	20	25	27	35
Luxembourg	486	(1.1)	22	25	30	34
Fédération de Russie	479	(3.7)			33	38
Italie	475	(2.0)	26	28	35	38
Portugal	474	(3.0)	26	28	35	38
Grèce	473	(3.2)	26	28	35	38
Israël	454	(3.7)			39	39
Chili	438	(4.3)			40	42
Serbie	436	(3.0)			40	42
Bulgarie	434	(6.1)			40	44
Uruguay	428	(2.7)			42	45
Turquie	424	(3.8)	29	29	43	47
Jordanie	422	(2.8)			43	47
Thaïlande	421	(2.1)			44	47
Roumanie	418	(4.2)			44	48
Monténégro	412	(1.1)			47	49
Mexique	410	(2.7)	30	30	48	49
Indonésie	393	(5.7)			50	54
Argentine	391	(6.1)			50	55
Bésil	390	(2.8)			50	54
Colombie	388	(3.4)			50	55
Tunisie	386	(3.0)			52	55
Azerbaïdjan	382	(2.8)			53	55
Qatar	349	(0.9)			56	56
Kirghizistan	322	(2.9)			57	57

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.12a

Performance sur l'échelle de culture scientifique et revenu national



Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableaux 2.1.c et 2.6.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

L'éventail des variables contextuelles peut être élargi à d'autres facteurs. Ainsi, les différences de niveau de formation qui s'observent dans la population adulte des pays de l'OCDE entrent de toute évidence en ligne de compte, dans la mesure où il existe une forte corrélation entre la performance des élèves et le niveau de formation de leurs parents (voir le chapitre 4). Le tableau 2.6 indique la proportion de titulaires d'un diplôme de fin d'études secondaires et de fin d'études tertiaires parmi les individus âgés de 35 à 44 ans, la tranche d'âge à laquelle appartiennent la plupart des parents d'élèves de 15 ans. Le tableau 2.6 montre les scores des pays après ajustement compte tenu de cette variable et du PIB par habitant. Les ajustements en fonction du niveau de formation et du PIB par habitant donnent lieu à une relation plus forte avec la performance des élèves que celle établie compte tenu des ajustements en fonction du seul PIB par habitant, certes, mais la corrélation est loin d'être déterministe et linéaire comme le suggère le modèle qui sous-tend les ajustements. Les résultats de cette analyse doivent donc être interprétés avec une certaine prudence. Ces ajustements donnent par exemple lieu à un écart de score sensible en Turquie (59 points), au Mexique (58 points) et au Portugal (50 points).

Le PIB par habitant donne la mesure du volume de ressources que chaque pays peut investir dans l'éducation, mais il ne permet pas de déduire directement le budget réellement affecté à ce secteur. La figure 2.12b compare les scores moyens des élèves en sciences et les dépenses moyennes d'éducation que les pays consentent par élève entre le début de leurs études primaires et l'âge de 15 ans. Les dépenses par élève sont calculées comme suit : les dépenses publiques et privées consenties par élève au titre des établissements d'enseignement en 2004 à chaque niveau d'enseignement sont multipliées par la durée théorique des études à chaque niveau jusqu'à l'âge de 15 ans¹⁷. Les dépenses sont converties en USD sur la base des parités de pouvoir d'achat (OCDE, 2007).

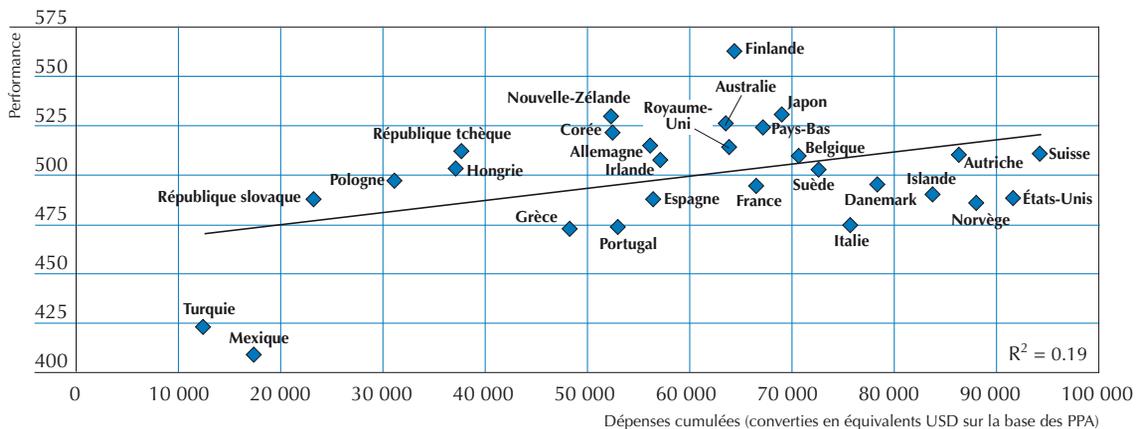
La figure 2.12b montre qu'il existe une relation positive entre les dépenses par élève et la performance moyenne en sciences (voir également le tableau 2.6). Le score moyen des pays progresse à mesure que les dépenses unitaires au titre des établissements d'enseignement augmentent. Toutefois, les dépenses unitaires d'éducation n'expliquent que 19 % de la variation des scores moyens entre les pays.



Figure 2.12b

Performance sur l'échelle de culture scientifique et dépenses par élève

Relation entre la performance en sciences et les dépenses cumulées au titre des établissements d'enseignement consenties par élève entre l'âge de 6 et 15 ans et converties en équivalents USD sur la base des parités de pouvoir d'achat (PPA)



Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableaux 2.1c et 2.6.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Les écarts par rapport à la ligne tendancielle donnent à penser que des dépenses unitaires modérées ne vont pas forcément de pair avec un rendement médiocre des systèmes d'éducation. Ainsi, la République tchèque et la Nouvelle-Zélande consacrent par élève jusqu'à l'âge de 15 ans un budget qui représente respectivement 41 et 57 % de celui des États-Unis, mais ces deux pays caracolent en tête du classement PISA de performance, alors que les États-Unis accusent un score inférieur à la moyenne de l'OCDE. Certains pays affichent des scores significativement supérieurs à ce que laissent supposer leurs seules dépenses unitaires d'éducation : la Finlande, la Nouvelle-Zélande, l'Australie, la Corée et la République tchèque. Dans l'ensemble, ces résultats montrent que les dépenses d'éducation ne suffisent pas à elles seules à élever le niveau de performance, même si elles sont déterminantes pour la qualité de l'éducation.

Variation de la performance selon le sexe sur l'échelle de culture scientifique

Les décideurs s'intéressent entre autres priorités aux questions liées à l'égalité entre les sexes, en particulier aux désavantages des femmes. Depuis peu, ils se préoccupent également des difficultés scolaires des élèves de sexe masculin surtout en compréhension de l'écrit. Nombreux sont les élèves de 15 ans qui s'apprentent à vivre la grande transition qu'est le passage de l'école au monde du travail ou qui envisagent de poursuivre des études. Leurs résultats scolaires en sciences et leurs attitudes, dont leur motivation, à l'égard de ces matières peuvent avoir un grand impact sur leur futur parcours scolaire et professionnel qui, à son tour, influe non seulement sur les perspectives individuelles de carrière et de salaire, mais aussi plus largement sur l'efficacité de la constitution et de l'exploitation du capital humain dans les sociétés et les économies de l'OCDE.

Dans les pays de l'OCDE, les écarts de performance observés entre les sexes lors du cycle PISA 2006 tendent à être minimes, tant en valeur absolue que par comparaison avec les écarts de performance identifiés en compréhension de l'écrit (voir le chapitre 6)¹⁸. Un léger avantage ne s'observe en faveur des élèves de sexe



masculin qu'au Royaume-Uni, au Luxembourg, au Danemark, aux Pays-Bas, au Mexique et en Suisse (entre 6 et 10 points), et en faveur des élèves de sexe féminin qu'en Turquie et en Grèce (entre 11 et 12 points). Les écarts entre les sexes ne sont pas statistiquement significatifs dans les autres pays de l'OCDE. Dans les pays et économies partenaires, un avantage s'observe en faveur des élèves de sexe masculin au Chili et au Brésil, et en faveur des élèves de sexe féminin au Qatar, en Jordanie, en Bulgarie, en Thaïlande, en Argentine, en Lituanie, en Slovaquie, en Azerbaïdjan, en Lettonie et au Kirghizistan. Par comparaison avec les autres pays, l'avantage favorable au sexe féminin est relativement important au Qatar (32 points) et en Jordanie (29 points) (voir le tableau 2.1c).

Dans l'ensemble, la performance en sciences est extrêmement uniforme entre les sexes : seuls quelques pays de l'OCDE enregistrent des écarts significatifs. Les pays préoccupés par une variation de la performance en mathématiques et en lecture entre garçons et filles peuvent s'inspirer de ce qui se passe en sciences, où règne une plus grande égalité entre les sexes à l'âge de 15 ans. Il y a lieu toutefois de signaler que des écarts importants s'observent entre les sexes dans certaines compétences et catégories de connaissances, un point qui sera évoqué dans la suite de ce chapitre. Par ailleurs, les écarts limités de performance en sciences entre les sexes ne se traduisent pas par des écarts aussi ténus en matière de choix d'études scientifiques : dans les pays de l'OCDE, les hommes sont en moyenne près de deux fois plus nombreux que les femmes à obtenir un diplôme scientifique (voir le tableau A3.5, *in* OCDE, 2007).

Lors de l'interprétation des écarts de performance observés entre les sexes, il convient de garder présent à l'esprit le fait que dans de nombreux pays – sinon tous –, filles et garçons ne choisissent pas le même établissement, la même filière ou le même programme de cours. Le cycle PISA 2006 permet de comparer les écarts de performance entre les sexes tous élèves confondus avec les estimations de ces écarts au sein des établissements et après contrôle de diverses variables en rapport avec les filières et les établissements. Dans la plupart des pays, les écarts entre les sexes sont nettement plus sensibles au sein des établissements qu'au sein des pays (voir le tableau 2.5). En France par exemple, les élèves de sexe masculin ne jouissent pas d'un avantage significatif, alors qu'au sein des établissements, leur avantage atteint en moyenne 20 points. Il en va de même en Allemagne et en République slovaque, où l'avantage en faveur des élèves de sexe masculin n'est significatif qu'au sein des établissements, où il s'élève à 17 points. La Belgique, la République tchèque et l'Italie n'enregistrent pas d'écarts de performance entre les sexes à l'échelle nationale, alors que l'avantage favorable aux élèves de sexe masculin est compris entre 13 et 18 points au sein des établissements. Dans la plupart des pays, cela dénote le fait que les filles ont davantage tendance que les garçons à s'orienter vers des filières et des établissements plus exigeants sur le plan académique. Au vu de ce qui précède, les décideurs – et les enseignants – doivent assurément se préoccuper des écarts de performance entre les sexes dans les matières scientifiques, même si l'avantage favorable au sexe masculin qui est observé au sein des établissements et dans les filières d'enseignement est dans une certaine mesure atténué par la tendance des élèves de sexe féminin à s'orienter vers des filières et des programmes de cours plus exigeants.

À cet égard, un dernier point mérite d'être souligné : les écarts de performance entre les sexes ne sont pas nécessairement imputables à des caractéristiques des systèmes d'éducation. En Islande, l'avantage assez important dont jouissent les élèves de sexe féminin dans toutes les matières, en particulier dans les régions rurales, s'explique par exemple par les mesures d'incitation prévues sur le marché du travail : les individus de sexe masculin se détournent des études parce qu'ils ont la possibilité d'obtenir un poste rémunérateur tôt dans la vie, dans le secteur de la pêche ou du tourisme notamment, alors que les individus de sexe féminin privilégient la réussite académique, gage de mobilité sociale et régionale (Ólafsson *et al.*, 2003).



Figure 2.13

Comparaison de la performance entre les échelles de culture scientifique

	Score supérieur de 0 à 9.99 points sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique
	Score supérieur de 10 à 19.99 points sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique
	Score supérieur de 20 points ou plus sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique
	Score inférieur de 0 à 9.99 points sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique
	Score inférieur de 10 à 19.99 points sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique
	Score inférieur de 20 points ou plus sur l'échelle par rapport à l'échelle combinée de culture scientifique

	Score sur l'échelle combinée	Différence de performance entre l'échelle de culture scientifique et chaque échelle							
		Compétences			Connaissances à propos des sciences	Connaissances en sciences			
		Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques		« Systèmes de la Terre et de l'univers »	« Systèmes vivants »	« Systèmes physiques »	
OCDE	Australie	527	8.4	-6.6	4.4	6.6	3.4	-5.1	-11.8
	Autriche	511	-5.7	5.6	-6.1	-7.3	-8.3	11.3	6.9
	Belgique	510	4.7	-7.7	5.6	8.3	-13.9	-7.9	-3.1
	Canada	534	-2.6	-3.6	7.1	2.8	5.8	-4.0	-5.5
	République tchèque	513	-12.4	14.6	-12.3	-13.8	13.2	11.9	21.1
	Danemark	496	-2.6	5.4	-7.3	-3.2	-9.0	8.9	6.6
	Finlande	563	-8.4	2.8	4.1	-5.6	-9.0	10.5	-3.6
	France	495	3.9	-14.1	15.8	12.2	-32.6	-5.3	-13.0
	Allemagne	516	-5.9	3.4	-0.3	-3.9	-5.4	8.2	0.5
	Grèce	473	-4.6	3.1	-7.9	-2.5	4.0	1.3	0.8
	Hongrie	504	-21.3	14.2	-6.9	-11.9	8.6	5.2	29.2
	Islande	491	3.0	-2.7	0.2	1.7	12.1	-9.4	2.6
	Irlande	508	7.6	-2.8	-2.4	4.4	-0.2	-2.8	-3.9
	Italie	475	-1.2	4.1	-8.4	-3.6	-1.5	12.2	-3.0
	Japon	531	-9.3	-4.1	13.0	0.2	-1.1	-5.2	-1.0
	Corée	522	-3.1	-10.5	16.3	4.4	10.8	-23.9	7.6
	Luxembourg	486	-3.5	-3.1	5.5	1.9	-15.6	12.2	-12.4
	Mexique	410	11.7	-3.4	-7.4	3.3	1.9	-7.7	4.6
	Pays-Bas	525	7.7	-3.1	0.7	5.4	-6.8	-15.4	6.2
	Nouvelle-Zélande	530	5.8	-8.2	6.4	8.7	-0.8	-2.2	-14.7
	Norvège	487	2.6	8.7	-14.0	-6.5	10.5	9.6	4.8
	Pologne	498	-14.7	8.2	-4.1	-7.2	3.5	11.3	-0.7
	Portugal	474	12.2	-5.0	-2.1	7.1	5.1	0.7	-12.0
	République slovaque	488	-13.5	12.6	-10.8	-10.2	14.9	11.4	15.1
	Espagne	488	0.4	1.9	-3.6	0.4	4.9	9.2	-11.6
	Suède	503	-4.7	6.4	-7.2	-5.2	-5.5	8.4	13.7
	Suisse	512	3.4	-3.7	7.2	2.9	-9.3	0.9	-5.1
	Turquie	424	3.7	-0.8	-6.6	1.2	1.3	1.5	-7.7
Royaume-Uni	515	-1.0	1.9	-1.2	1.8	-10.2	10.6	-6.4	
États-Unis	489	3.2	-2.8	-0.4	3.3	15.1	-2.1	-3.7	
Partenaires	Argentine	391	4.1	-4.8	-5.8	5.9	-7.5	-0.2	-7.8
	Azerbaïdjan	382	-29.6	29.6	-38.1	-27.2	17.9	15.2	50.5
	Brésil	390	7.8	-0.1	-12.2	3.3	-15.4	12.6	-5.5
	Bulgarie	434	-6.8	10.2	-17.4	-8.5	9.1	11.1	1.6
	Chili	438	5.9	-6.1	1.4	4.5	-9.9	-3.8	-5.0
	Colombie	388	14.4	-9.0	-4.9	8.4	-17.7	-4.5	-10.0
	Croatie	493	0.3	-0.8	-2.9	0.9	4.0	4.5	-0.4
	Estonie	531	-15.7	9.2	-0.4	-8.4	9.0	8.4	3.6
	Hong Kong-Chine	542	-14.4	7.0	0.2	-0.6	-17.1	15.4	3.3
	Indonésie	393	-0.4	1.1	-7.8	-6.4	8.3	-2.5	-7.4
	Israël	454	3.1	-10.5	6.4	12.5	-36.9	4.5	-11.3
	Jordanie	422	-13.1	15.7	-17.4	-13.5	-1.3	28.1	10.9
	Kirghizistan	322	-0.7	11.7	-34.0	-13.5	-7.0	7.7	27.3
	Lettonie	490	-0.9	-3.2	1.1	1.6	4.3	-8.2	5.1
	Liechtenstein	522	0.1	-6.0	12.7	4.2	-9.4	1.7	-7.1
	Lituanie	488	-11.9	6.5	-1.4	-5.6	-1.4	14.7	2.0
	Macao-Chine	511	-20.8	9.2	0.7	-5.9	-4.9	14.2	6.7
	Monténégro	412	-10.7	4.9	-5.2	-4.8	-0.4	18.2	-4.5
	Qatar	349	3.1	6.6	-25.5	-6.2	0.3	11.7	8.4
	Roumanie	418	-8.9	7.4	-10.9	-5.6	-11.5	7.8	10.3
	Fédération de Russie	479	-16.6	3.8	1.4	-4.5	2.0	10.5	-0.2
	Serbie	436	-5.1	5.2	-10.8	-5.1	4.9	13.9	-0.3
	Slovénie	519	-1.8	4.0	-2.8	-8.7	14.7	-2.2	12.1
Taipei chinois	532	-23.8	12.7	-0.6	-7.0	-3.2	16.9	13.0	
Thaïlande	421	-7.8	-1.1	2.1	0.2	8.9	10.7	-13.7	
Tunisie	386	-1.7	-2.2	-3.6	3.8	-33.4	6.2	7.3	
Uruguay	428	0.5	-5.2	0.9	3.4	-31.2	4.5	-6.7	

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableaux 2.1c, 2.2c, 2.3c, 2.4c, 2.7, 2.8, 2.9 et 2.10.
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES PAR COMPÉTENCE ET CATÉGORIE DE CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

La performance des élèves par compétence scientifique

L'un des atouts du cycle PISA 2006 est de permettre l'analyse de la performance des élèves par compétence et catégorie de connaissances scientifiques¹⁹. Comprendre les points forts des élèves dans les diverses compétences et catégories de connaissances scientifiques peut éclairer les décideurs et les aider à choisir des orientations politiques (voir la figure 2.13).

L'analyse des résultats sur les trois échelles de compétence scientifique, en l'occurrence *l'identification de questions d'ordre scientifique*, *l'utilisation de faits scientifiques* et *l'explication scientifique de phénomènes*, fait apparaître des profils de performance différents selon les pays. Comme le montrent les figures 2.14a, 2.14b, 2.14c et 2.14d ci-après, il est possible de distinguer quatre groupes de pays en fonction des points forts et des points faibles de leurs élèves dans les trois compétences scientifiques²⁰.

Les figures 2.14a, 2.14b, 2.14c et 2.14d montrent des groupes de pays (classés selon leur score moyen sur l'échelle de culture scientifique) et indiquent pour chaque pays les écarts entre le score moyen sur chaque échelle de compétence scientifique et le score sur l'échelle de culture scientifique²¹. Un certain nombre de pays se distinguent par un écart de 10 à 20 points entre leur score sur une échelle et leur score sur l'échelle de culture scientifique. La nature des écarts est indiquée par des couleurs différentes. Certains de ces écarts sont expliqués ci-après. Cette analyse montre aux différents pays les aspects qu'ils pourraient améliorer dans l'enseignement des sciences. Les points forts relatifs peuvent être interprétés selon une méthode simple, en l'occurrence dans l'ordre des étapes à franchir pour résoudre un problème de sciences : la première étape consiste à analyser le problème, la deuxième à appliquer des connaissances à propos des phénomènes scientifiques et, enfin, la troisième à interpréter les résultats et à les utiliser. Dans l'enseignement traditionnel des sciences, la priorité est souvent accordée à la deuxième étape, soit *l'explication scientifique de phénomènes*, qui demande aux élèves une certaine maîtrise des théories scientifiques fondamentales. Or, les élèves qui ne sont pas capables tout d'abord de reconnaître qu'il s'agit d'un problème scientifique et en fin de compte d'interpréter les résultats d'une manière pertinente par rapport au monde réel manquent de certaines facultés associées à la notion PISA de culture scientifique. Un élève qui maîtrise une théorie scientifique, mais qui est incapable par exemple de juger de la pertinence des éléments de preuve, fera un usage limité des sciences une fois adulte. Dans ce contexte, les pays dont les scores sont relativement faibles sur la échelle *identification de questions d'ordre scientifique* ou *utilisation de faits scientifiques* pourraient juger utile de revoir la façon dont des compétences scientifiques plus générales sont inculquées aux élèves, alors que ceux dont les scores sont relativement faibles sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes* devraient plutôt accorder la priorité à l'assimilation de connaissances scientifiques.

Les figures 2.14a-d révèlent une tendance intéressante : parmi les dix pays en tête du classement sur l'échelle combinée de culture scientifique, aucun n'accuse de score relativement faible sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques* et certains affichent même des scores particulièrement élevés sur cette échelle. Le score moyen de ces dix pays s'établit à 539 points sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques*, contre 533 points sur l'échelle de culture scientifique. À l'inverse, les dix pays au bas du classement sur l'échelle de culture scientifique accusent sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques* des scores inférieurs ou équivalents à leur score sur l'échelle de culture scientifique. Le score moyen de ces dix pays sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques* est inférieur de 14 points à leur score moyen sur l'échelle de culture scientifique. Ces observations donnent à penser que la faculté d'interprétation et d'utilisation de faits scientifiques est plus étroitement associée à un niveau élevé de culture scientifique.



Toutefois, il faut ajouter que la relation n'est pas constante : elle s'observe dans les pays en tête et au bas du classement de performance, mais pas dans tous les pays dont le score sur l'échelle de culture scientifique est soit supérieur, soit inférieur à la moyenne.

En plus de permettre la comparaison des scores moyens pour chacune des compétences, la plage de classement d'un pays dans chaque compétence (qui fait l'objet de la figure 2.14e) donne une indication de l'avantage ou du désavantage relatif de ce pays dans la compétence donnée. Tout comme le classement sur l'échelle de culture scientifique présenté dans la figure 2.14d, ces plages de classement sont évaluées avec un niveau de confiance de 95 %.

Figure 2.14a

Pays affichant des scores relativement faibles sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes*, mais relativement élevés sur les autres échelles de compétence scientifique



Le niveau élevé ou faible de la performance est fonction du score obtenu sur l'échelle de culture scientifique.

Certains pays se distinguent par des scores relativement élevés sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques*. C'est particulièrement vrai en France et en Corée. Selon les autorités françaises, ces bonnes performances s'expliquent par la priorité accordée au raisonnement scientifique et à l'analyse des données et des expériences dans les programmes de cours. Il en va de même en Corée, où les programmes privilégient la création et l'interprétation de graphiques, de diagrammes et de statistiques.

	Score moyen	Er. T.	Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques
Nouvelle-Zélande	530	(2.7)	6	-8	6
Australie	527	(2.3)	8	-7	4
Liechtenstein	522	(4.1)	0	-6	13
Corée	522	(3.4)	-3	-11	16
Suisse	512	(3.2)	3	-4	7
Belgique	510	(2.5)	5	-8	6
France	495	(3.4)	4	-14	16
Israël	454	(3.7)	3	-10	6

D'autres pays se distinguent par des scores relativement élevés sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*.

Pays-Bas	525	(2.7)	8	-3	1
Irlande	508	(3.2)	8	-3	-2
Islande	491	(1.6)	3	-3	0
États-Unis	489	(4.2)	3	-3	0
Portugal	474	(3.0)	12	-5	-2
Chili	438	(4.3)	6	-6	1
Mexique	410	(2.7)	12	-3	-7
Argentine	391	(6.1)	4	-5	-6
Colombie	388	(3.4)	14	-9	-5

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.14b

Pays affichant des scores relativement élevés sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes*, mais relativement faibles sur les autres échelles de compétence scientifique

	Avantage relatif faible (0 à 9.99)		Désavantage relatif faible (0 à - 9.99)
	Avantage relatif moyen (10 à 19.99)		Désavantage relatif moyen (- 10 à - 19.99)
	Avantage relatif élevé (≥ 20)		Désavantage relatif élevé (≤ -20)

Certains pays de l'OCDE et pays et économies partenaires accusent des scores relativement faibles sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*.

	Score moyen	Er. T.	Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques
Hong Kong-Chine	542	(2.5)	-14	7	0
Estonie	531	(2.5)	-16	9	0
Macao-Chine	511	(1.1)	-21	9	1
Pologne	498	(2.3)	-15	8	-4
Lituanie	488	(2.8)	-12	7	-1
Féd. de Russie	479	(3.7)	-17	4	1

D'autres pays de l'OCDE et pays et économies partenaires accusent des scores relativement faibles sur deux échelles : *utilisation de faits scientifiques* et *identification de questions d'ordre scientifique*.

Rép. tchèque	513	(3.5)	-12	15	-12
Hongrie	504	(2.7)	-21	14	-7
Rép. slovaque	488	(2.6)	-13	13	-11
Jordanie	422	(2.8)	-13	16	-17
Azerbaïdjan	382	(2.8)	-30	30	-38

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Figure 2.14c

Pays accusant des scores relativement faibles sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques*

	Avantage relatif faible (0 à 9.99)		Désavantage relatif faible (0 à - 9.99)
	Avantage relatif moyen (10 à 19.99)		Désavantage relatif moyen (- 10 à - 19.99)
	Avantage relatif élevé (≥ 20)		Désavantage relatif élevé (≤ -20)

	Score moyen	Er. T.	Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques
Qatar	349	(0.9)	3	7	-25
Kirghizistan	322	(2.9)	-1	12	-34

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Figure 2.14d

Pays affichant des scores relativement élevés sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques*

	Avantage relatif faible (0 à 9.99)		Désavantage relatif faible (0 à - 9.99)
	Avantage relatif moyen (10 à 19.99)		Désavantage relatif moyen (- 10 à - 19.99)
	Avantage relatif élevé (≥ 20)		Désavantage relatif élevé (≤ -20)

Cette tendance est particulièrement marquée au Japon. Selon les autorités japonaises, ces bonnes performances s'expliquent par l'importance accordée aux observations et aux expériences dans les programmes de cours, les manuels et les pratiques pédagogiques. Quant aux scores relativement faibles du Japon sur les deux autres échelles de compétence scientifique, ils sont attribués aux élèves qui ne prennent pas l'initiative de se livrer à des activités en rapport avec les sciences.

	Score moyen	Er. T.	Identification de questions d'ordre scientifique	Explication scientifique de phénomènes	Utilisation de faits scientifiques
Finlande	563	(2.0)	-8	3	4
Canada	534	(2.0)	-3	-4	7
Japon	531	(3.4)	-9	-4	13
Luxembourg	486	(1.1)	-3	-3	5
Uruguay	428	(2.7)	1	-5	1
Thaïlande	421	(2.1)	-8	-1	2

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.14e [Partie 1/3]

Plage de classement des pays sur les différentes échelles de culture scientifique

	Performance significativement supérieure à la moyenne de l'OCDE
	Pas de différence significative par rapport à la moyenne de l'OCDE
	Performance significativement inférieure à la moyenne de l'OCDE

Échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>						
	Score moyen	Er. T.	Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Tous les pays	
			Limite sup.	Limite inf.	Limite sup.	Limite inf.
Finlande	555	(2.3)	1	1	1	1
Nouvelle-Zélande	536	(2.9)	2	5	2	5
Australie	535	(2.3)	2	5	2	5
Pays-Bas	533	(3.3)	2	5	2	6
Canada	532	(2.3)	2	5	3	6
Hong Kong-Chine	528	(3.2)			4	8
Liechtenstein	522	(3.7)			6	12
Japon	522	(4.0)	5	9	6	13
Corée	519	(3.7)	6	11	7	15
Slovénie	517	(1.4)			8	14
Irlande	516	(3.3)	6	12	8	16
Estonie	516	(2.6)			9	16
Belgique	515	(2.7)	7	12	8	16
Suisse	515	(3.0)	7	12	9	17
Royaume-Uni	514	(2.3)	7	12	10	17
Allemagne	510	(3.8)	9	14	12	19
Taipei chinois	509	(3.7)			13	19
Autriche	505	(3.7)	11	15	16	21
République tchèque	500	(4.2)	12	18	17	24
France	499	(3.5)	13	18	18	24
Suède	499	(2.6)	13	17	18	23
Islande	494	(1.7)	16	20	21	26
Croatie	494	(2.6)			20	28
Danemark	493	(3.0)	15	21	20	28
États-Unis	492	(3.8)	15	22	20	30
Macao-Chine	490	(1.2)			24	29
Norvège	489	(3.1)	17	23	22	31
Espagne	489	(2.4)	18	23	24	31
Lettonie	489	(3.3)			22	32
Portugal	486	(3.1)	19	25	25	33
Pologne	483	(2.5)	21	25	29	34
Luxembourg	483	(1.1)	22	25	30	33
Hongrie	483	(2.6)	21	25	29	34
Lituanie	476	(2.7)			33	36
République slovaque	475	(3.2)	25	28	33	37
Italie	474	(2.2)	26	28	34	37
Grèce	469	(3.0)	27	28	36	38
Fédération de Russie	463	(4.2)			37	39
Israël	457	(3.9)			38	39
Chili	444	(4.1)			40	40
Serbie	431	(3.0)			41	44
Uruguay	429	(3.0)			41	44
Turquie	427	(3.4)	29	30	41	45
Bulgarie	427	(6.3)			41	45
Mexique	421	(2.6)	29	30	43	45
Thaïlande	413	(2.5)			46	48
Roumanie	409	(3.6)			46	49
Jordanie	409	(2.8)			46	49
Colombie	402	(3.4)			48	52
Monténégro	401	(1.2)			49	52
Bésil	398	(2.8)			49	53
Argentine	395	(5.7)			49	54
Indonésie	393	(5.6)			50	54
Tunisie	384	(3.8)			53	54
Azerbaïdjan	353	(3.1)			55	56
Qatar	352	(0.8)			55	56
Kirghizistan	321	(3.2)			57	57

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.14e [Partie 2/3]

Plage de classement des pays sur les différentes échelles de culture scientifique

	Performance significativement supérieure à la moyenne de l'OCDE
	Pas de différence significative par rapport à la moyenne de l'OCDE
	Performance significativement inférieure à la moyenne de l'OCDE

	Score moyen	Er. T.	Échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i>			
			Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Tous les pays	
			Limite sup.	Limite inf.	Limite sup.	Limite inf.
Finlande	566	(2.0)	1	1	1	1
Hong Kong-Chine	549	(2.5)			2	3
Taipei chinois	545	(3.7)			2	4
Estonie	541	(2.6)			3	4
Canada	531	(2.1)	2	4	5	7
République tchèque	527	(3.5)	2	6	5	10
Japon	527	(3.1)	2	6	5	10
Slovénie	523	(1.5)			7	12
Nouvelle-Zélande	522	(2.8)	4	10	6	15
Pays-Bas	522	(2.7)	4	10	7	15
Australie	520	(2.3)	5	10	8	16
Macao-Chine	520	(1.2)			9	15
Allemagne	519	(3.7)	4	12	7	18
Hongrie	518	(2.6)	6	12	9	18
Royaume-Uni	517	(2.3)	7	12	11	18
Autriche	516	(4.0)	5	13	8	19
Liechtenstein	516	(4.1)			9	20
Corée	512	(3.3)	9	16	15	22
Suède	510	(2.9)	11	16	16	22
Suisse	508	(3.3)	12	18	17	24
Pologne	506	(2.5)	13	18	19	24
Irlande	505	(3.2)	13	19	19	25
Belgique	503	(2.5)	14	19	20	25
Danemark	501	(3.3)	15	20	21	27
République slovaque	501	(2.7)	16	20	21	26
Norvège	495	(3.0)	18	21	24	29
Lituanie	494	(3.0)			25	30
Croatie	492	(2.5)			26	30
Espagne	490	(2.4)	20	23	27	32
Islande	488	(1.5)	21	23	28	32
Lettonie	486	(2.9)			28	35
États-Unis	486	(4.3)	20	26	27	36
Fédération de Russie	483	(3.4)			30	37
Luxembourg	483	(1.1)	23	25	32	35
France	481	(3.2)	23	27	32	37
Italie	480	(2.0)	24	27	34	37
Grèce	476	(3.0)	25	28	35	38
Portugal	469	(2.9)	28	28	38	38
Bulgarie	444	(5.8)			39	42
Israël	443	(3.6)			39	42
Serbie	441	(3.1)			39	42
Jordanie	438	(3.1)			40	43
Chili	432	(4.1)			41	45
Roumanie	426	(4.0)			43	47
Turquie	423	(4.1)	29	29	43	48
Uruguay	423	(2.9)			44	47
Thaïlande	420	(2.1)			45	48
Monténégro	417	(1.1)			47	49
Azerbaïdjan	412	(3.0)			48	50
Mexique	406	(2.7)	30	30	49	50
Indonésie	395	(5.1)			51	53
Bésil	390	(2.7)			51	53
Argentine	386	(6.0)			51	55
Tunisie	383	(2.9)			53	55
Colombie	379	(3.4)			54	55
Qatar	356	(1.0)			56	56
Kirghizistan	334	(3.1)			57	57

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Figure 2.14e [Partie 3/3]

Plage de classement des pays sur les différentes échelles de culture scientifique

	Performance significativement supérieure à la moyenne de l'OCDE
	Pas de différence significative par rapport à la moyenne de l'OCDE
	Performance significativement inférieure à la moyenne de l'OCDE

Échelle utilisation de faits scientifiques						
	Score moyen	Er. T.	Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Tous les pays	
			Limite sup.	Limite inf.	Limite sup.	Limite inf.
Finlande	567	(2.3)	1	1	1	1
Japon	544	(4.2)	2	4	2	6
Hong Kong-Chine	542	(2.7)			2	6
Canada	542	(2.2)	2	4	2	6
Corée	538	(3.7)	2	5	2	8
Nouvelle-Zélande	537	(3.3)	3	6	3	9
Liechtenstein	535	(4.3)			3	10
Taipei chinois	532	(3.7)			6	11
Australie	531	(2.4)	5	7	7	11
Estonie	531	(2.7)			7	11
Pays-Bas	526	(3.3)	6	8	9	12
Suisse	519	(3.4)	7	11	11	16
Slovénie	516	(1.3)			12	16
Belgique	516	(3.0)	8	12	12	18
Allemagne	515	(4.6)	8	13	12	19
Royaume-Uni	514	(2.5)	9	13	13	18
Macao-Chine	512	(1.2)			15	19
France	511	(3.9)	9	14	13	20
Irlande	506	(3.4)	11	15	17	21
Autriche	505	(4.7)	11	17	16	23
République tchèque	501	(4.1)	13	18	19	25
Hongrie	497	(3.4)	14	20	20	27
Suède	496	(2.6)	15	20	21	27
Pologne	494	(2.7)	15	21	21	29
Luxembourg	492	(1.1)	17	21	24	29
Islande	491	(1.7)	18	22	24	30
Lettonie	491	(3.4)			23	32
Croatie	490	(3.0)			23	32
Danemark	489	(3.6)	18	23	24	33
États-Unis	489	(5.0)	17	24	22	33
Lituanie	487	(3.1)			26	33
Espagne	485	(3.0)	21	24	28	34
Fédération de Russie	481	(4.2)			30	36
République slovaque	478	(3.3)	23	26	32	36
Norvège	473	(3.6)	24	27	34	38
Portugal	472	(3.6)	24	27	34	38
Italie	467	(2.3)	26	28	36	39
Grèce	465	(4.0)	26	28	36	39
Israël	460	(4.7)			37	39
Chili	440	(5.1)			40	41
Uruguay	429	(3.1)			41	43
Serbie	425	(3.7)			41	44
Thaïlande	423	(2.6)			41	44
Turquie	417	(4.3)	29	29	42	46
Bulgarie	417	(7.5)			41	48
Roumanie	407	(6.0)			44	49
Monténégro	407	(1.3)			45	48
Jordanie	405	(3.3)			46	49
Mexique	402	(3.1)	30	30	46	49
Indonésie	386	(7.3)			50	54
Argentine	385	(7.0)			50	54
Colombie	383	(3.9)			50	54
Tunisie	382	(3.7)			50	54
Bésil	378	(3.6)			51	54
Azerbaïdjan	344	(4.0)			55	55
Qatar	324	(1.2)			56	56
Kirghizistan	288	(3.8)			57	57

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

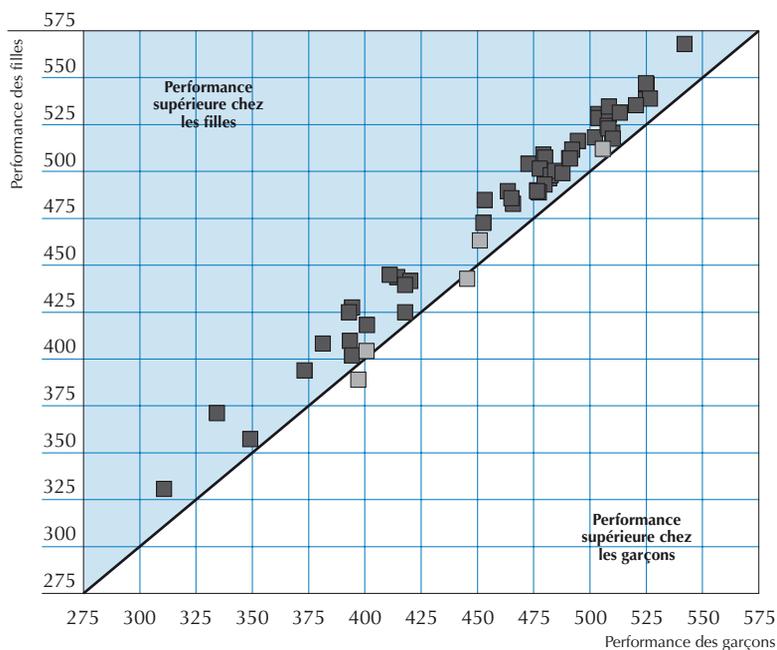


Variation selon le sexe

Comme nous l'avons vu, dans la plupart des pays, les scores sur l'échelle de culture scientifique ne varient guère entre les sexes. Toutefois, des écarts sensibles de performance s'observent entre les sexes dans les trois compétences scientifiques dans certains pays et dans deux d'entre elles tous pays de l'OCDE confondus.

La figure 2.15 et le tableau 2.2c montrent que dans les pays de l'OCDE, les élèves de sexe féminin devancent les élèves de sexe masculin de 17 points en moyenne sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*. L'avantage féminin est sensible dans un certain nombre de pays de l'OCDE et pays et économies partenaires, notamment au Qatar (37 points), en Bulgarie (34 points), en Thaïlande (33 points), en Jordanie (32 points), ainsi qu'en Grèce (31 points) et, parmi les pays partenaires, en Lettonie (31 points).

Figure 2.15
Performance des garçons et des filles
sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*



Remarque : les différences statistiquement significatives sont indiquées en couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

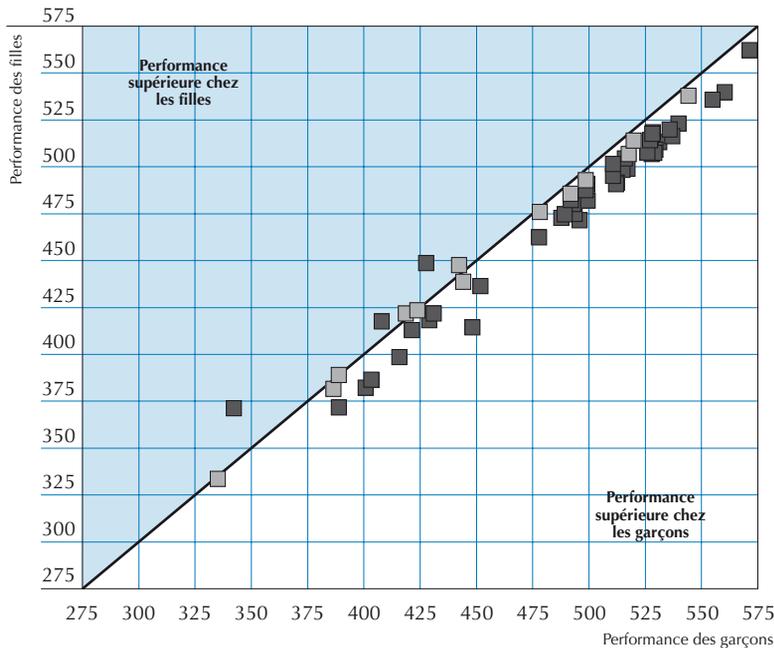
Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.2c.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

À l'inverse, la figure 2.16 et le tableau 2.3c montrent que les élèves de sexe masculin l'emportent sur les élèves de sexe féminin sur l'échelle explication scientifique de phénomènes : l'écart de performance s'établit à 15 points en moyenne dans les pays de l'OCDE. Comme dans l'échelle précédente, les écarts de performance sont importants dans certains pays et pays et économies partenaires, en l'occurrence au Chili (34 points) et, parmi les pays de l'OCDE suivants : au Luxembourg (25 points), en Hongrie et en République slovaque (22 points), au Royaume-Uni ainsi qu'au Danemark, en République tchèque et en Allemagne (21 points). Sur cette échelle, les écarts sont particulièrement prononcés aux niveaux les plus élevés de compétence. Dans les pays de l'OCDE, les élèves de sexe masculin représentent 11.9 % aux deux niveaux les plus élevés (soit les niveaux 5 et 6) sur l'échelle *d'explication scientifique de phénomènes* (voir le tableau 2.3b), contre 7.6 % pour leurs condisciples de sexe féminin.



Figure 2.16
Performance des garçons et des filles
sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes*



Remarque : les différences statistiquement significatives sont indiquées en couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.3c.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

La figure 2.17 montre que les différences significatives entre les sexes sont moins nombreuses sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques* que sur les deux autres échelles *identification de questions d'ordre scientifique* et *explication scientifique de phénomènes*.

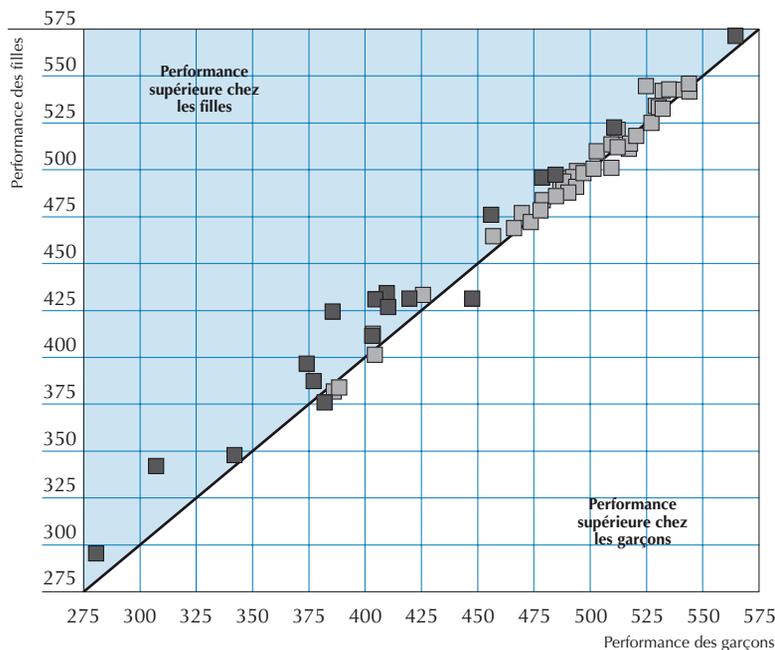
L'analyse de ces écarts de performance entre les sexes compte tenu du score moyen des pays sur chaque échelle montre que filles et garçons se classent parfois à des niveaux très différents selon les compétences scientifiques à l'étude. Par exemple, en République tchèque, 7.2 % seulement des élèves de sexe masculin réussissent à se hisser au niveau 5 ou 6 de l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*, alors qu'ils sont 17.4 % à y parvenir sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes*, leur score moyen s'établissant respectivement à 492 et 537 points sur ces échelles²². Un tel contraste s'observe en France chez les élèves de sexe féminin : les filles sous le niveau 2 sont 25.2 % sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes* et 17.3 % sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*, alors que celles qui atteignent le niveau 5 ou 6 sont 4.0 % et 9.2 % respectivement sur ces deux échelles. Leur score moyen est supérieur à la moyenne de l'OCDE sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique* (507 points), mais nettement inférieur à cette moyenne sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes* (474 points), rejoignant certains pays de l'OCDE au bas du classement de performance.

Que les scores des élèves de sexe féminin soient systématiquement plus élevés sur l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique* et moins élevés sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes* est frappant, mais reflète vraisemblablement la façon différente dont les filles et les garçons abordent les disciplines scientifiques et les cours de sciences. Dans l'ensemble, il semble que les garçons assimilent mieux les notions scientifiques et que les filles réussissent mieux à reconnaître les questions qui sont d'ordre



Figure 2.17

Performance des garçons et des filles sur l'échelle utilisation de faits scientifiques



Remarque : les différences statistiquement significatives sont indiquées en couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.4c.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

scientifique dans une situation donnée. Identifier les facteurs qui contribuent à ces différences entre les sexes et prendre des mesures pour en minimiser l'impact permettrait d'améliorer grandement la performance globale, même s'il convient d'insister sur le fait que dans de nombreux pays, les écarts de performance entre les sexes sont minimes par rapport à ceux qui s'observent au sein de l'échantillon féminin ou masculin.

La performance des élèves par catégorie de connaissances scientifiques

Comme il a été décrit précédemment, le cadre d'évaluation de la culture scientifique du cycle PISA 2006 identifie deux catégories de connaissances scientifiques : les *connaissances en sciences* et les *connaissances à propos des sciences*²³. La seconde catégorie peut elle-même être affinée en trois domaines de compétences, en l'occurrence les « systèmes physiques », les « systèmes vivants » et les « systèmes de la Terre et de l'univers ». L'analyse détaillée des points forts et des points faibles des pays dans ces catégories et domaines de connaissances est particulièrement utile pour rapporter les résultats du cycle PISA 2006 aux programmes de cours, car ceux-ci sont souvent structurés par matière.

La figure 2.18a montre les différences entre le domaine de *connaissances à propos des sciences* et la moyenne pour les trois échelles de *connaissances en sciences*²⁴.

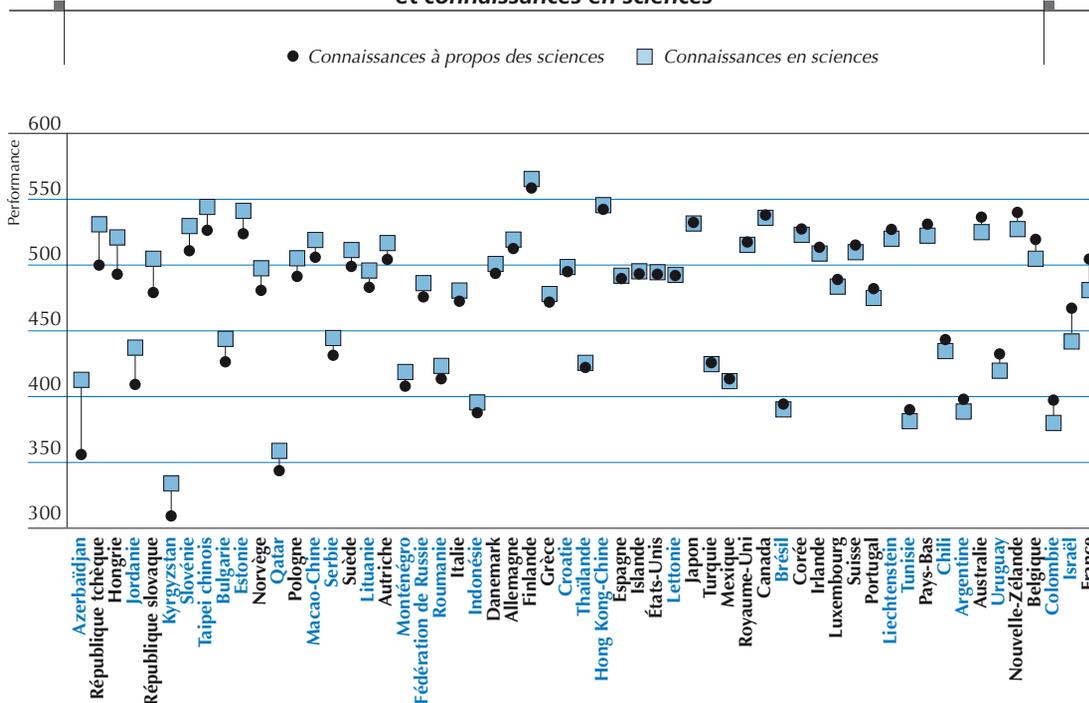
C'est en France que s'observe l'écart le plus important de performance entre les deux échelles : le score moyen sur l'échelle *connaissances à propos des sciences* est supérieur de 29.2 points à celui enregistré sur l'échelle *connaissances en sciences*. Parmi les autres pays qui enregistrent de meilleurs scores sur l'échelle *connaissances à propos des sciences*, citons la Belgique (16.6 points), la Nouvelle-Zélande (14.6 points), l'Australie (11.0 points), les Pays-Bas (10.7 points), et le Portugal (9.1 points). Dans les pays et économies



partenaires, les écarts les plus importants en faveur des *connaissances à propos des sciences* s'observent en Israël (27.1 points), en Colombie (19.1 points), en Uruguay (14.5 points), en Argentine (11.0 points), au Chili (10.7 points), en Tunisie (10.5 points) et au Liechtenstein (9.1).

Dans d'autres pays, les élèves affichent de meilleurs scores sur l'échelle *connaissances en sciences*. Dans les pays de l'OCDE, les écarts de performance les plus importants s'observent en République tchèque (29.2 points), en Hongrie (26.2 points) et en République slovaque (24.1 points). Géographiquement proches, ces trois pays d'Europe de l'Est ont des traditions communes dans l'enseignement des sciences : tous trois privilégient l'assimilation et la restitution de connaissances théoriques dans les matières scientifiques et se préoccupent nettement moins de la nature des travaux scientifiques et de la réflexion scientifique. En République tchèque, les pratiques pédagogiques, qui ne consistent pas à amener les élèves à découvrir les phénomènes scientifiques, mais à leur apprendre la nature des phénomènes et à leur donner des explications, ont été largement documentées dans une étude vidéo (*Teaching Science in Five Countries : Results from the TIMSS 1999 Video Study Roth et al., 2006*). Les scores sont plus élevés sur l'échelle *connaissances en sciences* dans d'autres pays de l'OCDE, en l'occurrence en Norvège (14.8 points), en Pologne (11.9 points) et en Suède (10.8 points). Parmi les pays et économies partenaires où la même tendance s'observe, certains se situent aussi en Europe de l'Est, en l'occurrence la Slovaquie (16.9 points d'écart), la Bulgarie (15.8 points) l'Estonie (15.4 points), la Serbie (11.2 points) et la Lituanie (10.7 points), mais d'autres pays viennent s'ajouter à ces pays européens : l'Azerbaïdjan, la Jordanie, le Kirghizistan, le Taipei chinois, le Qatar et Macao-Chine (voir la figure 2.18a).

Figure 2.18a
Score moyen sur les échelles *connaissances à propos des sciences*
et *connaissances en sciences*



Les pays sont classés par ordre décroissant de la différence entre les échelles de connaissances en sciences et de connaissances à propos des sciences.

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableaux 2.7, 2.8, 2.9 et 2.10.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



Les écarts de score importants entre les deux catégories de connaissances scientifiques ne semblent pas liés à la performance globale des élèves. L'importance des écarts varie parmi les pays en tête du classement établi en fonction de l'échelle de culture scientifique : ils ne sont pas élevés en Finlande et au Canada et, dans les pays et économies partenaires, à Hong Kong-Chine, mais sont conséquents en Nouvelle-Zélande, en Australie et aux Pays-Bas.

Dans la catégorie des *connaissances en sciences*, la performance des élèves peut être analysée selon plusieurs domaines de connaissances, en l'occurrence les « systèmes physiques », les « systèmes vivants » et les « systèmes de la Terre et de l'univers ». Cette analyse révèle des écarts significatifs de performance au sein des pays, ce qui permet de mieux cerner des aspects importants de leurs programmes de cours. En Corée par exemple, les scores s'établissent à 530 points sur l'échelle « systèmes physiques » et à 533 points sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers », mais à 498 points seulement sur l'échelle « systèmes vivants » (voir la figure 2.19a).

Il est possible d'identifier des groupes de pays en fonction de leurs points forts et de leurs points faibles dans chaque domaine de connaissances scientifiques, comme dans le cas des compétences scientifiques.

Cette section présente dans chaque domaine de connaissances des groupes de pays dont les scores sont relativement plus élevés ou plus faibles que pour les autres échelles de culture scientifique. C'est pourquoi chaque groupe de pays peut inclure des pays qui ont obtenu de très bons scores, des scores moyens ou des scores bas. L'objectif n'est pas d'établir le classement de performance des pays dans chacun des domaines de connaissances, mais de montrer la performance relative des élèves par domaine au sein même des pays. Les écarts de score entre les trois domaines de connaissances sont présentés en valeur absolue ailleurs dans ce chapitre. Cette section se limite aux pays dont les scores dans un domaine de connaissances s'écartent de 14 points au moins du score moyen sur l'échelle de culture scientifique par rapport à la moyenne des scores dans les deux autres domaines de connaissances, que les différences soient positives (c'est-à-dire révélatrices d'un point fort relatif) ou négatives (révélatrices d'un point faible relatif). Les écarts de performance dans les trois domaines de connaissances sont mineurs dans les pays qui ne sont pas repris dans les figures 2.19a, 2.19b et 2.19c.

Figure 2.19a

Pays affichant des scores relativement élevés ou faibles sur l'échelle « systèmes physiques »

		Les élèves obtiennent des scores relativement élevés dans le domaine « systèmes de la Terre et de l'univers »	Les élèves obtiennent des scores relativement faibles dans le domaine « systèmes de la Terre et de l'univers »		
		« Systèmes physiques »	« Systèmes de la Terre et de l'univers »	« Systèmes vivants »	Score moyen sur l'échelle « systèmes physiques » par rapport à la moyenne des deux autres domaines
		Score moyen	Score moyen	Score moyen	Différence de score
OCDE	Hongrie	533	512	509	22
	Corée	530	533	498	14
	Pays-Bas	531	518	509	17
	Portugal	462	479	475	-15
	Espagne	477	493	498	-19
Partenaires	Azerbaïdjan	433	400	398	34
	Kirghizistan	349	315	330	27
	Thaïlande	407	430	432	-24
	Tunisie	393	352	392	21

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



La figure 2.19a identifie les pays dont les scores sur l'échelle « systèmes physiques » révèlent des points forts ou faibles relatifs. C'est en Hongrie, en Corée, aux Pays-Bas et, dans les pays et économies partenaires, en Azerbaïdjan, au Kirghizistan et en Tunisie que les avantages relatifs sont les plus importants sur cette échelle. Les scores dénotent des points faibles relatifs dans le domaine « systèmes physiques » au Portugal et en Espagne et, dans les pays et économies partenaires, en Thaïlande. En règle générale, les pays qui font état de scores relativement faibles sur l'échelle des « systèmes physiques » ont tendance à compter également parmi ceux dont la moyenne sur l'échelle de culture scientifique est inférieure à la moyenne de l'OCDE ; c'est-à-dire le Portugal (474 points) et l'Espagne (488 points) et, parmi les pays et économies partenaires, la Thaïlande (421 points).

La figure 2.19b identifie les pays dont les scores sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers » révèlent des points forts ou faibles relatifs. La Corée, les États-Unis, et l'Islande jouissent d'un avantage relatif dans le domaine « systèmes de la Terre et de l'univers ». Les pays qui, en revanche, obtiennent des scores relativement faibles sur cette échelle sont la France, l'Autriche, le Danemark, la Suède et le Luxembourg. Bien que la France affiche un déficit important dans ce domaine avec un score de 463 points, son score moyen sur l'échelle est de 495 points, ce qui ne s'écarte pas de façon significative de la moyenne de l'OCDE. En effet, la France fait

Figure 2.19b

Pays affichant des scores relativement élevés ou faibles sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers »

■ Les élèves obtiennent des scores relativement élevés dans le domaine « systèmes de la Terre et de l'univers »

■ Les élèves obtiennent des scores relativement faibles dans le domaine « systèmes de la Terre et de l'univers »

	« Systèmes physiques »	« Systèmes de la Terre et de l'univers »	« Systèmes vivants »	Score moyen sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers » par rapport à la moyenne des deux autres domaines	
	Score moyen	Score moyen	Score moyen	Différence de score	
OCDE	Autriche	518	503	522	-17
	Danemark	502	487	505	-17
	France	482	463	490	-23
	Islande	493	503	481	16
	Corée	530	533	498	19
	Luxembourg	474	471	499	-16
	Suède	517	498	512	-17
	États-Unis	485	504	487	18
Partenaires	Brésil	385	375	403	-19
	Hong Kong-Chine	546	525	558	-27
	Israël	443	417	458	-34
	Jordanie	433	421	450	-21
	Kirghizistan	349	315	330	-25
	Macao-Chine	518	506	525	-15
	Roumanie	429	407	426	-21
	Taipei chinois	545	529	549	-18
	Tunisie	393	352	392	-40
	Uruguay	421	397	433	-30

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



état de très bonnes performances dans le domaine des *connaissances en sciences*, à 507 points. Parmi les pays et économies partenaires, ceux qui accusent le désavantage le plus important (d'au moins 25 points de score) sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers » sont la Tunisie, Israël, l'Uruguay, Hong Kong-Chine et le Kirghizistan. Avec un score moyen de 542 points sur l'échelle de culture scientifique, l'économie partenaire Hong Kong-Chine est classée deuxième après la Finlande, ce qui met d'autant plus en évidence sa faiblesse relative sur l'échelle « systèmes de la Terre et de l'univers ».

La figure 2.19c identifie les pays dont les scores dénotent des points forts ou des points faibles relatifs dans le dernier domaine de connaissances « systèmes vivants ». Ainsi, le Luxembourg, le Royaume-Uni, la Finlande et la France et, parmi les pays et économies partenaires, Israël, l'Uruguay, la Jordanie, le Brésil, Hong Kong-Chine, le Monténégro et la Tunisie font état d'un avantage relatif dans ce domaine. Les étudiants finlandais s'avèrent particulièrement performants, obtenant un score moyen de 574 points. L'économie partenaire Hong Kong-Chine se place en deuxième position avec 558 points. En revanche, les pays qui accusent une faiblesse relative dans le domaine des « systèmes vivants » sont la Corée, l'Islande et les Pays-Bas ainsi que, parmi les pays et économies partenaires, l'Azerbaïdjan et la Slovaquie. La Corée a obtenu un score nettement supérieur à la moyenne de l'OCDE sur les deux autres domaines de *connaissances en sciences*, mais avec un score qui ne s'écarte pas de façon significative de la moyenne de l'OCDE dans le domaine des « systèmes vivants » (498 points).

Figure 2.19c

Pays affichant des scores relativement élevés ou faibles sur l'échelle « systèmes vivants »

		Les élèves obtiennent des scores relativement élevés dans le domaine « systèmes vivants »	Les élèves obtiennent des scores relativement faibles dans le domaine « systèmes vivants »		
		« Systèmes physiques »	« Systèmes de la Terre et de l'univers »	« Systèmes vivants »	Score moyen sur l'échelle « systèmes vivants » par rapport à la moyenne des deux autres domaines
		Score moyen	Score moyen	Score moyen	Différence de score
OCDE	Finlande	560	554	574	17
	France	482	463	490	17
	Islande	493	503	481	-17
	Corée	530	533	498	-33
	Luxembourg	474	471	499	26
	Pays-Bas	531	518	509	-15
	Royaume-Uni	508	505	525	19
Partenaires	Azerbaïdjan	433	400	398	-19
	Brésil	385	375	403	23
	Hong Kong-Chine	546	525	558	22
	Israël	443	417	458	29
	Jordanie	433	421	450	23
	Monténégro	407	411	430	21
	Slovaquie	531	534	517	-16
	Tunisie	393	352	392	19
	Uruguay	421	397	433	24

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>



L'analyse de la performance par catégorie de *connaissances en sciences* révèle quelques différences entre les sexes (voir la figure 2.19d disponible en ligne sur <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>).

Dans tous les pays de l'OCDE, si ce n'est en Turquie, les élèves de sexe masculin devancent de loin les élèves de sexe féminin dans le domaine de *connaissances en sciences* « systèmes physiques », qui a trait à la structure, aux propriétés et aux changements de la matière et à la transformation de l'énergie. Des écarts significatifs s'observent également en faveur des élèves de sexe masculin dans les pays et économies partenaires, sauf au Qatar, en Jordanie, en Azerbaïdjan, en Bulgarie, en Argentine, au Kirghizistan, en Thaïlande et au Liechtenstein.

Dans le domaine de *connaissances en sciences* « systèmes physiques », c'est l'Autriche qui enregistre l'écart le plus important de tous les pays de l'OCDE : l'avantage s'établit à 45 points en faveur des élèves de sexe masculin. D'autres études, en particulier l'enquête TIMSS dans le deuxième cycle du secondaire (Mullis *et al.*, 1998), confirment cette tendance. L'analyse des résultats montre que cet écart de performance entre garçons et filles est étroitement lié à la variation du nombre cumulé de cours de sciences entre les sexes qui s'explique essentiellement par des choix de filières différentes (Stadler, 1999). Un écart de performance égal ou supérieur à 35 points s'observe en faveur des élèves de sexe masculin dans quatre autres pays de l'OCDE, en l'occurrence en République tchèque, au Luxembourg, en Hongrie et en République slovaque. Dans les pays et économies partenaires, les écarts les plus importants s'observent au Chili (40 points) et à Hong Kong-Chine (34 points), mais les écarts sont égaux ou supérieurs à 30 points aussi en Croatie et en Fédération de Russie (30 points) ainsi qu'en Slovénie (31 points).

Ces observations confirment l'idée très répandue que les sciences de la matière sont l'apanage du sexe masculin, conclusion corroborée par la très grande majorité d'hommes parmi les titulaires d'un diplôme dans ce domaine (voir OCDE, 2007).

Les profils masculin et féminin sont moins nets dans le domaine de *connaissances en sciences* « systèmes vivants », qui concerne la cellule et sa structure, la biologie humaine et la nature des populations et des écosystèmes. Les écarts significatifs de performance entre les deux sexes sont peu nombreux. Les seuls pays de l'OCDE qui enregistrent une différence significative de performance dans ce domaine de connaissances sont le Mexique (13 points), la Hongrie (12 points) et le Danemark, le Luxembourg et la République slovaque (11 points), où l'écart est favorable aux élèves de sexe masculin, et la Grèce (12 points) et la Finlande (10 points), où l'écart est favorable aux élèves de sexe féminin. Dans les pays et économies partenaires, sept pays affichent des écarts favorables aux élèves de sexe masculin et sept en faveur des élèves de sexe féminin. Les écarts les plus importants en faveur des élèves de sexe féminin sont enregistrés au Qatar (37 points), en Jordanie (31 points), en Bulgarie (19 points), en Thaïlande (13 points) et en Estonie (12 points). Les écarts les plus importants en faveur des élèves de sexe masculin se trouvent au Chili (27 points), au Tapei chinois (15 points), en Colombie (13 points), et à Hong Kong-Chine (12 points).

Les élèves de sexe masculin tendent à l'emporter sur les élèves de sexe féminin dans le domaine de *connaissances en sciences* « systèmes de la Terre et de l'univers », qui traite de la structure et de l'énergie des systèmes terrestres et de l'histoire de la Terre et de sa place dans l'univers, mais les écarts significatifs sont moins nombreux que dans le domaine « systèmes physiques ». Les écarts les plus importants s'observent en République tchèque (29 points), au Luxembourg (27 points), au Japon, en Suisse et au Danemark (26 points), aux Pays-Bas (25 points) et, parmi les pays et économies partenaires, au Chili (35 points), en Colombie (26 points), en Israël et en Uruguay (25 points).



ANALYSE DÉTAILLÉE DE LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES PAR COMPÉTENCE SCIENTIFIQUE

Les dernières sections de ce chapitre décrivent de manière détaillée la performance des élèves dans chaque compétence scientifique retenue.

Figure 2.20 [Partie 1/2]

Description succincte des six niveaux de compétence de l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
<p>NIVEAU 6 1.3 % des élèves de l'OCDE sont capables de mener à bien les tâches de niveau 6 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de comprendre la modélisation complexe inhérente à la conception d'un programme de recherche et d'en distinguer les aspects.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distinguer les aspects conceptuels d'un programme de recherche qui sont pertinents pour répondre à la question scientifique à l'étude. ▪ Concevoir un programme de recherche qui satisfait à toutes les conditions requises pour répondre à la question scientifique à l'étude. ▪ Identifier les variables à contrôler lors d'une étude et les méthodes à utiliser pour les contrôler. 	<p>PLUIES ACIDES question 5 figure 2.32</p>
<p>NIVEAU 5 8.4 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 5 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de comprendre les éléments essentiels d'une étude scientifique et, donc, de déterminer si des méthodes scientifiques sont applicables dans une série de contextes plutôt complexes et souvent abstraits. Ils sont également en mesure d'analyser une expérience donnée pour en identifier l'objet et expliquer en quoi sa méthodologie est adaptée à son objet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier les variables à modifier et à mesurer dans des études s'inscrivant dans un large éventail de contextes. ▪ Comprendre la nécessité de contrôler toutes les variables sortant du cadre d'une recherche, mais pouvant l'affecter. ▪ Poser une question scientifique en rapport avec un problème donné. 	
<p>NIVEAU 4 28.4 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 4 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables d'identifier les facteurs de variation et les variables mesurées dans une étude scientifique et de repérer au moins une variable contrôlée. Ils sont à même de proposer des méthodes appropriées pour contrôler cette variable. Ils sont capables de cerner l'objet d'une étude scientifique directe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier les variables de contrôle auxquelles comparer des résultats d'expérience. ▪ Concevoir un programme de recherche dont les éléments sont en relation directe et ne sont pas très abstraits. ▪ Comprendre les effets de variables non contrôlées et tenter d'en tenir compte dans des études scientifiques. 	<p>ÉCRANS SOLAIRES questions 2 et 4 figure 2.23</p> <p>VÊTEMENTS question 1 figure 2.26</p> <p>...</p>



Figure 2.20 [Partie 2/2]

**Description succincte des six niveaux de compétence
de l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique***

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
<p>NIVEAU 3 56.7 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 3 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de déterminer si un phénomène se prête à des mesures scientifiques et, par voie de conséquence, à une étude scientifique. Ils sont à même d'identifier les facteurs de variation et les variables mesurées sur la base de la description d'une étude scientifique</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier les dimensions qui peuvent faire l'objet de mesures scientifiques dans une étude. ▪ Faire la distinction entre les facteurs de variation et les variables mesurées dans des études simples. ▪ Constaté que des comparaisons sont faites entre deux tests (mais pas cerner l'objet d'un contrôle). 	<p>PLUIES ACIDES question 5 (crédit partiel) figure 2.32</p> <p>ÉCRANS SOLAIRES question 3 figure 2.23</p>
<p>NIVEAU 2 81.3 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 1 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de déterminer si une variable donnée se prête à des mesures scientifiques dans une étude. Ils sont à même d'identifier la variable contrôlée par les chercheurs. Ils sont capables de comprendre la relation entre un phénomène et le modèle simple qui le représente. Ils sont à même de sélectionner des mots clés appropriés pour effectuer une recherche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier un aspect modélisé dans une étude. ▪ Comprendre la différence entre les dimensions mesurables au moyen d'instruments scientifiques et celles qui ne le sont pas. ▪ Sélectionner l'objectif le plus pertinent d'une expérience parmi ceux proposés. ▪ Identifier ce qui est modifié (la cause) dans une expérience. ▪ Sélectionner parmi ceux proposés les meilleurs mots clés pour effectuer une recherche en ligne sur un sujet donné. 	<p>CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES question 3 figure 2.22</p>
<p>NIVEAU 1 94.9 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 1 sur l'échelle <i>identification de questions d'ordre scientifique</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau peuvent identifier des sources d'information pertinentes selon les thèmes scientifiques. Ils sont en mesure d'identifier une dimension qui varie dans une expérience. Ils sont capables de déterminer si une variable peut ou non être mesurée au moyen d'instruments courants dans des contextes spécifiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sélectionner parmi les sources d'information proposées celles à utiliser pour se documenter à propos d'un thème scientifique donné. ▪ Identifier une dimension qui varie selon un scénario spécifique, mais simple. ▪ Déterminer si un instrument permet de mesurer une variable (dans la limite des instruments de mesure courants). 	

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

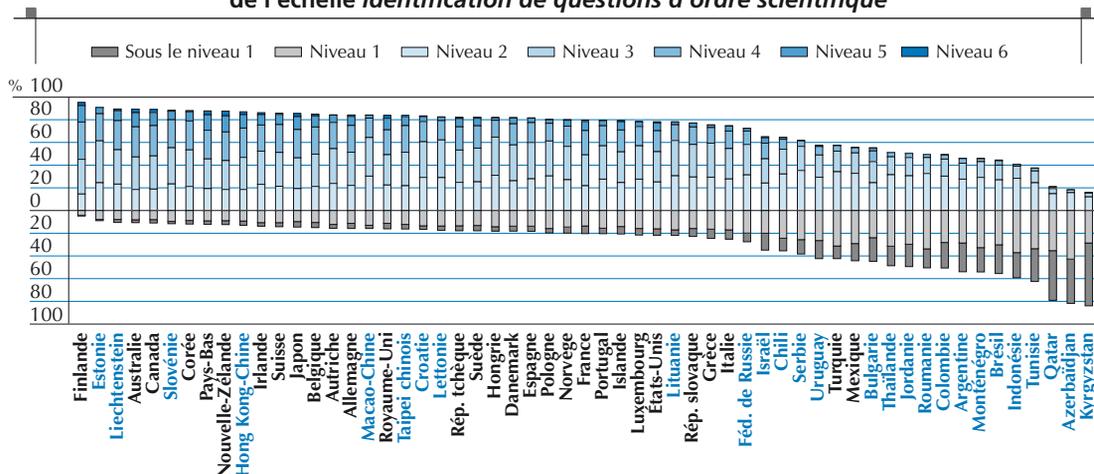
La performance des élèves sur l'échelle d'identification de questions d'ordre scientifique

Quelque 22 % des items de sciences administrés aux élèves dans le cadre de l'enquête PISA 2006 faisaient appel à la compétence d'*identification de questions d'ordre scientifique*. La figure 2.20 ci-dessus propose six exemples d'items de cette catégorie, dont un se situe au niveau 2, deux au niveau 3 et au niveau 4 et, enfin, un au niveau 6. Les connaissances et compétences requises pour atteindre chaque niveau sont résumées dans la figure.

Comme il a été expliqué précédemment, les principaux domaines d'intérêt de l'*identification de questions d'ordre scientifique* sont la reconnaissance des questions qui se prêtent à l'investigation scientifique, l'identification des mots-clés pour rechercher des informations scientifiques et la définition



Figure 2.21a
Pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence
de l'échelle *identification de questions d'ordre scientifique*



Les pays sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves de 15 ans aux niveaux 2, 3, 4, 5 et 6.

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.2a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

des caractéristiques principales d'une investigation scientifique. La connaissance scientifique la plus utile pour la compétence d'*identification de questions d'ordre scientifique* correspond à la compréhension des processus scientifiques et des domaines de connaissance majeurs que sont les « systèmes physiques », les « systèmes vivants » et les « systèmes de la Terre et de l'univers ».

Comme le montre la figure 2.21a, relativement peu d'élèves sont capables de mener à bien les tâches d'*identification de questions d'ordre scientifique* qui se situent aux deux niveaux supérieurs de l'échelle : ils sont 8.4 % en moyenne dans les pays de l'OCDE, soit une proportion légèrement plus faible par rapport à l'échelle de culture scientifique (9.0 %). Les deux pays qui comptent le plus d'élèves à ces niveaux sont la Nouvelle-Zélande (18.5 %) et la Finlande (17.2 %), comme dans le classement établi sur la base de l'échelle de culture scientifique. Aux Pays-Bas, 17.0 % d'élèves parviennent à se hisser au sommet de l'échelle d'*identification de questions d'ordre scientifique*, contre 13.1 % seulement sur l'échelle de culture scientifique, ce qui montre que les « meilleurs » élèves sont particulièrement performants dans ce domaine. Dans les pays et économies partenaires, Hong Kong-Chine et le Liechtenstein comptent respectivement 14.5 et 10.3 % d'élèves aux niveaux 5 et 6 de l'échelle d'*identification de question d'ordre scientifique*. Dans les pays de l'OCDE, le Mexique et la Turquie affichent des proportions d'élèves qui sont faibles à ces deux niveaux de compétence (0.5 %).

Comme sur l'échelle combinée de culture scientifique, le niveau 2 représente sur l'échelle d'*identification de questions d'ordre scientifique* un seuil à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les savoirs et savoir-faire requis pour améliorer leur faculté d'*identification de questions d'ordre scientifique*. En moyenne, 18.7 % des élèves se classent au niveau 1 ou en-deçà dans les pays de l'OCDE.

La figure 2.21b (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>) montre la répartition des scores sur l'échelle d'*identification de questions d'ordre scientifique*. La figure 2.21c (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>) indique le score moyen des élèves de chaque pays sur l'échelle d'*identification de questions d'ordre scientifique* pour comparer la performance globale des pays dans ce domaine. Seules les différences statistiquement significatives doivent être prises en compte (voir les encadrés 2.2 et 2.5 pour une description plus détaillée de l'interprétation des résultats).



Figure 2.22

CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

LE MAÏS OGM DEVRAIT ÊTRE INTERDIT

Des groupes de protection de la nature ont demandé l'interdiction d'une nouvelle espèce de maïs génétiquement modifiée (OGM, organisme génétiquement modifié).

Ce maïs OGM est conçu pour résister à un nouvel herbicide puissant qui détruit les plants de maïs traditionnels. Ce nouvel herbicide détruira la plupart des mauvaises herbes qui poussent dans les champs de maïs.

Les protecteurs de la nature déclarent que, comme ces mauvaises herbes sont une source de nourriture pour les petits animaux, en particulier les insectes, l'utilisation de ce nouvel herbicide avec le maïs OGM nuira à l'environnement. Les partisans du maïs OGM répondent qu'une étude scientifique a démontré que cela n'arrivera pas.

Voici quelques détails de l'étude scientifique mentionnée dans l'article ci-dessus :

- On a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays.
- On a divisé chaque champ en deux parties. Dans une moitié, on a cultivé du maïs génétiquement modifié (OGM) traité avec le nouvel herbicide puissant, et dans l'autre moitié on a cultivé du maïs traditionnel traité avec un herbicide traditionnel.
- On a trouvé à peu près le même nombre d'insectes sur le maïs OGM traité avec le nouvel herbicide que sur le maïs traditionnel traité avec l'herbicide traditionnel.

CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES – QUESTION 3 (S508Q03)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Frontières des sciences et de la technologie »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 421 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 73.6 %

Niveau 6	707.9
Niveau 5	633.3
Niveau 4	558.7
Niveau 3	484.1
Niveau 2	409.5
Niveau 1	334.9
Sous le niveau 1	

On a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays. Pourquoi les scientifiques ont-ils utilisé plus d'un site ?

- A. Afin que de nombreux agriculteurs puissent essayer le nouveau maïs OGM.
- B. Pour voir quelle quantité de maïs OGM ils pourraient cultiver.
- C. Pour recouvrir le plus de terrain possible avec des cultures OGM.
- D. Pour inclure diverses conditions de culture du maïs.

Consignes de correction

Crédit complet : D. Pour inclure diverses conditions de culture du maïs.



Commentaires

La question 3 de l'unité CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES est caractéristique des items de niveau 2 qui font appel à la compétence identification de questions d'ordre scientifique. Il s'agit d'une question simple à propos de conditions variables dans une étude scientifique. Pour y répondre, les élèves doivent posséder certaines connaissances sur la conception des expériences scientifiques.

Pour répondre correctement à cette question en l'absence d'indices, les élèves doivent comprendre que l'effet des traitements (des herbicides différents) sur les résultats (les nombres d'insectes) peut dépendre de facteurs environnementaux et réaliser qu'en conséquence, répéter l'expérience dans 200 sites permet de réduire le risque de voir un facteur environnemental biaiser les résultats. Comme cet item porte essentiellement sur la méthodologie de l'expérience, il se classe dans la catégorie « démarche scientifique ». Il relève du champ d'application « Frontières des sciences et de la technologie », car il traite de la modification génétique, et se situe dans un contexte social puisqu'il se limite à un seul pays.

En l'absence d'indices, cet item aurait été classé au niveau 4, puisque les élèves auraient dû comprendre la nécessité de tenir compte de facteurs environnementaux et trouver le moyen d'y parvenir. Toutefois, comme des indices sont fournis par les trois distracteurs, cet item a été classé au niveau 2. Les élèves doivent en principe éliminer facilement ces options pour ne garder que l'explication correcte, ce qui réduit la difficulté de l'item.

CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES – QUESTION 10N (S508Q10N)

Êtes-vous intéressé(e) par les informations complémentaires suivantes ?

Ne cochez qu'une case par ligne.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
a) Apprendre de quelle manière on modifie génétiquement les plantes.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Apprendre pourquoi certaines plantes résistent aux herbicides.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Mieux comprendre la différence entre croiser des plantes et les modifier génétiquement.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄



Figure 2.23
ÉCRANS SOLAIRES

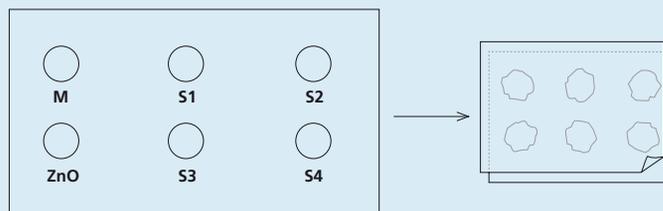
Mimi et David se demandent quel écran solaire offre la meilleure protection à leur peau. Les écrans solaires ont un *facteur de protection solaire (FPS)* indiquant dans quelle mesure ils absorbent les rayons ultraviolets de la lumière du soleil. Un écran solaire à FPS élevé protège la peau plus longtemps qu'un écran solaire à faible FPS.

Mimi a imaginé une manière de comparer divers écrans solaires. David et elle ont rassemblé le matériel suivant :

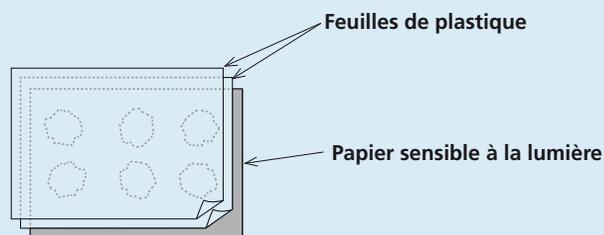
- deux feuilles de plastique transparent qui n'absorbent pas la lumière du soleil ;
- une feuille de papier sensible à la lumière ;
- de l'huile minérale (M) et une crème contenant de l'oxyde de zinc (ZnO) ;
- quatre écrans solaires différents qu'ils ont nommés S1, S2, S3, et S4.

Mimi et David ont utilisé l'huile minérale parce qu'elle laisse passer presque toute la lumière du soleil et l'oxyde de zinc parce qu'il bloque presque complètement la lumière du soleil.

David a déposé une goutte de chaque substance dans un des cercles tracés sur une des feuilles de plastique, qu'il a ensuite recouverte avec la seconde feuille de plastique. Il a placé un grand livre sur les deux feuilles et a appuyé dessus.



Ensuite, Mimi a posé les feuilles de plastique sur le papier sensible à la lumière. Le papier sensible à la lumière a la propriété de passer du gris foncé au blanc (ou au gris très clair) en fonction de la durée de son exposition à la lumière du soleil. Enfin, David a placé les feuilles dans un endroit ensoleillé.



ÉCRANS SOLAIRES – QUESTION 2 (S447Q02)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 588 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 40.5 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1



Parmi les énoncés suivants, lequel est une description scientifique du rôle de l'huile minérale et de l'oxyde de zinc dans la comparaison de l'efficacité des écrans solaires ?

- A. L'huile minérale et l'oxyde de zinc sont tous deux des facteurs que l'on teste.
- B. L'huile minérale est un facteur que l'on teste et l'oxyde de zinc est une substance de référence.
- C. L'huile minérale est une substance de référence et l'oxyde de zinc est un facteur que l'on teste.
- D. L'huile minérale et l'oxyde de zinc sont tous deux des substances de référence.

Consignes de correction

Crédit complet : D. L'huile minérale et l'oxyde de zinc sont tous deux des substances de référence.

Commentaires

Pour répondre à cette question, les élèves doivent comprendre la nature d'une « démarche scientifique » en général et réaliser que l'efficacité des écrans solaires se mesure par rapport à deux substances de référence aux deux extrêmes de l'effet mesuré. Cet item porte sur la protection contre les rayons ultraviolets et s'inscrit dans un contexte personnel.

Pour obtenir un crédit complet, les élèves doivent identifier non seulement les facteurs de variation et les variables mesurées sur la base de la description de l'expérience, mais également la méthode utilisée pour quantifier les variables mesurées. Ces difficultés placent cet item au niveau 4.

ÉCRANS SOLAIRES – QUESTION 3 (S447Q03)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

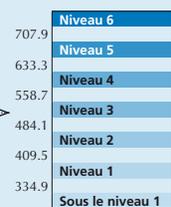
Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 499 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 58.3 %



À laquelle des questions suivantes Mimi et David ont-ils essayé de répondre ?

- A. Quelle protection chaque écran solaire offre-t-il par comparaison avec les autres ?
- B. Comment les écrans solaires protègent-ils la peau contre les rayons ultraviolets ?
- C. Parmi les écrans solaires, y en a-t-il un qui protège moins que l'huile minérale ?
- D. Parmi les écrans solaires, y en a-t-il un qui protège davantage que l'oxyde de zinc ?

Consignes de correction

Crédit complet : A. Quelle protection chaque écran solaire offre-t-il par comparaison avec les autres ?

Commentaires

Pour répondre à cet item, les élèves doivent identifier la question à laquelle l'expérience tente de répondre. En d'autres termes, ils doivent identifier les variables mesurées sur la base de la description de l'expérience. Comme cet item porte essentiellement sur la méthodologie scientifique, il se classe dans la catégorie « démarche scientifique ». Il traite de la protection contre les rayons ultraviolets et s'inscrit dans un contexte personnel.

Comme cet item demande aux élèves d'identifier des facteurs de variation et des variables mesurées, il se situe au niveau 3.



ÉCRANS SOLAIRES – QUESTION 4 (S447Q04)

Format de l’item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d’ordre scientifique

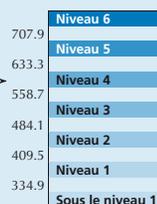
Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d’application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 574 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l’OCDE) : 43.0 %



Pourquoi a-t-on appuyé sur la seconde feuille de plastique ?

- A. Pour empêcher les gouttes de sécher.
- B. Pour étaler les gouttes le plus possible.
- C. Pour maintenir les gouttes à l’intérieur des cercles tracés.
- D. Pour donner aux gouttes la même épaisseur.

Consignes de correction

Crédit complet : D. Pour donner aux gouttes la même épaisseur.

Commentaires

Cette question porte sur la technique utilisée pour contrôler une variable dans une expérience scientifique. Pour y répondre, les élèves doivent comprendre que la technique décrite a pour objet de garantir que les écrans solaires ont la même épaisseur. Comme cet item porte sur la méthodologie scientifique, il se classe dans la catégorie « démarche scientifique ». Il traite de la protection contre les rayons ultraviolets et se situe dans un contexte personnel.

Les élèves qui répondent correctement à cette question comprennent que l’épaisseur des écrans solaires a un impact sur le résultat et qu’il faut en tenir compte lors de la conception de l’expérience. C’est pourquoi cet item se classe au niveau 4.

ÉCRANS SOLAIRES – QUESTION 5 (S447Q05)

Format de l’item : Item à réponse construite

Compétence scientifique : Utilisation de faits scientifiques

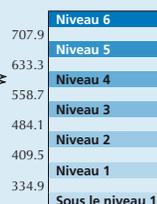
Catégorie de connaissances : « Explications scientifiques » (connaissances à propos des sciences)

Champ d’application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 629 points (Crédit complet) ou 616 points (Crédit partiel)

Pourcentage de réponses correctes (pays de l’OCDE) : 27.1 %

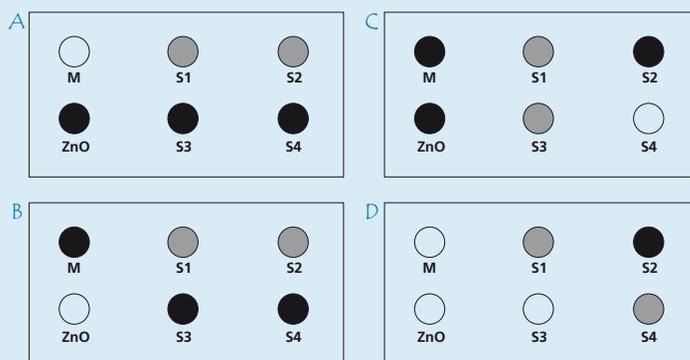


Le papier sensible à la lumière est gris foncé ; il devient gris clair quand il est exposé à un peu de lumière du soleil et blanc quand il est exposé à beaucoup de lumière de soleil.

Parmi ces schémas, lequel présente les résultats que l’on pourrait obtenir ? Expliquez pourquoi vous l’avez choisi.

Réponse :

Explication :



Consignes de correction

Crédit complet : A. Explique que le cercle ZnO est resté gris foncé (parce qu'il bloque la lumière du soleil) et que le cercle M est devenu blanc (parce que l'huile minérale absorbe très peu de lumière du soleil). *[Il n'est pas nécessaire (quoique suffisant) que les explications complémentaires entre parenthèses soient fournies.]*

A. Le ZnO a bloqué la lumière du soleil comme prévu et M l'a laissé passer.

J'ai choisi A parce que l'huile minérale doit être la plus claire alors que l'oxyde de zinc est le plus foncé.

Crédit partiel : A. Donne une explication correcte soit pour le cercle ZnO, soit pour le cercle M, mais pas pour les deux.

A. L'huile minérale a la plus faible résistance aux rayons UV. Donc, le papier ne serait pas blanc pour les autres substances.

A. L'oxyde de zinc absorbe presque tous les rayons, et le diagramme le montre.

Parce que le ZnO bloque la lumière et que M l'absorbe.

Commentaires

Cet item est caractéristique des items de niveau 4 qui font appel à la compétence utilisation de faits scientifiques. Les élèves doivent identifier une tendance dans les résultats d'une expérience qui leur sont fournis, puis expliquer leur conclusion. Pour répondre correctement à cette question, ils doivent comprendre les diagrammes fournis et choisir celui qui convient, c'est-à-dire établir un lien entre les tons de gris présentés dans les diagrammes et les éléments d'information qui leur sont donnés dans le stimulus de l'unité et de la question. Ils doivent donc combiner trois éléments pour parvenir à une réponse correcte : 1) c'est l'huile minérale qui absorbe le moins de lumière et l'oxyde de zinc qui en absorbe le plus, 2) le papier sensible à la lumière blanchit sous l'effet de l'exposition à la lumière et 3) seul un diagramme satisfait aux deux critères. Parce que cet item demande aux élèves de tirer une conclusion logique sur base des éléments qui leur sont fournis, il se classe dans la catégorie « explications scientifiques ». Il traite de la protection contre les rayons ultraviolets et se situe dans un contexte personnel.

Comme les élèves doivent combiner plusieurs éléments d'information et expliquer leur cohérence logique pour formuler une conclusion correcte, cet item se situe au niveau 4. La distinction entre le crédit complet et le crédit partiel est dans les limites du niveau 4, à cause de la similitude des compétences requises pour choisir le diagramme correct. Le crédit complet s'applique aux réponses qui contiennent des explications plus complètes que celles associées au crédit partiel. Les unités L'EFFET DE SERRE et ÉCRANS SOLAIRES contiennent des items qui font appel à la même compétence, mais qui se situent au niveau 3.



Figure 2.24 [Partie 1/2]

Description succincte des six niveaux de l'échelle *explication scientifique de phénomènes*

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
NIVEAU 6 1.8 % des élèves de l'OCDE sont capables de mener à bien les tâches de niveau 6 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i> .		
Les élèves de ce niveau possèdent un large éventail de connaissances scientifiques abstraites et maîtrisent des concepts scientifiques fondamentaux. Ils s'appuient sur ces acquis et sur les relations qui existent entre eux pour expliquer les processus qui se déroulent dans des systèmes.	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre un large éventail de systèmes physiques, biologiques ou environnementaux complexes et abstraits. Cerner les relations entre des concepts et des éléments discrets pour expliquer des processus. 	L'EFFET DE SERRE question 5 figure 2.33
NIVEAU 5 9.8 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 5 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i> .		
Les élèves de ce niveau se basent sur leur compréhension de deux ou trois concepts scientifiques pour identifier les relations qui existent entre eux et expliquer des phénomènes contextuels.	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les principales composantes conceptuelles ou factuelles d'un scénario donné et utiliser les relations entre ces composantes pour expliquer un phénomène. Résumer deux ou trois idées maîtresses dans un contexte scientifique donné pour expliquer ou prévoir un résultat. 	
NIVEAU 4 29.4 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 4 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i> .		
Les élèves de ce niveau comprennent certaines notions scientifiques, dont les modèles scientifiques, d'un degré élevé d'abstraction. Ils peuvent appliquer des concepts scientifiques généraux en rapport avec ces notions pour expliquer des phénomènes.	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre des modèles scientifiques abstraits et sélectionner celui à utiliser pour faire des inférences et expliquer un phénomène dans un contexte spécifique (par exemple, le modèle de particules, les modèles planétaires ou les modèles biologiques). Mettre en correspondance deux éléments spécifiques au moins (provenant par exemple d'une source abstraite) pour expliquer un phénomène (par exemple, l'exercice physique est activateur du métabolisme des cellules musculaires, ce qui induit l'augmentation des échanges gazeux dans le sang et, donc, du rythme de la respiration). 	EXERCICE PHYSIQUE question 5 figure 2.29
NIVEAU 3 56.4 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 3 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i> .		
Les élèves de ce niveau sont capables d'appliquer un ou plusieurs concepts ou idées scientifiques concrets ou tangibles pour expliquer un phénomène, parfois sur base des éléments spécifiques qui leur sont fournis ou des options qui leur sont proposées. Ils sont en mesure de reconnaître des relations de cause à effet et de se baser sur des modèles scientifiques simples et explicites pour formuler des explications.	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre la ou les composantes principales d'un système scientifique et prévoir les conséquences concrètes d'un changement dans ce système, par exemple l'effet de l'affaiblissement du système immunitaire chez l'homme. Restituer plusieurs éléments pertinents et tangibles dans un contexte simple et bien défini et utiliser ces éléments pour expliquer un phénomène. 	MARY MONTAGU question 4 figure 2.28 PLUIES ACIDES question 2 figure 2.32 EXERCICE PHYSIQUE question 1 figure 2.29
		...



Figure 2.24 [Partie 2/2]

Description succincte des six niveaux de l'échelle *explication scientifique de phénomènes*

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
<p>NIVEAU 2 80.4 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 2 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de restituer des données scientifiques tangibles et pertinentes dans un contexte direct et simple et de les utiliser pour expliquer ou prévoir un résultat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Indiquer à propos d'un résultat spécifique s'inscrivant dans un contexte simple le fait ou le processus scientifique qui provoque un résultat dans un certain nombre de cas et sur la base d'éléments précis, par exemple la roche qui se fissure à cause de la dilatation de l'eau sous l'effet du gel ou la présence de fossiles qui indique que les sols étaient immergés autrefois. Restituer des faits scientifiques spécifiques très répandus, par exemple la vaccination qui protège contre les maladies virales. 	<p>LE GRAND CANYON question 3 figure 2.27</p> <p>MARY MONTAGU questions 2 et 3 figure 2.28</p> <p>LE GRAND CANYON question 5 figure 2.27</p>
<p>NIVEAU 1 94.6 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 1 sur l'échelle <i>explication scientifique de phénomènes</i>.</p>		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de reconnaître des relations simples de cause à effet si les éléments pertinents leur sont fournis. Les connaissances sur lesquelles ils se basent sont de simples faits scientifiques qu'ils tirent de leur expérience ou qui sont très courants.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Choisir une réponse parmi celles proposées dans un contexte simple et restituer le seul fait scientifique qui intervient (par exemple, la fonction de l'ampèremètre, qui est de mesurer l'intensité du courant électrique). Reconnaître des relations simples de cause à effet en présence d'éléments suffisants (par exemple, répondre par l'affirmative ou par la négative à la question de savoir si le sang circule davantage dans les muscles pendant un exercice physique). 	<p>EXERCICE PHYSIQUE question 3 figure 2.29</p> <p>VÊTEMENTS question 2 figure 2.26</p>

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

La performance des élèves sur l'échelle d'explication scientifique de phénomènes

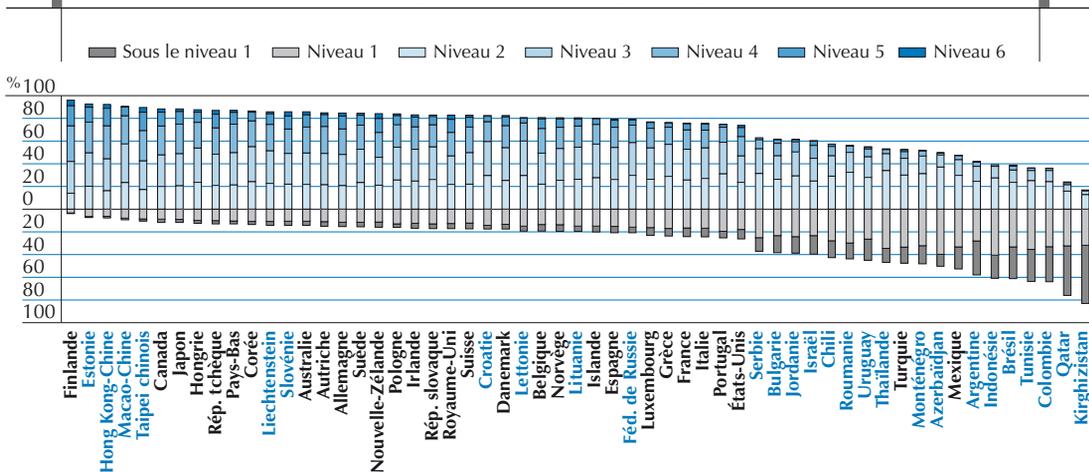
La compétence *explication scientifique de phénomènes* se rapporte aux objectifs des cours de sciences traditionnels, comme la physique ou la biologie. Ce sont les concepts scientifiques fondamentaux décrits dans la figure 2.4 qui ont été retenus dans le cadre de cet aspect crucial de la culture scientifique à l'occasion du cycle PISA 2006. Dans les pays qui appliquent des programmes de cours traditionnels, cette approche consiste à accorder la priorité aux concepts fondamentaux des matières scientifiques et aux faits et données qui s'y rapportent.

Comme nous l'avons vu précédemment, les principaux axes de la compétence *explication scientifique de phénomènes* sont : appliquer des *connaissances en sciences* dans une situation donnée, décrire ou interpréter des phénomènes de manière scientifique et prévoir leurs changements et, enfin, identifier les descriptions, les explications ou les prévisions appropriées. Quelque 46 % des items de sciences du cycle PISA 2006 faisaient appel à la compétence *explication scientifique de phénomènes*. La figure 2.24 propose des exemples d'items qui se situent aux niveaux 1, 2, 3, 4 et 6.



Figure 2.25a

Pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence de l'échelle *explication scientifique de phénomènes*



Les pays sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves de 15 ans aux niveaux 2, 3, 4, 5 et 6.

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.3a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Comme le montre la figure 2.25a, relativement peu d'élèves sont capables de mener à bien les tâches d'*explication scientifique de phénomènes* qui se situent aux deux niveaux les plus élevés de l'échelle : ils sont 9.8 % en moyenne dans les pays de l'OCDE, soit une proportion légèrement plus élevée que sur l'échelle de culture scientifique (9.0 %). Outre la Finlande et la Nouvelle-Zélande et, dans les pays et économies partenaires, le Taipei chinois et Hong Kong-Chine, certains pays comptent un nombre relativement important d'élèves à ces niveaux, en l'occurrence la République tchèque (15.5 %) et, dans les pays et économies partenaires, l'Estonie (15.8 %) et la Slovénie (15.4 %).

Dans ces trois derniers pays, la proportion d'élèves aux niveaux 5 et 6 est nettement plus élevée sur l'échelle d'*explication scientifique de phénomènes* que sur les autres. C'est particulièrement vrai en Estonie, où 15.8 % des élèves parviennent à se hisser au sommet de l'échelle d'*explication scientifique de phénomènes*, contre 5.8 % seulement sur l'échelle d'*identification de question d'ordre scientifique*. La proportion d'élèves à ces deux niveaux est faible, voire nulle dans certains pays, en l'occurrence au Mexique (0.4 %), en Turquie (1.5 %) et au Portugal (2.7 %) et, dans les pays et économies partenaires, en Indonésie (0.0 %), en Tunisie (0.1 %) et en Thaïlande (0.4 %).

Comme sur l'échelle de culture scientifique, le niveau 2 représente sur l'échelle d'*explication scientifique de phénomènes* un seuil à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les savoirs et savoir-faire requis pour améliorer leur faculté d'*explication scientifique de phénomènes*. Dans les pays de l'OCDE, quelque 19.6 % des élèves se positionnent au niveau 1 ou en-deçà. Certains pays comptent relativement peu d'élèves à ce niveau : la Finlande (4.0 %), le Canada (11.7 %), le Japon (11.8 %) et la Hongrie (12.5 %) et, dans les pays et économies partenaires, l'Estonie (7.5 %), Hong Kong-Chine (7.8 %), Macao-Chine (9.5 %) et le Taipei chinois (10.4 %). D'autres pays en revanche en comptent nettement plus : le Mexique (52.8 %) et la Turquie (47.7 %) et, dans les pays et économies partenaires, le Kirghizistan (83.1 %), le Qatar (76.0 %), la Colombie (63.9 %) et la Tunisie (63.7 %).

La figure 2.25b (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>) montre la répartition des scores des élèves sur l'échelle d'*explication scientifique de phénomènes*. Les scores moyens des pays sur l'échelle d'*explication scientifique de phénomènes* sont comparés dans la figure 2.25c (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>).



Figure 2.26
VÊTEMENTS

Lisez le texte suivant et répondez aux questions qui l'accompagnent.

VÊTEMENTS

Une équipe de chercheurs britanniques est occupée à mettre au point des vêtements « intelligents » qui donneront à des enfants handicapés la possibilité de « parler ». Les enfants, portant des gilets confectionnés dans une matière électrotextile très particulière et reliée à un synthétiseur de parole, pourront se faire comprendre rien qu'en tapotant sur ce tissu tactile.

La matière est constituée de tissu ordinaire dans lequel on a intégré un ingénieux réseau de fibres imprégnées de carbone, conductrices d'électricité. Lorsqu'une pression est exercée sur l'étoffe, cela modifie la structure des signaux qui passent dans les fibres conductrices et une puce informatique détermine à quel endroit le gilet a été touché. Elle peut donc déclencher le dispositif électronique auquel elle est reliée, dont la taille ne dépasse pas celle de deux boîtes d'allumettes.

« L'astuce réside dans la manière de tramer cette étoffe et d'y faire passer les signaux. Nous pouvons intégrer la trame à des motifs de tissus existants, de sorte qu'elle passe totalement inaperçue », explique un des chercheurs.

Sans risquer d'être endommagée, la matière en question peut être lavée, enroulée autour d'un objet ou froissée, et le chercheur affirme qu'elle peut être fabriquée en grande série pour un prix modique.

Source : Steve FARRER, « Interactive fabric promises a material gift of the garb », *The Australian*, 10 août 1998.

VÊTEMENTS – QUESTION 1 (S213Q01)

Format de l'item : Item complexe à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

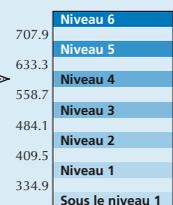
Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Frontières des sciences et de la technologie »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 567 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 47.9 %



Les affirmations de l'article citées dessous peuvent-elles être vérifiées au moyen d'une analyse scientifique en laboratoire ?

Répondez en entourant soit « Oui » soit « Non » pour chacune des affirmations.

Cette matière peut être :	L'affirmation peut-elle être vérifiée au moyen d'une analyse scientifique en laboratoire ?
lavée sans être endommagée.	Oui / Non
enroulée autour d'objets sans être endommagée.	Oui / Non
froissée sans être endommagée.	Oui / Non
fabriquée en grande série pour un prix modique.	Oui / Non



Consignes de correction

Crédit complet : Dans l'ordre : Oui, Oui, Oui, Non.

Commentaires

Pour répondre correctement à cette question, les élèves doivent identifier les facteurs de variation et les variables mesurées lors de l'analyse d'affirmations sur des vêtements. Ils doivent également déterminer s'il existe des techniques pour mesurer les variables et si d'autres variables peuvent être contrôlées. Ils doivent appliquer précisément ce processus aux quatre affirmations. La thématique des vêtements « intelligents » se situe dans le champ d'application « Frontières des sciences et de la technologie » et répond à des besoins qu'éprouvent les enfants handicapés, ce qui place cet item dans le contexte « social ». Comme cette question fait appel à des compétences scientifiques qui portent sur la nature de la recherche scientifique, elle se classe dans la catégorie « démarche scientifique ».

Enfin, elle se situe au niveau 4, car les élèves doivent identifier des facteurs de variation et des variables mesurées et juger de ce qu'il faudrait faire pour mesurer et contrôler des variables.

VÊTEMENTS – QUESTION 2 (S213Q02)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

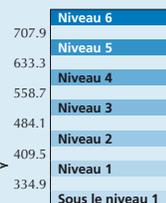
Catégorie de connaissances : « Systèmes technologiques » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Frontières des sciences et de la technologie »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 399 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 79.4 %



Quel instrument de laboratoire ferait partie de l'équipement dont vous auriez besoin pour vérifier si le tissu est conducteur d'électricité ?

- A. Voltmètre.
- B. Luxmètre.
- C. Micromètre.
- D. Sonomètre.

Consignes de correction

Crédit complet : A. Voltmètre

Commentaires

Pour répondre à la question 2 de l'unité VÊTEMENTS, les élèves doivent simplement se rappeler l'instrument de laboratoire à utiliser pour vérifier la conductivité d'un tissu. Ils doivent uniquement associer le courant électrique avec un appareil utilisé dans les circuits électriques, c'est-à-dire restituer un fait scientifique simple. C'est pourquoi cet item se situe au niveau 1.

Comme la question porte sur un appareil technique, elle se classe dans la catégorie « systèmes technologiques ». D'autres items se situent également au niveau 1, c'est-à-dire sous le seuil de compétence, sur l'échelle explication scientifique de phénomènes dans les unités EXERCICE PHYSIQUE, VÊTEMENTS et LE GRAND CANYON.



Figure 2.27

LE GRAND CANYON

Le Grand Canyon est situé dans un désert des États-Unis d'Amérique. C'est un canyon très vaste et très profond, constitué de nombreuses couches rocheuses. Autrefois, des mouvements de la croûte terrestre ont soulevé ces couches. Le Grand Canyon atteint à présent jusqu'à 1,6 km de profondeur à certains endroits. Le fleuve Colorado coule au fond du canyon.

La photo du Canyon que vous voyez ci-dessous a été prise du versant sud. On distingue différentes couches rocheuses formant les parois du canyon.



Calcaire A

Roche argileuse A

Calcaire B

Roche argileuse B

Schistes et granit

D'autres items se situent également au niveau 1, c'est-à-dire sous le seuil de compétence, sur l'échelle *explication scientifique de phénomènes* dans les unités *EXERCICE PHYSIQUE*, *VÊTEMENTS* et *LE GRAND CANYON* (voir les figures 2.29, 2.26 et 2.27).

LE GRAND CANYON – QUESTION 7 (S426Q07)

Format de l'item : Item complexe à choix multiple

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Environnement »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 485 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 61.3 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Environ cinq millions de personnes visitent le parc national du Grand Canyon chaque année. On s'inquiète des dégâts qui sont causés au parc par tant de visiteurs.

Peut-on répondre aux questions suivantes grâce à une étude scientifique ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Peut-on répondre à cette question grâce à une étude scientifique ?	Oui ou Non ?
Quelle est l'ampleur de l'érosion causée par l'utilisation des sentiers de promenade ?	Oui / Non
Est-ce que le parc est aussi beau aujourd'hui qu'il y a 100 ans ?	Oui / Non



Consignes de correction

Crédit complet : les deux réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non.

Commentaires

Il s'agit d'une question complexe à choix multiple ; les élèves doivent choisir entre « oui » et « non » pour chacune des deux options proposées. Afin d'obtenir un crédit complet, les élèves doivent répondre correctement aux deux options, c'est-à-dire dans l'ordre « oui » et « non ». Car il est ici nécessaire de posséder une certaine notion des capacités et limites d'une expérience scientifique, cet item évalue la compétence d'identification de questions d'ordre scientifique. Le contexte se situe en dehors des expériences personnelles immédiates des élèves ; il est donc de nature sociale. Le niveau de difficulté de cette question (485) se place juste au dessous du niveau de difficulté moyen, en bas du niveau 3. À ce niveau, les élèves sont capables d'identifier des questions d'ordre scientifique clairement définies dans une gamme de contextes divers.

LE GRAND CANYON – QUESTION 3 (S426Q03)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

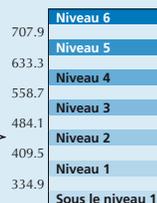
Catégorie de connaissances : « Systèmes de la Terre et de l'Univers » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Environnement »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 451 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 67.6 %



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-ils à accélérer l'effritement de la roche ?

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

Consignes de correction

Crédit complet : D. En gelant, l'eau se dilate dans les fissures de la roche.

Commentaires

Pour choisir l'explication correcte à propos de l'effritement de la roche, les élèves doivent savoir que l'eau gèle dès que la température tombe sous zéro (0°C) et que son passage à l'état solide entraîne sa dilatation. La formulation de la question leur donne quelques indices qui leur permettent de procéder par élimination, ce qui atténue la difficulté de l'item.

Les élèves doivent se remémorer deux données scientifiques tangibles, puis les appliquer dans les conditions désertiques décrites, ce qui situe cet item au niveau 2.



LE GRAND CANYON – QUESTION 5 (S426Q05)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

Catégorie de connaissances : « Systèmes de la Terre et de l'Univers » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Ressources naturelles »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 411 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 75.8 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Dans la couche calcaire A du Grand Canyon, se trouvent de nombreux fossiles d'animaux marins, comme des palourdes, des poissons et des coraux. Que s'est-il passé il y a des millions d'années pour que ces fossiles se trouvent là ?

- A. D'anciennes peuplades ont transporté des produits de la mer depuis l'océan jusqu'à cette région.
- B. Autrefois, les océans étaient beaucoup plus agités : des vagues géantes emportaient des animaux marins jusqu'à l'intérieur des terres.
- C. À cette époque, un océan recouvrait la région et, plus tard, il s'est retiré.
- D. Certains animaux marins ont vécu sur terre avant de migrer vers les mers.

Consignes de correction

Crédit complet : C. À cette époque, un océan recouvrait la région et, plus tard, il s'est retiré.

Commentaires

Pour répondre à cette question, les élèves doivent se rappeler le fait qu'un océan qui se retire peut laisser apparaître les fossiles des organismes qui le peuplaient autrefois, puis choisir l'explication correcte. Ils doivent appliquer ces connaissances dans le contexte fourni à cause des distracteurs plausibles qui figurent dans la question. Cet item se situe de justesse au niveau 2.

LE GRAND CANYON – QUESTION 10S (S426Q10S)

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

Ne cochez qu'une case par ligne.

	Tout à fait d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord
d) L'étude systématique des fossiles est importante.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
e) Les mesures de protection des parcs naturels contre les dégâts doivent s'appuyer sur des preuves scientifiques.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
f) L'étude scientifique des couches géologiques est importante.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄



Figure 2.28
MARY MONTAGU

Lisez l'article de journal suivant et répondez aux questions qui suivent.

L'HISTOIRE DE LA VACCINATION

Mary Montagu était une très belle femme. En 1715, elle survécut à une infection par la variole, mais elle resta défigurée par les cicatrices. Lors d'un séjour en Turquie en 1717, elle observa une méthode dite d'inoculation qui y était pratiquée couramment. Ce traitement consistait à transmettre une forme atténuée du virus de la variole en griffant la peau de jeunes personnes saines, qui tombaient alors malades mais ne développaient, dans la plupart des cas, qu'une forme bénigne de la maladie.

Mary Montagu fut si convaincue que ces inoculations étaient sans danger qu'elle fit inoculer son fils et sa fille.

En 1796, Edward Jenner se servit d'inoculations d'une maladie apparentée, la vaccine, afin de produire des anticorps contre la variole. Comparé à l'inoculation de la variole, ce traitement présentait moins d'effets secondaires et la personne traitée ne pouvait pas en infecter d'autres. On connaît ce traitement sous le nom de vaccination.

MARY MONTAGU – QUESTION 2 (S477Q02)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

Catégorie de connaissances : « Systèmes vivants » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 436 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 74.9 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Contre quels types de maladies peut-on se faire vacciner ?

- A. Les maladies héréditaires, comme l'hémophilie.
- B. Les maladies qui sont provoquées par des virus, comme la polio.
- C. Les maladies dues à un dysfonctionnement du corps, comme le diabète.
- D. Toutes les maladies pour lesquelles il n'existe pas de traitement.



Consignes de correction

Crédit complet : B. Les maladies qui sont provoquées par des virus, comme la polio.

Commentaires

Pour obtenir un crédit complet à cette question, les élèves doivent se remémorer un seul fait scientifique, en l'occurrence que la vaccination aide à prévenir des maladies provoquées par des substances externes au corps humain. Ils doivent ensuite s'en servir pour écarter les explications incorrectes et sélectionner la seule correcte. Le terme « virus » qui figure dans le stimulus donne un indice aux élèves, ce qui a pu rendre cet item plus facile. Cette question se situe au niveau 2, car les élèves doivent uniquement se remémorer un fait scientifique tangible, puis l'appliquer dans un contexte relativement simple.

MARY MONTAGU – QUESTION 3 (S477Q03)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

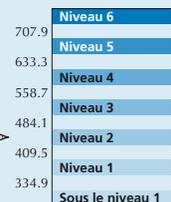
Catégorie de connaissances : « Systèmes vivants » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 431 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 75.1 %



Si des animaux ou des êtres humains tombent malades à la suite d'une infection bactérienne puis en guérissent, ils ne tomberont généralement plus malades à cause du type de bactéries qui a provoqué cette maladie.

Quelle en est la raison ?

- A. Leur corps a tué toutes les bactéries qui peuvent provoquer le même genre de maladie.
- B. Leur corps a fabriqué des anticorps qui tuent ce type de bactéries avant qu'elles ne se multiplient.
- C. Leurs globules rouges tuent toutes les bactéries qui peuvent provoquer le même genre de maladie.
- D. Leurs globules rouges capturent toutes les bactéries de ce type et les éliminent du corps.

Consignes de correction

Crédit complet : Leur corps a fabriqué des anticorps qui tuent ce type de bactéries avant qu'elles ne se multiplient.

Commentaires

Pour répondre correctement à cette question, les élèves doivent se remémorer le fait que le corps produit des anticorps qui attaquent les bactéries à l'origine des maladies bactériennes. Ils doivent également savoir que ces anticorps permettent de résister par la suite aux infections provoquées par les mêmes bactéries. Comme cette question traite de la prévention des maladies dans le cadre de la santé publique, elle se situe dans un contexte « social ».

Pour sélectionner l'explication correcte, les élèves doivent simplement se remémorer un fait scientifique tangible et l'appliquer dans un contexte relativement simple. Cette question est donc caractéristique du niveau 2.



MARY MONTAGU – QUESTION 4 (S477Q04)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

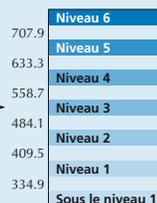
Catégorie de connaissances : « Systèmes vivants » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 507 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 61.7 %



Donnez une raison pour laquelle il est recommandé que les jeunes enfants et les personnes âgées, en particulier, soient vaccinés contre la grippe.

.....

.....

Consignes de correction

Crédit complet : Réponses faisant référence au fait que les personnes jeunes et/ou âgées ont un système immunitaire plus faible que d'autres personnes, ou réponse analogue. Par exemple :

- Ces personnes sont moins résistantes aux maladies.
- Les jeunes et les vieux ne peuvent pas se défendre contre les maladies aussi bien que les autres.
- Ils ont plus de risques d'attraper la grippe.
- Si ces personnes attrapent la grippe, les effets sont pires.
- Parce que les organismes des jeunes enfants et des personnes âgées sont plus faibles.
- Les personnes âgées tombent plus facilement malades.

Commentaires

Pour répondre à cette question, les élèves doivent comprendre pourquoi la grippe peut être plus grave chez les jeunes enfants et les personnes âgées que dans la population en général. Ils doivent attribuer directement ou indirectement ce fait au système immunitaire plus faible des jeunes enfants et des personnes âgées. Cette question porte sur la prévention des maladies dans le cadre de la santé publique et se situe dès lors dans un contexte social.

Cet item demande aux élèves d'appliquer des connaissances très répandues et leur fournit un indice sur la variation de la résistance aux maladies entre les groupes de la population, ce qui le classe au niveau 3.

MARY MONTAGU – QUESTION 10S (S477Q10S)

Êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

Ne cochez qu'une case par ligne.

	Tout à fait d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord
a) Je suis favorable à la recherche sur les vaccins contre les nouvelles souches de la grippe.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Seule la recherche scientifique peut déterminer la cause d'une maladie.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) On devrait tester de façon scientifique l'efficacité des traitements non classiques des maladies.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄



Figure 2.29
EXERCICE PHYSIQUE

Pratiqué régulièrement, mais avec modération, l'exercice est bon pour la santé.



EXERCICE PHYSIQUE – QUESTION 1 (S493Q01)

Format de l'item : Item complexe à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

Catégorie de connaissances : « Systèmes vivants » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 545 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 56.6 %

Niveau 6	707.9
Niveau 5	633.3
Niveau 4	558.7
Niveau 3	484.1
Niveau 2	409.5
Niveau 1	334.9
Sous le niveau 1	

Quels sont les avantages d'un exercice physique régulier ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des affirmations.

S'agit-il d'un avantage de l'exercice physique régulier ?	Oui ou Non ?
L'exercice physique prévient les maladies du cœur et les troubles de la circulation.	Oui / Non
L'exercice physique conduit à un régime alimentaire sain.	Oui / Non
L'exercice physique aide à éviter l'excès de poids.	Oui / Non

Consignes de correction

Crédit complet : Les trois réponses sont correctes. Dans l'ordre : Oui, Non, Oui.

Commentaires

Il s'agit d'une question complexe à choix multiple ; les élèves doivent choisir entre « oui » et « non » pour chacune des trois options proposées. Pour obtenir un crédit complet, il faut répondre correctement aux trois options, c'est-à-dire, dans l'ordre, « oui », « non », « oui ». Les élèves doivent posséder une certaine notion des avantages qu'apporte l'exercice physique ; la question évalue donc la compétence d'explication scientifique de phénomènes. Cet item est particulièrement pertinent pour les jeunes de 15 ans car il est en lien avec leur santé physique. Situé au niveau de difficulté 545, il se place au-dessus de la moyenne, soit en haut du niveau 3. À ce niveau, les élèves sont capables de sélectionner des faits et de faire appel à des connaissances pour expliquer des phénomènes et peuvent interpréter et utiliser des concepts scientifiques de disciplines différentes pour les appliquer directement.



EXERCICE PHYSIQUE – QUESTION 3 (S493Q03)

Format de l'item : Item complexe à choix multiple

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

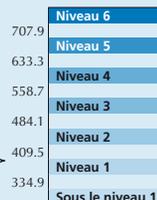
Catégorie de connaissances : Systèmes vivants (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 386 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 82.4 %



Que se passe-t-il lors d'un exercice musculaire ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des affirmations.

Ceci se produit-il lors d'un exercice musculaire ?	Oui ou Non ?
Le sang circule davantage dans les muscles.	Oui / Non
Des graisses se forment dans les muscles.	Oui / Non

Consignes de correction

Crédit complet : Les deux réponses sont correctes. Dans l'ordre: Oui, Non.

Commentaires

Pour répondre correctement à cette question, les élèves doivent se remémorer des faits probants sur le fonctionnement des muscles et la formation de graisses dans le corps. En d'autres termes, ils doivent posséder des connaissances scientifiques, en l'occurrence que l'exercice physique accroît la circulation du sang et empêche la formation de graisse dans les muscles, pour déterminer que la première affirmation de cet item complexe à choix multiple est vraie et que la seconde est fausse.

Il n'y a pas de rapport entre les deux affirmations factuelles simples proposées dans la question. Elles doivent être déclarées vraies ou fausses indépendamment l'une de l'autre, même si elles portent toutes deux sur un effet de l'exercice physique. Comme cet item fait appel à des connaissances très répandues, il se classe au niveau 1. D'autres items se situent également au niveau 1, c'est-à-dire sous le seuil de compétence, sur l'échelle explication scientifique de phénomènes dans les unités EXERCICE PHYSIQUE, VÊTEMENTS et LE GRAND CANYON.

EXERCICE PHYSIQUE – QUESTION 5 (S493Q05)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

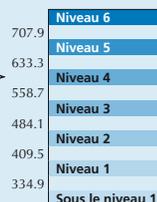
Catégorie de connaissances : « Systèmes vivants » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Santé »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 583 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 45.2 %



Pourquoi doit-on respirer plus fort quand on fait un exercice physique que quand notre corps est au repos ?

.....

.....

.....



Consignes de correction

Crédit complet :

Pour faire baisser le niveau de dioxyde de carbone, qui tend à s'élever, **et** pour fournir au corps davantage d'oxygène. *[Ne pas accepter « air » en lieu et place de « dioxyde de carbone » ou « oxygène ».]* Par exemple :

- Quand on fait de l'exercice, notre corps a besoin de plus d'oxygène et produit davantage de dioxyde de carbone. C'est à cela que sert la respiration.
- Respirer plus vite permet d'apporter plus d'oxygène dans le sang et d'éliminer plus de dioxyde de carbone.

Pour faire baisser le niveau de dioxyde de carbone, qui tend à s'élever **ou** pour fournir au corps davantage d'oxygène, mais pas pour les deux raisons. *[Ne pas accepter « air » en lieu et place de « dioxyde de carbone » ou « oxygène ».]*

- Parce qu'il faut se débarrasser du dioxyde de carbone qui se forme.
- Parce que les muscles ont besoin d'oxygène. *[Cela implique que le corps a besoin de davantage d'oxygène quand on fait de l'exercice physique (en utilisant les muscles).]*
- Parce que l'exercice physique brûle de l'oxygène.
- On respire plus fort parce qu'on prend plus d'oxygène dans les poumons. *[Cette réponse est mal exprimée, mais elle identifie le fait que davantage d'oxygène est fourni.]*
- Comme on utilise beaucoup d'énergie, le corps a besoin de deux ou trois fois plus d'air. Il a aussi besoin d'éliminer le dioxyde de carbone du corps. *[Le code 12 est attribué pour la deuxième phrase qui implique que le corps doit éliminer davantage de dioxyde de carbone que d'habitude. La première phrase ne contredit pas la deuxième, mais seule, elle recevrait le code 01.]*

Commentaires

Cet item demande aux élèves d'expliquer pourquoi l'intensification de l'activité physique entraîne celle de la respiration (il faut respirer plus vite et plus profondément). Pour y répondre correctement, les élèves doivent indiquer que le corps doit absorber plus d'oxygène et/ou éliminer plus de gaz carbonique pendant une activité physique qu'au repos. Cet item se classe dans la catégorie connaissances en sciences, car les élèves doivent se remémorer des connaissances pour donner une explication. Comme il porte sur la physiologie humaine, il se situe dans le champ d'application « Santé » et s'inscrit dans un contexte personnel.

Les élèves doivent posséder des connaissances sur les systèmes du corps humain pour établir un lien entre les échanges gazeux qui se produisent dans les poumons et l'intensification de l'activité physique. Comme ils doivent réunir plusieurs éléments d'information spécifiques pour expliquer le phénomène, cet item se situe au niveau 4.



Plusieurs de ces unités de sciences proposées à titre d'exemple comportent, outre des items cognitifs, des items conçus pour cerner les attitudes des élèves à divers égards. Les unités *CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES*, *PLUIES ACIDES* et *LE GRAND CANYON* (voir les figures 2.22, 2.32 et 2.27) contiennent toutes trois des items d'attitude (voir le chapitre 3 pour une analyse complète des résultats des items d'attitude). L'item d'attitude de l'unité *LE GRAND CANYON* porte sur la valeur que les élèves accordent à la recherche scientifique dans le domaine des fossiles, de la protection des parcs naturels et des couches géologiques.

La performance des élèves sur l'échelle d'utilisation de faits scientifiques

Quelque 32 % des items de sciences administrés lors du cycle PISA 2006 font appel à la compétence *utilisation de faits scientifiques*. Les items proposés à titre d'exemple proviennent des unités *PLUIES ACIDES* (voir la figure 2.32), *L'EFFET DE SERRE* (voir la figure 2.33) et *ÉCRANS SOLAIRES* (voir la figure 2.23) et se situent aux niveaux 2, 3, 4 et 5. Les compétences requises pour atteindre chaque niveau de compétence sont décrites à la figure 2.30.

Cette compétence renvoie à la capacité des élèves de résumer des *connaissances en sciences* et des *connaissances à propos des sciences* pour comprendre une situation de la vie courante ou un problème de société contemporain.

Encadré 2.6 Évaluation à administration informatisée de la culture scientifique

Lors du cycle PISA 2006, les pays ont eu la possibilité de participer à une évaluation à administration informatisée de la culture scientifique. Celle-ci a d'abord été mise en place dans le cadre d'essais de terrain en Australie, en Autriche, au Danemark, en Islande, en Irlande, au Japon, en Corée, en Norvège, au Portugal, en Écosse et en République slovaque et, parmi les pays et économies partenaires, au Taipei chinois. Trois pays ont ensuite poursuivi l'administration informatisée pour la campagne de tests définitive, à savoir le Danemark, l'Islande et la Corée, avec un score moyen de, respectivement, 463 points, 472 points et 504 points. Ces résultats sont comparables au score moyen obtenu par les mêmes élèves aux tests PISA standard de la culture scientifique, c'est-à-dire, respectivement, 481 points, 471 points et 502 points (il convient de noter toutefois que ces scores ne sont pas directement comparables aux scores moyens obtenus aux tests PISA standard étant donné qu'ils ont été analysés séparément).

L'un des objectifs de cette évaluation à administration informatisée de la culture scientifique était de réduire le volume de lecture des items, tout en retenant le contenu scientifique. La corrélation entre l'évaluation à administration informatisée de la culture scientifique et les compétences en lecture du PISA est moins élevée (0.73) que la corrélation entre la culture scientifique et les compétences en lecture (0.83) ; selon cette mesure, l'objectif de réduction du volume de lecture est donc atteint.

Dans chacun des trois pays, on a pu relever un écart entre les sexes en faveur des élèves de sexe masculin pour l'évaluation à administration informatisée de la culture scientifique : 45 points au Danemark, 25 points en Islande et 26 points en Corée.

Le programme PISA poursuivra le développement de l'administration informatisée des tests pour son cycle de 2009, avec notamment la mise en place d'une évaluation des compétences en lecture électronique.



Figure 2.30 [Partie 1/2]

Description succincte des six niveaux de l'échelle *utilisation de faits scientifiques*

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
NIVEAU 6 2.4 % des élèves de l'OCDE sont capables de mener à bien les tâches de niveau 6 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
Les élèves de ce niveau sont capables de faire des comparaisons et des distinctions entre des explications concurrentes et d'analyser les faits sur lesquelles elles se basent. Ils sont en mesure de résumer des éléments provenant de sources différentes pour formuler des arguments.	<ul style="list-style-type: none"> Comprendre que des hypothèses différentes peuvent être formulées sur la base des mêmes faits. Confronter des hypothèses concurrentes aux éléments en présence. Formuler un argument logique en faveur d'une hypothèse sur base d'éléments provenant de différentes sources. 	
NIVEAU 5 11.8 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 5 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
Les élèves de ce niveau sont capables d'interpréter des données de divers groupes présentées sous des formats différents. Ils sont capables d'identifier et d'expliquer les différences et les similitudes entre des groupes de données et d'en combiner des données pour en tirer des conclusions.	<ul style="list-style-type: none"> Analyser et comparer les caractéristiques de groupes de données différents en abscisse et en ordonnée. Identifier et analyser des relations entre des groupes de données (présentés sous forme graphique ou autre) dont la variable mesurée diffère. Déterminer si les données sont suffisantes pour juger de la validité de conclusions. 	L'EFFET DE SERRE question 4 figure 2.33
NIVEAU 4 31.6 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 4 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
Les élèves de ce niveau sont capables d'interpréter un groupe de données présentées sous divers formats (tableaux, diagrammes, graphiques), d'analyser les données et d'expliquer des tendances pertinentes. Ils sont en mesure de tirer des conclusions pertinentes sur la base des données fournies. Ils sont également capables de déterminer si les données corroborent des affirmations concernant des phénomènes.	<ul style="list-style-type: none"> Localiser des parties pertinentes de graphiques et les comparer pour déterminer si elles répondent à des questions spécifiques. Comprendre comment utiliser un contrôle pour analyser les résultats d'une recherche et formuler une conclusion. Interpréter un tableau contenant deux variables mesurées et identifier des relations plausibles entre ces variables. Identifier les caractéristiques d'un appareil sur base de représentations schématiques et de concepts scientifiques généraux, puis en tirer des conclusions sur son mode de fonctionnement. 	ÉCRANS SOLAIRES question 5 figure 2.23 L'EFFET DE SERRE question 4 (crédit partiel) figure 2.33
NIVEAU 3 56.3 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 3 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
Les élèves de ce niveau sont capables de sélectionner parmi des données l'élément d'information qui permet de répondre à une question ou de confirmer ou d'infirmer la conclusion proposée. Ils sont capables de tirer des conclusions d'une tendance simple dans un groupe de données. Ils sont également à même de déterminer dans des cas simples si les données présentées suffisent pour confirmer la conclusion proposée.	<ul style="list-style-type: none"> Localiser des données scientifiques dans un texte pour répondre à une question spécifique. Faire la distinction entre des conclusions pertinentes et non pertinentes sur base des données fournies. Appliquer une série de critères simples dans un contexte donné pour tirer des conclusions ou prévoir un résultat. Déterminer si des fonctions données s'appliquent à un appareil spécifique. 	L'EFFET DE SERRE question 3 figure 2.33
		...



Figure 2.30 [Partie 2/2]

Description succincte des six niveaux de l'échelle *utilisation de faits scientifiques*

Compétences générales requises pour atteindre chaque niveau	Exemples de tâches à mener à bien	Exemples d'items rendus publics
NIVEAU 2 78.1 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 2 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de reconnaître les caractéristiques générales d'un graphique en présence d'éléments pertinents et d'identifier une caractéristique évidente dans un graphique ou un tableau simple pour étayer une affirmation donnée. Ils sont également en mesure de déterminer si une série de caractéristiques données s'appliquent à des objets de la vie courante pour en tirer des conclusions à propos de leur usage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparer deux colonnes d'un tableau simple de mesures et identifier des différences. ▪ Identifier une tendance dans un ensemble de mesures ou dans un graphique simple de type linéaire ou en bâtons. ▪ Sélectionner dans une série de propriétés données celles qui s'appliquent à un objet courant. 	<p>PLUIES ACIDES question 3 figure 2.32</p>
NIVEAU 1 92.1 % des élèves de l'OCDE sont au moins capables de mener à bien les tâches de niveau 1 sur l'échelle <i>utilisation de faits scientifiques</i> .		
<p>Les élèves de ce niveau sont capables de localiser un élément d'information dans une fiche factuelle ou un diagramme en rapport avec un contexte courant pour répondre à une question. Ils parviennent à repérer des éléments d'information dans des diagrammes en bâtons lorsqu'il suffit de comparer la hauteur des bâtons. Ils sont également capables d'attribuer un effet à une cause dans des contextes courants qui leur sont familiers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparer la hauteur des bâtons dans un diagramme en bâtons pour répondre à une question spécifique et expliquer la nature des différences observées. ▪ Indiquer une cause plausible de la variation d'un phénomène naturel dans certains cas (par exemple, la variation de la quantité d'énergie fournie par des éoliennes, qui dépend de la variation de la force du vent). 	

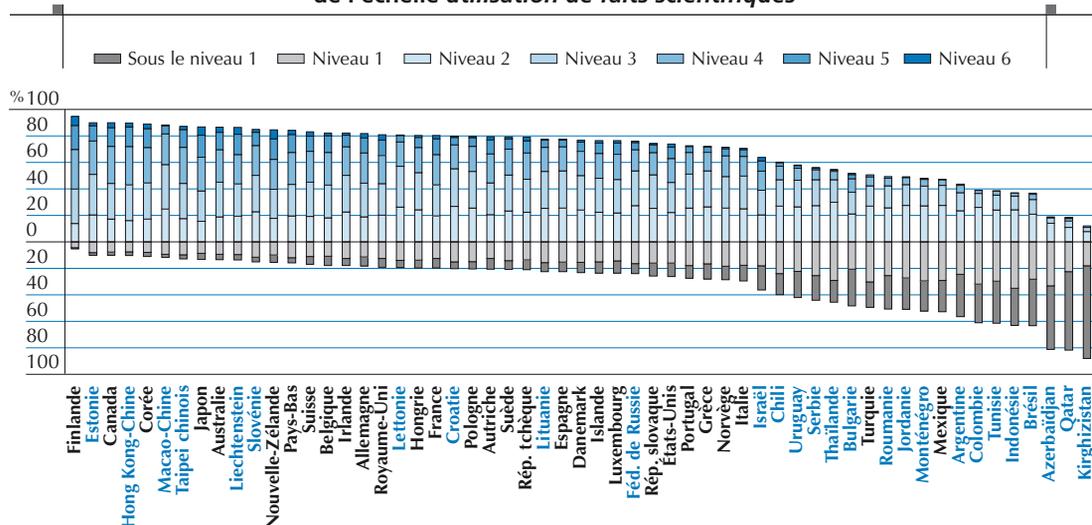
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Les principaux axes de la compétence scientifique *utilisation de faits scientifiques* sont : interpréter des données scientifiques et élaborer, puis communiquer des conclusions ; identifier des hypothèses, faits et raisonnements qui sous-tendent des conclusions ; et réfléchir aux implications du progrès des sciences et de la technologie pour la société.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 11.8 % des élèves sont capables de mener à bien les tâches d'*utilisation de faits scientifiques* qui se situent aux deux niveaux supérieurs de l'échelle. Cette proportion est légèrement plus élevée que sur l'échelle de culture scientifique (9.0 %). Les élèves sont particulièrement nombreux à ces deux niveaux en Finlande (25.0 %). D'autres pays comptent également beaucoup d'élèves au sommet de cette échelle : le Japon (22.9 %), la Nouvelle-Zélande (22.4 %), le Canada (17.8 %), la Corée (17.8 %) et l'Australie (17.2 %), et, dans les pays et économies partenaires, le Liechtenstein (20.7 %), Hong Kong-Chine (17.9 %), le Taipei chinois (15.7 %), l'Estonie (13.9 %) et la Slovénie (12.4 %). Dans ce groupe, le Japon et la Corée se démarquent des autres pays par une proportion d'élèves aux niveaux 5 et 6 de l'échelle d'*utilisation de faits scientifiques* qui est environ deux fois plus élevée que celle enregistrée sur l'une des deux autres échelles.



Figure 2.31a
Pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence
de l'échelle utilisation de faits scientifiques



Les pays sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves de 15 ans aux niveaux 2, 3, 4, 5 et 6.

Source : Base de données PISA 2006 de l'OCDE, tableau 2.4a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>

Comme sur les autres échelles de culture scientifique, le niveau 2 représente sur l'échelle d'*utilisation de faits scientifiques* un seuil à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les savoirs et savoir-faire requis pour améliorer leur faculté d'*utilisation de faits scientifiques*. En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 21,9 % des élèves se situent au niveau 1 de cette échelle ou en deçà. Certains pays comptent beaucoup d'élèves sous le niveau 2 : le Mexique (52,8 %), la Turquie (49,4 %) et l'Italie (29,6 %) et, dans les pays et économies partenaires, le Kirghizistan (87,9 %), le Qatar (81,7 %), l'Azerbaïdjan (81,2 %) et le Brésil (63,3 %). D'autres pays en revanche n'en comptent guère : la Finlande (5,4 %), le Canada (10,2 %), la Corée (11,1 %), le Japon (13,3 %) et l'Australie (13,4 %) et, dans les pays et économies partenaires, l'Estonie (10,1 %), Hong Kong-Chine (10,3 %), Macao-Chine (11,8 %), le Taipei chinois (13,0 %), le Liechtenstein (13,6 %) et la Slovénie (15,1 %).

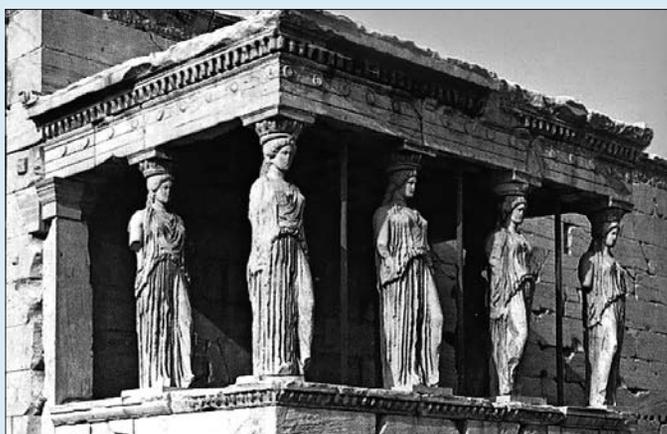
La figure 2.31b (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>) montre la répartition des scores des élèves sur l'échelle *identification de faits scientifiques*. La figure 2.31c (disponible en ligne <http://dx.doi.org/10.1787/148031078675>) présente un tableau qui permet de faire des comparaisons multiples entre les pays sur l'échelle *utilisation de faits scientifiques*. Elle montre entre autres différences que le Japon et la Corée se classent nettement mieux sur cette échelle que sur les autres échelles de culture scientifique, ce qui s'explique essentiellement par la proportion plus importante d'élèves aux niveaux supérieurs de cette échelle, comme indiqué précédemment.

Plusieurs de ces unités de sciences proposées à titre d'exemple comportent outre des items cognitifs des items conçus pour cerner les attitudes des élèves à divers égards. Les unités *CULTURES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES*, *PLUIES ACIDES* et *LE GRAND CANYON* (voir les figures 2.22, 2.32 et 2.27) contiennent toutes des items d'attitude (voir le chapitre 3 pour une analyse complète des résultats des items d'attitude). Dans l'unité *PLUIES ACIDES*, la question 10N cherche à évaluer l'intérêt que les élèves portent à la problématique des pluies acides, tandis que la question 10S leur demande dans quelle mesure ils sont d'accord avec des propositions en faveur de la poursuite des recherches dans ce domaine.



Figure 2.32
PLUIES ACIDES

La photo ci-dessous montre des statues appelées cariatides, qui ont été érigées sur l'Acropole d'Athènes il y a plus de 2 500 ans. Les statues sont sculptées dans du marbre (un type de roche). Le marbre est composé de carbonate de calcium.



En 1980, les statues originales, qui étaient rongées par les pluies acides, ont été transportées à l'intérieur du musée de l'Acropole et remplacées par des copies.

PLUIES ACIDES – QUESTION 2 (S485Q02)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

Catégorie de connaissances : « Systèmes physiques » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Risques »

Contexte : Social

Degré de difficulté : 532 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 57.7 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Les pluies ordinaires sont légèrement acides parce qu'elles ont absorbé du dioxyde de carbone présent dans l'air. Les pluies acides sont plus acides que les pluies ordinaires parce qu'elles ont absorbé, en plus, d'autres gaz, comme les oxydes de soufre et les oxydes d'azote.

D'où proviennent ces oxydes de soufre et oxydes d'azote présents dans l'air ?

.....

.....

.....



Consignes de correction

Crédit complet :

La réponse mentionne n'importe laquelle des sources suivantes : les gaz d'échappement des voitures, les émissions de gaz des usines, la combustion de pétrole, de charbon et autres combustibles fossiles, les gaz émis par les volcans et autres sources analogues.

- La combustion du charbon et du gaz.
- Les oxydes dans l'air proviennent de la pollution causée par les usines et l'industrie.
- Les volcans.
- Les fumées des centrales électriques. *[On considère que « centrales électriques » inclut les centrales électriques qui brûlent des combustibles fossiles.]*
- Ils proviennent de la combustion de matériaux qui contiennent du soufre et de l'azote.

Crédit partiel

La réponse inclut une source de pollution correcte ainsi qu'une autre incorrecte. Par exemple :

- Les centrales nucléaires et les centrales utilisant des combustibles fossiles. *[Les centrales nucléaires ne sont pas une source de pluies acides.]*
- Les oxydes proviennent de l'ozone, de l'atmosphère et des météores qui viennent vers la Terre. Il y a aussi la combustion des combustibles fossiles.

La réponse fait référence à la « pollution » mais ne mentionne pas une source de pollution qui est une cause significative des pluies acides. Par exemple :

- La pollution.
- L'environnement en général, l'atmosphère dans laquelle nous vivons, p. ex. la pollution.
- La gazéification, la pollution, les feux, les cigarettes. *[La signification de « gazéification » n'est pas claire, mentionner « les feux » n'est pas assez spécifique et la fumée de cigarette n'est pas une cause significative des pluies acides.]*
- La pollution comme celle des centrales nucléaires.

Note de correction : Le simple fait de mentionner la pollution est suffisant pour l'attribution du code 1.

Commentaires

Cet item de l'unité PLUIES ACIDES illustre bien les items qui se situent au milieu de l'échelle de compétence. Pour répondre à cette question, les élèves doivent expliquer l'origine des oxydes de soufre et d'azote présents dans l'air. Ils doivent comprendre que ces substances proviennent des gaz d'échappement des voitures, des émissions de gaz des usines et de la combustion de combustibles fossiles. Ils doivent également savoir que les oxydes de soufre et d'azote sont produits par l'oxydation d'un grand nombre de combustibles fossiles et par l'activité volcanique.

Pour répondre à cette question, les élèves doivent se rappeler des faits pertinents, puis expliquer que les pluies acides sont dues à des gaz qui polluent l'atmosphère. C'est la raison pour laquelle cet item se classe au niveau 3. Il se situe dans le champ d'application « systèmes physiques », car il porte sur l'oxydation et sur les gaz qu'elle génère, et s'inscrit dans un contexte social étant donné que les pluies acides sont des risques relativement localisés.

Les réponses qui attribuent les gaz à une pollution non précisée sont acceptables également. Il ressort de l'analyse des réponses des élèves que le niveau de compétence ne varie guère entre ceux qui ont fourni ce



type de réponse et ceux qui ont proposé une réponse plus élaborée. Les élèves doivent simplement indiquer qu'il s'agit d'une comparaison pour obtenir un crédit partiel, soit le niveau 3, mais ils doivent signaler que la réaction nécessite de l'acide (du vinaigre) pour obtenir un crédit complet, soit le niveau 6. Quel que soit son niveau, cet item fait appel à la compétence identification de questions d'ordre scientifique. L'unité PLUIES ACIDES fait également intervenir la compétence explication scientifique de phénomènes.

On peut simuler l'effet des pluies acides sur le marbre en plaçant des éclats de marbre dans du vinaigre pendant une nuit. Le vinaigre et les pluies acides ont à peu près le même niveau d'acidité. Lorsqu'on place un éclat de marbre dans du vinaigre, des bulles de gaz se forment. On peut déterminer la masse de l'éclat de marbre sec, avant et après l'expérience.

PLUIES ACIDES – QUESTION 3 (S485Q03)

Format de l'item : Item à choix multiple

Compétence scientifique : Utilisation de faits scientifiques

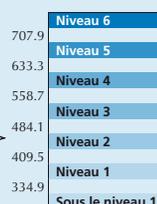
Catégorie de connaissances : « Systèmes physiques » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Risques »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 460 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 66.7 %



Un éclat de marbre a une masse de 2.0 grammes avant d'être plongé dans du vinaigre pendant une nuit. Le lendemain, on retire et on sèche l'éclat. Quelle sera la masse de l'éclat de marbre séché ?

- A. Moins de 2.0 grammes.
- B. Exactement 2.0 grammes.
- C. Entre 2.0 et 2.4 grammes.
- D. Plus de 2.4 grammes.

Consignes de correction

Crédit complet : A. Moins de 2.0 grammes.

Commentaires

La question 3 de l'unité PLUIES ACIDES est caractéristique des items de niveau 2 qui font appel à la compétence utilisation de faits scientifiques. Les élèves doivent se fonder sur les informations fournies pour tirer une conclusion à propos de l'effet du vinaigre sur le marbre, un modèle simple de l'effet des pluies acides sur le marbre. Plusieurs éléments d'information dont ils peuvent tirer une conclusion leur sont donnés dans la question. Les élèves doivent non seulement tenir compte de la description qui leur est proposée dans la question, mais aussi savoir qu'une réaction chimique entraîne la formation de bulles de gaz et que la réaction décrite dans la question s'explique en partie par la composition chimique de l'éclat de marbre et provoque la réduction de la masse de cet éclat. Comme les élèves doivent connaître un processus chimique pour tirer une conclusion correcte, cet item se classe dans la catégorie « systèmes physiques ». L'unité porte sur les risques liés aux pluies acides, mais comme l'expérience décrite relève de la sphère individuelle, cet item se situe dans un contexte personnel.

Les élèves qui répondent correctement à cet item de niveau 2 sont capables d'identifier les indices pertinents et évidents qui jalonnent le cheminement logique vers une conclusion simple.



PLUIES ACIDES – QUESTION 5 (S485Q05)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : « Démarche scientifique » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Risques »

Contexte : Personnel

Degré de difficulté : 717 points (Crédit complet) et 513 points (Crédit partiel)

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 35.6 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Les élèves qui ont réalisé cette expérience ont également placé des éclats de marbre dans de l'eau pure (distillée) pendant une nuit.

Expliquez pourquoi les élèves ont inclus cette étape dans leur expérience.

.....

.....

.....

Consignes de correction

Crédit complet : Pour montrer que l'acide (le vinaigre) est nécessaire pour produire la réaction. Par exemple :

- Pour s'assurer que l'eau de pluie doit être acide comme les pluies acides pour provoquer cette réaction.
- Pour voir si les trous dans les éclats de marbres sont dus à autre chose.
- Parce que cela montre que les éclats de marbre ne réagissent pas avec n'importe quel liquide puisque l'eau est neutre.

Crédit partiel : Pour pouvoir comparer avec le test du vinaigre et du marbre, mais la réponse n'établit pas clairement que cela permet de montrer que l'acide (le vinaigre) est nécessaire pour produire la réaction. Par exemple :

- Pour comparer avec l'autre éprouvette.
- Pour voir si l'éclat de marbre se modifie dans l'eau pure.
- Les élèves ont inclus cette étape pour montrer ce qui arrive lorsque les pluies ordinaires tombent sur du marbre.
- Parce que l'eau distillée n'est pas acide.
- Pour réaliser un contrôle.
- Pour déterminer la différence entre l'eau normale et l'eau acide (le vinaigre).

Commentaires

Pour obtenir un crédit complet, les élèves doivent comprendre que la réaction ne se produit pas dans de l'eau et que le vinaigre est un réactif nécessaire puisque les éclats de marbre sont placés dans de l'eau distillée. Ils doivent donc comprendre le rôle d'un contrôle dans une expérience scientifique.

Le crédit partiel est accordé aux élèves qui comprennent que l'expérience implique une comparaison, mais qui ne formulent pas leur réponse d'une façon montrant qu'ils savent que l'expérience a pour objet de démontrer que le vinaigre est un réactif indispensable.

Cet item se classe dans la catégorie « démarche scientifique », car les élèves doivent avoir des connaissances sur la structure d'une expérience. L'unité porte sur les risques liés aux pluies acides, mais comme l'expérience décrite relève de la sphère individuelle, cet item se situe dans un contexte personnel.



Pour obtenir un crédit complet à cet item, qui se situe alors au niveau 6, les élèves doivent comprendre à la fois la modélisation expérimentale utilisée et la méthode appliquée pour contrôler une variable majeure. Pour obtenir un crédit partiel à cet item (niveau 3), les élèves doivent uniquement comprendre qu'il s'agit d'une comparaison, sans en identifier l'objet.

PLUIES ACIDES – QUESTION 10N (S485Q10N)

Êtes-vous intéressé(e) par les informations complémentaires suivantes ?

Ne cochez qu'une case par ligne.

	Cela m'intéresse beaucoup	Cela m'intéresse moyennement	Cela m'intéresse peu	Cela ne m'intéresse pas
d) Savoir quelles sont les activités humaines les plus susceptibles de provoquer des pluies acides.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
e) En apprendre davantage sur les technologies qui réduisent les émissions de gaz qui provoquent les pluies acides.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
f) Comprendre les techniques utilisées pour réparer les bâtiments endommagés par les pluies acides.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

PLUIES ACIDES – QUESTION 10S (S485Q10S)

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

Ne cochez qu'une case par ligne.

	Tout à fait d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord
g) Pour conserver les vestiges de bâtiments anciens, on devrait se baser sur des études scientifiques identifiant les causes des dégâts.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
h) Les affirmations sur les causes des pluies acides devraient se baser sur la recherche scientifique.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄



Figure 2.33
L'EFFET DE SERRE

Lisez les textes suivants et répondez aux questions qui les accompagnent.

L'EFFET DE SERRE : RÉALITÉ OU FICTION ?

Les êtres vivants ont besoin d'énergie pour survivre. L'énergie qui alimente la vie sur Terre provient du Soleil, qui dégage de l'énergie dans l'espace, tant il est brûlant. Une infime proportion de cette énergie atteint la Terre.

L'atmosphère terrestre agit comme une couche de protection autour de la surface de la planète, empêchant les variations de température qui existeraient dans un monde sans air.

La plus grande partie de l'énergie venant du soleil traverse l'atmosphère terrestre. La Terre absorbe une partie de cette énergie, et une autre partie est réfléchiée et renvoyée par la surface de la Terre. Une partie de cette énergie réfléchiée par la Terre est absorbée par l'atmosphère.

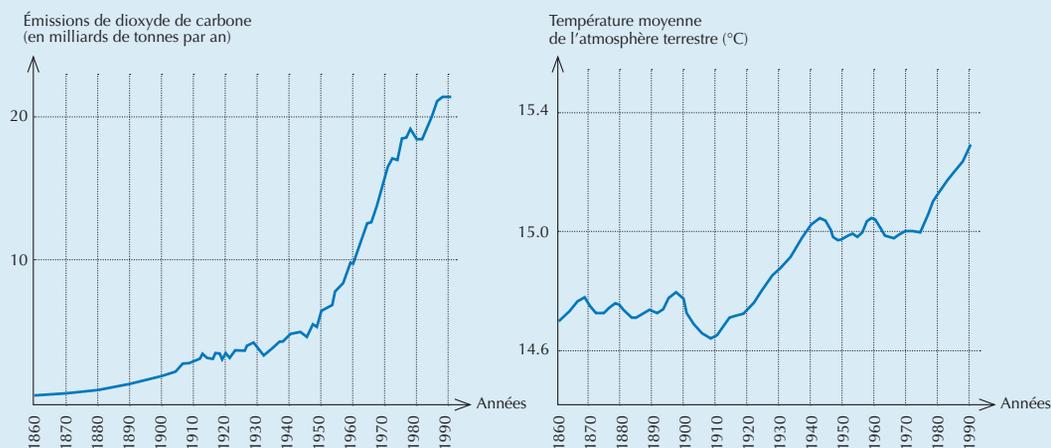
En conséquence, la température moyenne au-dessus de la surface terrestre est plus élevée qu'elle ne le serait s'il n'y avait pas d'atmosphère. L'atmosphère terrestre a le même effet qu'une serre, d'où l'expression « effet de serre ».

L'effet de serre se serait intensifié au cours du vingtième siècle.

C'est un fait que la température moyenne de l'atmosphère de la Terre a augmenté. Les journaux et les magazines attribuent souvent à l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone la principale responsabilité du réchauffement intervenu au vingtième siècle.

André, un étudiant, s'intéresse au rapport possible entre la température moyenne de l'atmosphère terrestre et l'émission de dioxyde de carbone sur Terre.

Dans une bibliothèque, il découvre les deux graphiques suivants.



André conclut, à partir de ces deux graphiques, qu'il est certain que la hausse de la température moyenne de l'atmosphère de la Terre est due à l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone.



L'EFFET DE SERRE – QUESTION 3 (S114Q)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Utilisation de faits scientifiques

Catégorie de connaissances : « Explications scientifiques » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Environnement »

Contexte : Global

Degré de difficulté : 529 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 54.0 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Qu'est-ce qui, dans ces graphiques, confirme la conclusion d'André ?

Consignes de correction

Crédit complet :

Fait référence au fait que tant la température (moyenne) que les émissions de dioxyde de carbone ont augmenté. Par exemple :

- Quand les émissions se sont accrues, la température est montée.
- Les deux graphiques montrent une augmentation.
- Parce qu'en 1910 les deux courbes ont commencé à croître.
- La température monte quand il y a des émissions de CO₂.
- Les courbes sur les graphiques montent en même temps.
- Tout augmente.
- Plus il y a d'émissions de CO₂, plus la température est élevée.

Fait référence (en termes généraux) à un rapport positif entre la température et les émissions de dioxyde de carbone.

[Note : ce code a pour but de relever l'usage que les élèves font de termes comme « relation positive », « forme semblable » ou « directement proportionnel » : bien que l'exemple de réponse suivant ne soit pas à proprement parler correct, il manifeste une compréhension suffisante pour se voir attribuer un crédit complet dans ce cas précis]. Par exemple :

- La quantité de CO₂, et la température moyenne de la Terre sont directement proportionnelles.
- Elles suivent un tracé analogue qui indique un rapport entre elles.

Commentaires

Les unités L'EFFET DE SERRE et ÉCRANS SOLAIRES proposent des items représentatifs du niveau 3 qui font appel à la compétence utilisation de faits scientifiques. Pour répondre à la question 3 de l'unité L'EFFET DE SERRE, les élèves doivent interpréter des données présentées sous forme graphique et en déduire qu'ensemble, les deux graphiques étayent une conclusion, en l'occurrence que la température moyenne et les émissions de gaz carbonique augmentent. Pour juger de la validité d'une conclusion, ils doivent établir un lien entre la température atmosphérique et le volume d'émissions de gaz carbonique qui sont présentés dans deux graphiques dont la ligne du temps est la même. Ils doivent commencer par se faire une idée du contexte en lisant un texte descriptif assez long. Ils doivent comprendre que les courbes des deux graphiques suivent une tendance ascendante au fil du temps ou qu'il existe une corrélation positive entre les deux graphiques, ce qui confirme la conclusion proposée. Comme cette problématique environnementale a des répercussions mondiales, cet item se situe dans un contexte global. Cet item se classe dans la catégorie « explications scientifiques », car les élèves doivent interpréter des données présentées sous forme graphique.



Pour répondre correctement à cet item de niveau 3, les élèves doivent être capables d'identifier une tendance simple dans deux groupes de données graphiques, puis de l'appliquer pour étayer une conclusion.

L'EFFET DE SERRE – QUESTION 4 (S114Q04)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Identification de questions d'ordre scientifique

Catégorie de connaissances : « Explications scientifiques » (connaissances à propos des sciences)

Champ d'application : « Environnement »

Contexte : Global

Degré de difficulté : 659 points (Crédit complet), 568 points (Crédit partiel)

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 34.5 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1

Jeanne, une autre élève, n'est pas d'accord avec la conclusion d'André. Elle compare les deux graphiques et dit que certaines parties de ceux-ci ne confirment pas sa conclusion.

Donnez un exemple, en citant une partie de ces graphiques qui ne confirme pas la conclusion d'André. Expliquez votre réponse.

.....

.....

Consignes de correction

Crédit complet :

Fait référence à une partie spécifique du graphique dans laquelle les courbes ne sont pas toutes deux ascendantes ou descendantes, et fournit une explication en rapport avec le phénomène constaté. Par exemple :

- En 1900–1910 (environ) le CO₂ a augmenté, alors que la température a continué à descendre.
- En 1980–1983, le dioxyde de carbone a diminué tandis que la température a augmenté.
- Pendant les années 1800, la température reste assez stable mais la courbe du premier graphique est continuellement ascendante.
- Entre 1950 et 1980, la température n'a pas augmenté alors que le CO₂ a augmenté.
- La température est plus ou moins constante de 1940 à 1975, tandis que les émissions de dioxyde de carbone sont en forte augmentation.
- En 1940, la température est beaucoup plus élevée qu'en 1920, tandis que les émissions de dioxyde de carbone sont similaires.

Crédit partiel :

Cite une période correcte sans fournir d'explication. Par exemple :

- 1930 - 1933.
- Avant 1910.

Ne mentionne qu'une année particulière (pas une période), avec une justification acceptable. Par exemple :

- En 1980, le niveau d'émissions a été bas, mais la température a continué à monter.

Donne un exemple qui ne confirme pas la conclusion d'André, mais fait une erreur en citant la période. [Note : il faut que cette erreur soit évidente – par exemple, l'élève a indiqué, sur le graphique, une zone illustrant une réponse correcte, mais il a ensuite fait une erreur en transférant cette information dans sa réponse écrite.] Par exemple :

- Entre 1950 et 1960, la température a baissé et les émissions de dioxyde de carbone ont augmenté.



Fait référence à la différence entre les deux courbes, sans mentionner de période spécifique. Par exemple :

- À certains moments, la température est en hausse même quand les émissions sont en baisse.
- Auparavant, il y avait peu d'émissions et pourtant la température était élevée.
- Tandis que le graphique 1 montre une hausse constante, il n'y a pas de véritable hausse dans le graphique 2, qui reste constant. [Note : *il reste constant « dans l'ensemble »*]
- Parce qu'au début, la température est encore assez élevée alors qu'il y avait très peu de dioxyde de carbone.

Fait référence à une irrégularité dans un des graphiques. Par exemple :

- C'est à peu près en 1910 que la température a chuté et cela a duré un certain temps.
- Dans le second graphique, il y a une baisse de la température de l'atmosphère terrestre juste avant 1910.

Indique une divergence entre les graphiques, mais l'explication est très faible. Par exemple :

- Pendant les années quarante, la chaleur était très élevée, mais le taux de dioxyde de carbone était très bas [Note : *l'explication est faible, mais la différence citée est claire*].

Commentaires

Cet item de l'unité L'EFFET DE SERRE fait appel à la compétence utilisation de faits scientifiques. Il demande aux élèves d'identifier une partie de graphique qui n'étaye pas une conclusion. Pour y répondre, les élèves doivent rechercher des différences spécifiques par rapport à la tendance générale qui établissent une corrélation positive entre deux groupes de données présentées sous forme graphique. Ils doivent localiser dans les graphiques un endroit où les courbes ne sont pas toutes deux ascendantes ou descendantes, puis l'exploiter pour justifier une conclusion. Cet item demande donc une compréhension plus approfondie et de meilleures facultés d'analyse que la question 3. Pour obtenir un crédit complet, les élèves doivent localiser et expliquer une période de différence, et non généraliser une relation entre deux graphiques.

Associé à un crédit complet, cet item se situe au niveau 5 de l'échelle de culture scientifique, car il demande aux élèves de comparer deux groupes de données en détail et de se livrer à une analyse critique de la conclusion proposée. Il se situe au niveau 4 de l'échelle de culture scientifique s'il vaut un crédit partiel, qui est accordé aux élèves qui comprennent l'objet de la question et qui identifient effectivement une différence entre les deux graphiques, mais qui sont incapables de l'expliquer.

Comme cette problématique environnementale a des répercussions mondiales, cet item se situe dans un contexte global. Il se classe dans la catégorie « explications scientifiques », car les élèves doivent interpréter des données présentées sous forme graphique.

L'EFFET DE SERRE – QUESTION 5 (S114Q)

Format de l'item : Item à réponse construite ouverte

Compétence scientifique : Explication scientifique de phénomènes

Catégorie de connaissances : « Systèmes de la Terre et de l'Univers » (connaissances en sciences)

Champ d'application : « Environnement »

Contexte : Global

Degré de difficulté : 709 points

Pourcentage de réponses correctes (pays de l'OCDE) : 18.9 %

707.9	Niveau 6
633.3	Niveau 5
558.7	Niveau 4
484.1	Niveau 3
409.5	Niveau 2
334.9	Niveau 1
	Sous le niveau 1



André maintient sa conclusion : le réchauffement de l'atmosphère est dû à l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone. Mais Jeanne pense que sa conclusion est prématurée. Elle dit : « Avant d'accepter cette conclusion, tu dois t'assurer que d'autres facteurs qui pourraient avoir une influence sur l'effet de serre sont constants ».

Citez un des facteurs auxquels Jeanne fait allusion.

.....

.....

Consignes de correction

Crédit complet :

Cite un facteur qui fait référence à l'énergie/au rayonnement solaire. Par exemple :

- La chaleur du soleil et peut-être un changement de position de la Terre.
- L'énergie solaire réfléchiée par la Terre. *[En supposant qu'en mentionnant la « Terre », l'élève veut dire « le sol ».]*

Cite un facteur qui fait référence à une composante naturelle ou à un agent polluant potentiel. Par exemple :

- La vapeur d'eau dans l'air.
- Les nuages.
- Les phénomènes comme les éruptions volcaniques.
- La pollution atmosphérique (gaz, pétrole).
- La quantité de gaz d'échappement.
- Les CFC.
- Le nombre d'automobiles.
- L'ozone (en tant que composant de l'air). *[Note : utilisez le code 03 si la réponse fait référence à la diminution de la couche d'ozone]*

Commentaires

La question 5 de l'unité L'EFFET DE SERRE est représentative des items de niveau 6 qui font appel à la compétence explication scientifique de phénomènes. Pour y répondre, les élèves doivent analyser une conclusion compte tenu d'autres facteurs susceptibles d'avoir un impact sur l'effet de serre. Cet item combine certains aspects de deux compétences, à savoir identification de questions d'ordre scientifique et explication scientifique de phénomènes. Les élèves doivent comprendre la nécessité de contrôler des variables autres que les facteurs de variation et les variables mesurées. Ils doivent ensuite identifier ces variables à contrôler. Ils doivent en savoir suffisamment sur les systèmes de la Terre pour pouvoir identifier au moins une variable à contrôler. Comme il s'agit là de la principale compétence scientifique à mettre en œuvre, cet item relève de la compétence explication scientifique de phénomènes. Il se situe dans un contexte global, car cette problématique environnementale a des répercussions mondiales.

Pour répondre à cette question, les élèves doivent commencer par identifier les facteurs de variation et les variables mesurées. Ils doivent pouvoir reconnaître l'influence d'autres facteurs, ce qui demande une certaine compréhension des méthodes scientifiques. Enfin, ils doivent comprendre le scénario dans son contexte et en identifier les composantes majeures. Ils doivent connaître un certain nombre de concepts abstraits et établir des relations entre eux pour identifier les « autres » facteurs susceptibles d'influer sur la relation entre la température de l'atmosphère et le volume d'émissions de gaz carbonique. C'est pourquoi cet item se situe à la limite entre les niveaux 5 et 6. Il fait appel à la compétence explication scientifique de phénomènes.