



2

La performance des jeunes de 15 ans en sciences

Ce chapitre définit la notion de culture scientifique et explique la façon de l'évaluer dans l'enquête PISA 2015. Il montre en outre si les pays parviennent à amener tous leurs élèves au seuil de compétence en sciences. Atteindre ce seuil de compétence à la fin de la scolarité obligatoire, c'est être au moins capable d'avancer des thèses plausibles pour expliquer des phénomènes scientifiques dans des contextes familiers et de tirer des conclusions probantes de données dérivées de recherches simples. Ce chapitre montre aussi dans quelle mesure les jeunes adultes ont acquis un esprit scientifique ou, en d'autres termes, des dispositions positives à l'égard des méthodes scientifiques d'investigation et des débats sur des sujets scientifiques

Note concernant les données d'Israël

Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem-Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.



Comprendre la science et les technologies issues de la science est indispensable, non seulement pour ceux dont la carrière en dépend directement, mais aussi pour tous les citoyens soucieux de prendre position en toute connaissance de cause dans les nombreux débats controversés – allant de questions plus personnelles (comme le maintien d'un régime alimentaire sain) à des enjeux mondiaux (comme les coûts et bénéfices des organismes génétiquement modifiés, la prévention du réchauffement climatique et l'atténuation de ses conséquences catastrophiques), en passant par des thématiques locales (comme la gestion des déchets dans les grandes villes).

Les cours de sciences dispensés dans l'enseignement primaire et secondaire devraient garantir qu'à la fin de leur scolarité, les élèves soient en mesure de comprendre les débats sur les questions scientifiques et technologiques qui façonnent notre monde, et de s'y engager. En sciences, la plupart des programmes scolaires actuels sont conçus sur la base du principe que la compréhension de la science est tellement importante que les matières scientifiques doivent être au cœur de l'instruction de tous les enfants (OCDE, 2016b).

Que nous apprennent les résultats ?

- En sciences, Singapour devance tous les autres pays et économies participants. Le Japon, l'Estonie, la Finlande et le Canada sont, par ordre décroissant de leur performance moyenne, les quatre pays les plus performants de l'OCDE.
- En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 7.7 % des élèves sont très performants en sciences : ils se classent au niveau 5 ou 6 de compétence. Un élève sur quatre environ (24.2 %) se situe à ce niveau à Singapour ; et plus d'un sur sept y parvient au Taipei chinois (15.4 %), au Japon (15.3 %) et en Finlande (14.3 %).
- La performance moyenne en sciences a sensiblement augmenté entre 2006 et 2015 en Colombie, en Israël, à Macao (Chine), au Portugal, au Qatar et en Roumanie. Durant cette période, le pourcentage d'élèves peu performants, soit ceux sous le niveau 2, a diminué, et le pourcentage d'élèves très performants, soit ceux au niveau 5 ou 6, a augmenté à Macao (Chine), au Portugal et au Qatar.
- Dans 33 pays et économies, le pourcentage d'élèves très performants en sciences est plus élevé chez les garçons que chez les filles. La Finlande est le seul pays où les filles sont plus susceptibles d'être très performantes que les garçons. Dans la plupart des pays, garçons et filles réussissent dans la même mesure à répondre aux questions les plus faciles aux épreuves PISA de sciences.
- Les élèves peu performants en sciences sont moins susceptibles d'estimer que le savoir scientifique est évolutif et que les méthodes scientifiques – le fait de réitérer les expériences, par exemple – sont un bon moyen de produire du savoir scientifique.

LA DÉFINITION PISA DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

La culture scientifique est le domaine majeur d'évaluation de l'évaluation PISA en 2015. L'enquête PISA définit la culture scientifique comme « la capacité des individus de s'engager dans des questions et des idées en rapport avec la science en tant que citoyens réfléchis ». Les individus cultivés sur le plan scientifique sont prêts à s'engager dans des raisonnements sensés à propos de la science et de la technologie, et doivent pour ce faire utiliser les compétences suivantes : expliquer des phénomènes de manière scientifique, évaluer et concevoir des investigations scientifiques, et interpréter des données et des faits de manière scientifique (voir la *Cadre d'évaluation et d'analyse de l'enquête PISA 2015 : Compétences en sciences, en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en matières financières*, OCDE, 2016b).

Pour être performants en sciences, les individus doivent posséder trois types de connaissances : des connaissances du contenu, des connaissances sur les procédures méthodologiques qui sont utilisées en sciences, et des connaissances sur les arguments et concepts que les scientifiques avancent pour justifier leurs thèses. Pour expliquer des phénomènes scientifiques et technologiques, par exemple, il est impératif d'avoir des connaissances du contenu. Pour évaluer des recherches scientifiques et interpréter des faits de manière scientifique, il faut en plus comprendre d'où viennent les connaissances scientifiques et savoir dans quelle mesure elles sont fiables.

Cette conception de la culture scientifique admet qu'il existe un élément affectif dans la façon dont les élèves utilisent ces compétences : leurs attitudes ou dispositions à l'égard de la science peuvent influencer sur l'intérêt qu'ils portent à la science, les inciter à s'y engager et les encourager à agir (Osborne, Simon et Collins, 2003 ; Schibeci, 1984).

L'expression de « culture scientifique » est employée pour montrer que l'enquête PISA ne cherche pas seulement à évaluer ce que les élèves savent en sciences, mais aussi à déterminer dans quelle mesure ils sont capables d'utiliser ce qu'ils savent et de l'appliquer dans des situations tirées de la vie réelle. Dans la suite de ce chapitre, le terme « sciences » est aussi employé pour désigner la « culture scientifique » au sens de l'enquête PISA.



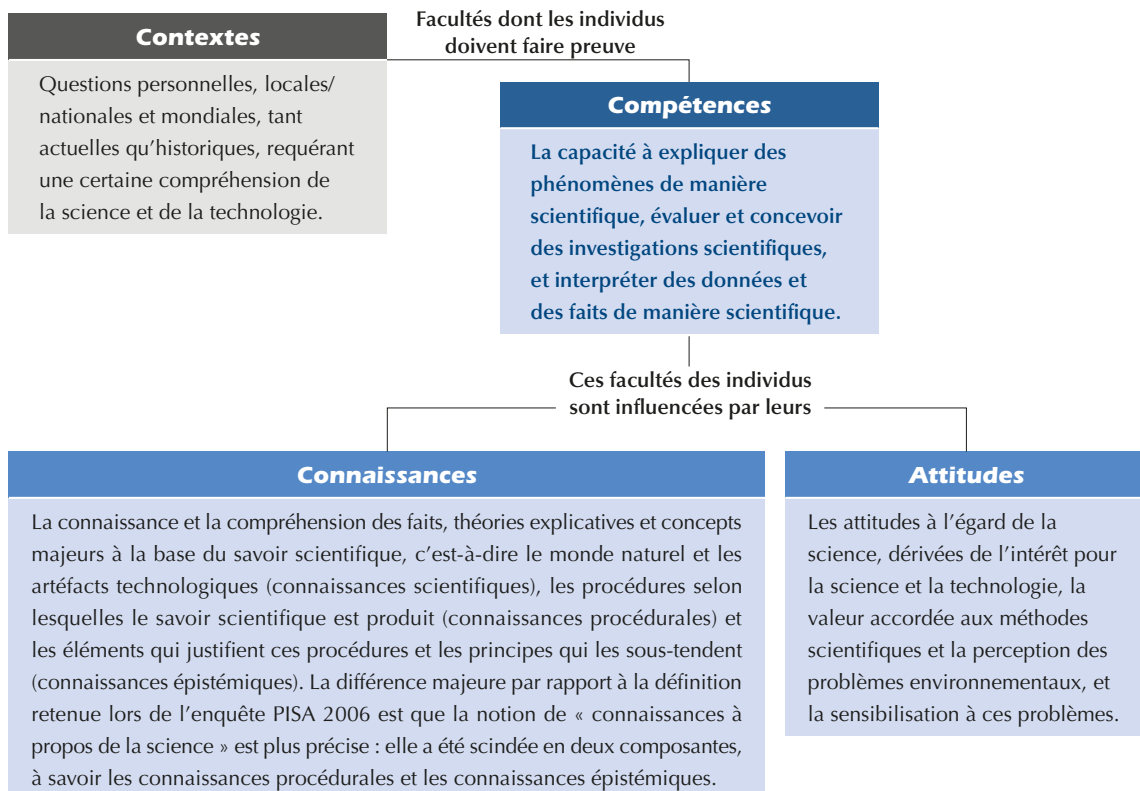
Définie de la sorte, la culture scientifique n'est pas un attribut dont les élèves sont pourvus ou dépourvus, mais quelque chose qui s'acquiert dans une mesure plus ou moins grande, et qui est influencé à la fois par les connaissances en sciences et à propos de la science, et par les attitudes à l'égard de la science.

Le concept PISA de culture scientifique renvoie à la fois à la science et à la technologie, malgré les différences d'objectifs, de processus et de produits entre ces deux disciplines. La technologie a pour but de trouver la solution optimale à un problème humain, sachant qu'il peut y avoir plusieurs solutions optimales. En revanche, la science cherche à répondre à une question spécifique à propos du monde naturel. Science et technologie sont toutefois étroitement liées, et les individus compétents en sciences sont censés être prêts à s'engager dans des raisonnements sensés et à prendre des décisions éclairées à propos de la science et de la technologie. Par exemple, les individus prennent des décisions et font des choix qui influent sur les orientations des nouvelles technologies (c'est le cas, par exemple, lorsqu'ils optent pour une voiture plus petite qui consomme moins de carburant). Les individus compétents en sciences sont en principe capables de faire des choix en meilleure connaissance de cause. Ils sont également censés admettre que si la science et la technologie sont souvent source de solutions, elles sont aussi source de risques, à l'origine de nouveaux problèmes qui ne peuvent être résolus que par leur utilisation.

Le cadre d'évaluation PISA de la culture scientifique en 2015

Le graphique 1.2.1 donne un aperçu des principaux aspects du cadre d'évaluation de la culture scientifique de l'enquête PISA 2015 qui a été élaboré et approuvé par les pays et économies participants, et montre les relations entre ces aspects. Le grand cadre, en bleu, reprend les trois compétences au cœur de la définition PISA de la culture scientifique : expliquer des phénomènes de manière scientifique, évaluer et concevoir des investigations scientifiques, et interpréter des données et des faits de manière scientifique. Les élèves utilisent ces compétences dans des contextes spécifiques qui exigent une certaine compréhension de la science et de la technologie ; ces contextes se rapportent généralement à des questions locales ou mondiales. Leur capacité d'utiliser leurs compétences dans un contexte scientifique spécifique dépend non seulement de leurs attitudes à l'égard de la science et des méthodes scientifiques et de la nature de la question à aborder, mais aussi de leur connaissance des concepts scientifiques et de la façon de les définir et de les justifier.

Graphique 1.2.1 ■ Aspects du cadre d'évaluation de la culture scientifique dans l'enquête PISA 2015





Le cadre d'évaluation de la culture scientifique de l'enquête PISA 2015 repose sur le cadre précédent, qui avait été élaboré à l'occasion de l'enquête PISA 2006. La différence majeure entre les deux cadres porte sur la notion de « connaissances à propos de la science », le fait de comprendre, selon la définition PISA de 2006, « les éléments caractéristiques de la science en tant que forme de recherche et de connaissances humaines ». Cette notion est définie de façon plus précise et a été scindée en deux composantes, à savoir les connaissances procédurales et les connaissances épistémiques (le fait de comprendre la nature et l'origine du raisonnement scientifique). Plusieurs modifications introduites dans la conception des épreuves, en particulier l'abandon des épreuves sur papier au profit des épreuves sur ordinateur, ont influé sur le développement des items d'évaluation. Les implications de ces modifications sont expliquées de manière plus détaillée ci-dessous.

Les items des épreuves de sciences ont été rapportés aux différents aspects du cadre d'évaluation ainsi qu'à deux dimensions supplémentaires (le format de réponse et la charge cognitive), afin de constituer des épreuves équilibrées qui couvrent tous les aspects du cadre d'évaluation. La répartition des items entre les catégories du cadre d'évaluation est le fruit du consensus recueilli auprès des experts consultés au sujet de la pondération de ces catégories de culture scientifique (OCDE, 2016b). Les six dimensions retenues pour classer les items sont décrites en détail ci-dessous et résumées dans le graphique I.2.2. Trois des six dimensions – les compétences, les types de connaissances et les domaines de connaissances – sont retenues comme catégories de compte-rendu : il est possible de comparer la performance des élèves dans chacune des sous-catégories grâce aux sous-échelles.

Graphique I.2.2 ■ **Catégories décrivant les items élaborés pour les épreuves de culture scientifique de l'évaluation PISA 2015**

Catégories de compte-rendu			Catégories supplémentaires pour garantir l'équilibre de l'évaluation		
Compétences scientifiques	Types de connaissances	Catégories de contenu	Types de réponse	Charge cognitive	Contextes
Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes physiques	Choix multiple simple	Faible	Personnel
Évaluer et concevoir des investigations scientifiques	Procédurales ¹	Systèmes vivants	Choix multiple complexe	Moyenne	Local/National
Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Épistémiques ¹	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Réponse construite	Élevée	Mondial

1. Bien que distinctes d'un point de vue théorique, les catégories des connaissances procédurales et épistémiques sont regroupées dans une catégorie unique de compte-rendu.

Compétences scientifiques

Selon la définition PISA, les individus sont compétents en sciences s'ils sont prêts à s'engager dans des raisonnements sensés à propos de la science et de la technologie. Pour ce faire, ils doivent utiliser les compétences suivantes :

- **Expliquer des phénomènes de manière scientifique** : reconnaître, proposer et évaluer des thèses expliquant une série de phénomènes naturels et technologiques.
- **Évaluer et concevoir des investigations scientifiques** : décrire et évaluer des études scientifiques, et proposer des moyens de répondre à des questions de manière scientifique.
- **Interpréter des données et des faits de manière scientifique** : analyser et évaluer des données, des thèses et des arguments présentés sous diverses formes, et en tirer des conclusions scientifiques appropriées.

Le fait que les trois compétences scientifiques soient au cœur de la définition de la culture scientifique montre bien que la science est un ensemble de pratiques destinées à générer, à évaluer et à remettre en cause des connaissances communes à toutes les sciences naturelles. La maîtrise de ces pratiques, signe d'une plus grande compétence, est l'un des aspects qui distingue les scientifiques des novices. Certes, il serait déraisonnable d'attendre des jeunes de 15 ans qu'ils aient l'expertise d'un scientifique, mais pas de présumer qu'à cet âge, ils soient capables d'apprécier le rôle et la pertinence de ces pratiques.

La compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique », qui se définit comme la capacité de reconnaître, de proposer et d'évaluer des explications de divers phénomènes naturels et technologiques, intervient lorsque les



élèves : se remémorent et appliquent des connaissances scientifiques appropriées ; identifient, utilisent et génèrent des représentations et des modèles explicatifs ; font des prévisions appropriées et les justifient ; proposent des hypothèses explicatives ; et expliquent les implications potentielles de connaissances scientifiques pour la société.

La compétence « Évaluer et concevoir des investigations scientifiques » est requise pour examiner de façon critique les comptes-rendus de découvertes et de recherches scientifiques. Elle se définit comme la capacité de décrire et d'évaluer des recherches scientifiques, et de proposer des moyens de répondre à des questions de manière scientifique. C'est cette compétence que les élèves utilisent lorsqu'ils : identifient la question étudiée dans des recherches scientifiques données, distinguent les questions qui se prêtent à des recherches scientifiques de celles qui ne s'y prêtent pas ; proposent une façon d'étudier une question de manière scientifique ; évaluent les moyens d'étudier une question de manière scientifique ; et décrivent et évaluent la façon dont les scientifiques garantissent que leurs données sont fiables et que leurs explications sont objectives et généralisables.

La compétence « Interpréter des données et des faits de manière scientifique » se définit comme la capacité d'analyser et d'évaluer des données, des thèses et des arguments présentés sous diverses formes et d'en tirer des conclusions scientifiques appropriées. Les élèves capables d'interpréter des données et des faits de manière scientifique sont capables : de transposer des données d'une représentation dans une autre ; d'analyser et interpréter des données, et d'en tirer des conclusions appropriées ; d'identifier des hypothèses, des faits et des raisonnements dans des textes scientifiques ; de faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques, et ceux basés sur d'autres considérations ; et d'évaluer des faits et des arguments scientifiques de sources différentes.

Les 184 items – soit l'équivalent de six heures de test environ – constituant les épreuves PISA de sciences en 2015 se répartissent entre les trois catégories de compétence, selon la compétence qu'ils font le plus intervenir. Sur la totalité des items de sciences, 48 % (soit 89 items ou l'équivalent de près de 3 heures de test) font essentiellement intervenir la capacité des élèves d'expliquer des phénomènes de manière scientifique, 21 % (soit 39 items ou l'équivalent d'un peu plus de 1 heure de test), leur capacité d'évaluer ou de concevoir des investigations scientifiques, et 30 % (soit 56 items ou l'équivalent de près de 2 heures de test), leur capacité d'interpréter des données et des faits de manière scientifique (voir l'annexe C2).

Catégories de connaissances

Pour utiliser chacune de ces compétences scientifiques, il faut non seulement posséder des connaissances du contenu (sur des théories, des explications, des informations et des faits), mais aussi comprendre l'origine de ces connaissances (connaissances procédurales) et leur nature (connaissances épistémiques).

Par « connaissances procédurales », on entend les connaissances relatives aux concepts et procédures essentiels à la démarche scientifique qui sous-tend la collecte, l'analyse et l'interprétation de données scientifiques. Pour expliquer des phénomènes, les scientifiques mettent des hypothèses à l'épreuve des faits dans des recherches empiriques. Les recherches empiriques doivent être menées selon certaines procédures normalisées pour générer des données valides et fiables. Les élèves sont censés comprendre des procédures et concepts, tels que : la notion de variables dépendantes et indépendantes ; la distinction entre des types de mesures différents (les mesures quantitatives et qualitatives, les variables catégorielles et continues) ; les méthodes permettant d'évaluer et de réduire le degré d'incertitude (celle qui consiste à réitérer la procédure de mesure, par exemple) ; la stratégie des variables de contrôle et son rôle dans les expériences ; et les façons courantes de présenter des données. On attend par exemple des élèves qu'ils sachent que les connaissances scientifiques sont assorties d'incertitude, dont le degré varie selon la nature et le volume d'éléments empiriques accumulés au fil du temps.

Par « connaissances épistémiques », on entend le fait de comprendre la nature et l'origine des connaissances scientifiques. Les élèves qui ont des connaissances épistémiques savent raisonner et s'engager dans des raisonnements sensés comme les scientifiques. Ces connaissances sont indispensables pour comprendre la distinction entre des observations, des faits, des hypothèses, des modèles et des théories, ainsi que pour comprendre que certaines procédures, comme les expériences, sont essentielles pour produire des connaissances scientifiques.

Un peu plus de la moitié des items de sciences administrés lors de l'évaluation PISA 2015 (98 sur 184) font essentiellement appel à des connaissances du contenu, 60 autres, à des connaissances procédurales et les 26 derniers, à des connaissances épistémiques.



Catégories de contenu

Les connaissances peuvent aussi se classer en fonction du domaine scientifique majeur dont elles relèvent. Les élèves de 15 ans sont censés comprendre les grands concepts et théories de la physique, de la chimie, de la biologie et des sciences de la Terre et de l'Univers, et savoir comment ils s'appliquent dans des contextes où les éléments de connaissance sont interdépendants ou multidisciplinaires. Les items administrés se répartissent entre trois catégories de contenu : les systèmes physiques, les systèmes vivants et les systèmes de la Terre et de l'Univers¹. Les élèves de 15 ans sont, par exemple, censés avoir des connaissances sur la structure de la matière et le modèle de particules (dans les systèmes physiques), sur la théorie de l'évolution par la sélection naturelle (dans les systèmes vivants), et sur l'histoire et la taille de l'Univers (dans les systèmes de la Terre et de l'Univers). Un tiers environ des items de sciences administrés lors de l'évaluation PISA 2015 (61 sur 184) portent sur les systèmes physiques, 74 autres, sur les systèmes vivants, et les 49 derniers, sur les systèmes de la Terre et de l'Univers.

Contextes des items d'évaluation

Les items administrés lors de l'évaluation de la culture scientifique en 2015 peuvent aussi se classer selon le contexte dans lequel ils s'inscrivent. Les trois catégories de contextes inspirés de la vie réelle identifient les grands domaines dans lesquels les problèmes des épreuves se posent : les contextes « personnels » se rapportent à la vie des élèves et de leur famille ; les contextes « locaux/nationaux » se rapportent à la communauté dans laquelle les élèves vivent ; les contextes « mondiaux » se rapportent à la vie dans le monde. Un item sur la question des combustibles fossiles peut par exemple se classer dans la catégorie des contextes personnels s'il concerne des comportements qui permettent d'économiser de l'énergie, dans celle des contextes locaux/nationaux s'il concerne l'impact environnemental sur la qualité de l'air, et dans celle des contextes mondiaux s'il concerne le lien entre la consommation de combustible fossile et la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Les épreuves de sciences de l'évaluation PISA 2015 ne cherchent pas à évaluer des contextes spécifiques ; les contextes sont plutôt utilisés pour générer des tâches spécifiques. C'est pourquoi les items s'inscrivent dans un large éventail de contextes personnels, locaux/nationaux et mondiaux.

Attitudes

Les attitudes et les convictions des individus jouent un rôle considérable dans l'intérêt et l'attention qu'ils portent à la science et à la technologie, et dans la façon dont ils réagissent à ces matières. La définition PISA de la culture scientifique admet que la réaction des élèves face à un problème de sciences ne dépend pas seulement de leurs connaissances et de leurs compétences, mais également de la mesure dans laquelle ils sont capables de s'y engager et ils sont prêts à le faire. Lors de l'évaluation PISA 2015, les attitudes, les convictions et les valeurs des élèves ont été étudiées sur la base de leurs réponses au questionnaire contextuel, et non de leurs résultats aux épreuves cognitives. Parmi les attitudes relatives à la science, une distinction majeure est faite entre les attitudes à l'égard de la science (l'intérêt porté aux différentes disciplines scientifiques) et les attitudes scientifiques. Le premier groupe d'attitudes est examiné en détail dans le chapitre suivant, tandis que le second, à savoir les attitudes à l'égard des connaissances scientifiques (attitudes épistémiques) qui indiquent si les élèves valorisent la démarche scientifique, est analysé à la fin du présent chapitre.

Épreuves informatisées de sciences

Des aspects qui ne pouvaient être évalués dans les épreuves de sciences sur papier ont pu être évalués grâce à l'informatisation des épreuves PISA en 2015. Lors de l'évaluation PISA 2015, on a par exemple demandé pour la première fois aux élèves de concevoir (par simulation informatique) une expérience et d'en interpréter les résultats afin d'évaluer leur capacité à mener une investigation scientifique. L'utilisation de présentations interactives (ce qui s'affiche à l'écran dépend de ce que les élèves font) permet en effet de poser ce type de questions. Les épreuves administrées lors de la campagne définitive comportent 24 items interactifs (soit environ 13 % des items). Ces items n'ont pas été rendus publics pour qu'ils puissent être réutilisés lors de prochaines évaluations afin de déterminer des tendances.

Administrée lors de l'essai de terrain, l'unité *COURIR PAR TEMPS CHAUD*, qui est disponible en ligne (www.oecd.org/pisa) et décrite à l'annexe C1, illustre le fonctionnement des items interactifs en sciences. Dans cette unité, il est demandé aux élèves de recueillir des données sur la transpiration et la température du corps d'un coureur après une heure de course dans des conditions différentes d'humidité et de température de l'air. Les élèves doivent déplacer les curseurs qui s'affichent à l'écran pour régler la température de l'air et l'humidité de l'air, puis ils peuvent faire une ou plusieurs simulations, dont les résultats s'affichent à l'écran et qu'ils doivent utiliser pour répondre aux questions de l'unité.



Les items basés sur des présentations interactives peuvent être axés sur la capacité des élèves d'interpréter des données et des faits de manière scientifique (comme dans la question 1 de l'unité *COURIR PAR TEMPS CHAUD*), d'expliquer des phénomènes de manière scientifique (comme dans la question 2 de cette unité), ou d'évaluer et de concevoir des investigations scientifiques (comme dans la question 3 de cette unité), et peuvent porter sur toutes les catégories de contenu et les types de connaissances. La difficulté ou la complexité relative des items ne dépend pas de leur présentation interactive ou statique.

L'informatisation des épreuves a également permis d'utiliser une plus grande diversité de contextes et de présenter des situations relatives à des mouvements et à des changements (à des réactions chimiques, par exemple) de manière plus réaliste et plus motivante, grâce aux animations.

Types de réponse dans les épreuves de sciences

Trois grandes catégories d'items ont été utilisées dans les épreuves de sciences lors de l'évaluation PISA 2015 : les items à choix multiple simple ; les items à choix multiple complexe ; et les items à réponse construite. Dans les épreuves informatisées, de nouveaux formats de réponse ont été ajoutés à ceux déjà utilisés dans les épreuves sur papier. Les items se répartissent à raison d'un tiers environ entre les trois catégories :

- Les items à choix multiple simple, soit des items appelant :
 - la sélection d'une seule réponse parmi quatre options
 - la sélection d'un élément sélectionnable dans un graphique ou un texte
- Les items à choix multiple complexe, soit des items appelant :
 - des réponses affirmatives ou négatives à une série de questions corrigées comme si elles constituaient le même item (le format typique en 2006)
 - la sélection de plus d'une réponse dans une liste
 - le choix de plusieurs éléments dans un menu déroulant pour remplir des blancs
 - le déplacement d'éléments à l'écran pour effectuer un exercice de mise en correspondance, de tri ou de classement
- Les items à réponse construite, soit des items appelant la production d'une réponse (texte ou dessin). En culture scientifique, les élèves doivent généralement écrire une brève explication (entre deux et quatre phrases) pour répondre à ce type d'items. Dans un petit nombre d'items, ils sont appelés à dessiner un schéma ou un diagramme. Dans les épreuves informatisées, ces items sont accompagnés de petits logiciels de dessin spécifiques à la réponse requise. En général, ces items ne peuvent être corrigés de façon automatique et doivent l'être par des correcteurs spécialisés dont la tâche est de classer les réponses dans des catégories prédéfinies. Les correcteurs ont suivi des formations et reçu des consignes détaillées pour que les résultats du processus de codage des réponses soient fiables et comparables entre les pays. Toutes les procédures appliquées pour garantir la cohérence du codage entre les pays et au sein même de ceux-ci sont décrites en détail dans le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* (OCDE, à paraître en anglais uniquement).

Charge cognitive des items

L'une des nouveautés des épreuves de sciences administrées lors de l'évaluation PISA 2015 réside dans les efforts déployés pour couvrir les trois types de compétences et de connaissances. La charge cognitive, parfois appelée « profondeur des connaissances », renvoie aux types de processus mentaux auxquels les élèves doivent se livrer pour répondre à un item. C'est la charge cognitive, plus que le format de réponse ou la mesure dans laquelle les contenus scientifiques sont familiers aux élèves, qui détermine en grande partie le degré de difficulté des items.

La charge cognitive des items – et, donc, leur difficulté – dépend de quatre facteurs :

- le nombre et la complexité des connaissances visées
- la mesure dans laquelle les élèves possèdent les connaissances du contenu, les connaissances procédurales et les connaissances épistémiques requises, et dans laquelle ces connaissances leur sont familières
- les opérations cognitives à effectuer pour répondre aux items (se remémorer, analyser, évaluer, etc.)
- la mesure dans laquelle la production de la réponse dépend de modèles ou de concepts scientifiques abstraits.

Trois niveaux différents de charge cognitive ont été retenus pour concevoir des épreuves équilibrées :

- **Charge cognitive peu élevée (connaissances peu profondes) :** les items demandant aux élèves d'effectuer une procédure en une étape, par exemple se remémorer un fait, un terme, un principe ou un concept, ou localiser un seul fragment d'information dans un graphique ou un tableau.



- **Charge cognitive moyenne (connaissances moyennement profondes) :** les items demandant aux élèves d'utiliser et d'appliquer des connaissances concernant des concepts pour décrire ou expliquer des phénomènes, de choisir des procédures appropriées de plus d'une étape, de structurer/représenter des données, d'interpréter ou d'utiliser des groupes de données ou des graphiques simples.
- **Charge cognitive élevée (connaissances profondes) :** les items demandant aux élèves d'analyser des informations ou des données complexes, de résumer ou d'évaluer des faits, de justifier et de raisonner sur la base de plusieurs sources, ou d'élaborer un plan pour aborder un problème.

Sur les 184 items de sciences que comptent les épreuves de l'évaluation PISA 2015, 56 (soit 30 % environ) se classent parmi ceux dont la charge cognitive est peu élevée (connaissances peu profondes), 15 (soit 8 % environ) parmi ceux dont la charge cognitive est élevée (connaissances profondes), et les 113 derniers (soit 61 %), parmi ceux dont la charge cognitive est moyenne (connaissances moyennement profondes).

Exemples d'items dans les différentes catégories

Le graphique I.2.3 montre la répartition, entre les différentes catégories, des items administrés lors de la campagne définitive de l'évaluation PISA 2015 qui sont proposés à titre d'exemple (ces items sont décrits de manière plus approfondie à l'annexe C1 et sont disponibles en ligne à l'adresse <http://www.oecd.org/pisa>).

Graphique I.2.3 ■ **Classification des items présentés à titre d'exemple**

Par catégorie de compétences, de connaissances et de contenus, par type de réponse, et par charge cognitive

Item/Question	Compétence scientifique	Type de connaissances	Catégorie de contenu	Charge cognitive	Type de réponse	Contexte
FERME AQUATIQUE DURABLE, Question 1	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes vivants	Moyenne	Choix multiple complexe	Local/National
FERME AQUATIQUE DURABLE, Question 2	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Du contenu	Systèmes vivants	Faible	Choix multiple simple	Local/National
FERME AQUATIQUE DURABLE, Question 3	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes physiques	Faible	Choix multiple simple	Local/National
ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE, Question 1	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques	Épistémiques	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Moyenne	Réponse construite	Local/National
ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE, Question 3	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Épistémiques	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Élevée	Réponse construite	Local/National
MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES, Question 1	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes physiques	Faible	Choix multiple simple	Mondial
MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES, Question 2	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Faible	Choix multiple complexe	Mondial
MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES, Question 3A	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Faible	Choix multiple complexe	Mondial
MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES, Question 3B	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes de la Terre et de l'Univers	Moyenne	Choix multiple complexe	Mondial
LA MIGRATION DES OISEAUX, Question 1	Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Du contenu	Systèmes vivants	Moyenne	Choix multiple simple	Mondial
LA MIGRATION DES OISEAUX, Question 2	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques	Procédurales	Systèmes vivants	Élevée	Réponse construite	Mondial
LA MIGRATION DES OISEAUX, Question 3	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	Procédurales	Systèmes vivants	Moyenne	Choix multiple complexe	Mondial

COMPTE-RENDU DES RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION PISA 2015 EN SCIENCES

Lors de l'évaluation PISA 2015, les épreuves ont été administrées sur ordinateur dans 57 pays et économies, dont tous les pays membres de l'OCDE. Elles ont été administrées sur papier dans 15 pays et économies, ainsi qu'à Porto Rico (territoire non incorporé des États-Unis). Les pays et économies où les épreuves ont été administrées sur papier en 2015 sont : l'Albanie, l'Algérie, l'Argentine, l'Ex-République yougoslave de Macédoine (ci-après dénommée « ERYM »), la



Géorgie, l'Indonésie, la Jordanie, le Kazakhstan, le Kosovo, le Liban, Malte, la Moldavie, la Roumanie, Trinité-et-Tobago et le Viet Nam. Les nouveaux aspects du cadre d'évaluation PISA de la culture scientifique ne sont couverts que dans les épreuves informatisées en 2015. Les épreuves sur papier ont été constituées uniquement à partir des items conçus pour les évaluations précédentes et comptent moitié moins d'items environ que les épreuves informatisées. Toutefois, les procédures utilisées pour élaborer les épreuves, et analyser et classer les réponses des élèves, sont les mêmes dans tous les pays et économies qui ont participé à l'évaluation PISA 2015. Les épreuves sur papier et sur ordinateur ne sont pas équivalentes, certes, mais elles comportent des items communs pour relier les résultats des élèves entre les deux modes d'administration. Les résultats aux deux types d'épreuves sont rapportés sur la même échelle que lors des évaluations précédentes, de sorte qu'il est possible de les comparer directement entre les pays et au fil du temps (voir l'encadré 1.2.3)².

Conception, analyse et mise à l'échelle des épreuves de sciences de l'évaluation PISA 2015

Cette section résume les procédures utilisées pour la conception et la mise à l'échelle des épreuves afin de garantir que les résultats de l'évaluation PISA 2015 soient comparables entre les pays et avec les résultats des évaluations PISA précédentes. Ces procédures sont décrites de manière plus détaillée dans le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* (OCDE, à paraître en anglais uniquement). Les procédures utilisées pour concevoir et sélectionner les items sont en grande partie les mêmes que lors des évaluations PISA précédentes, contrairement aux procédures de mise à l'échelle et d'administration qui ont changé à certains égards (passage des épreuves sur papier aux épreuves sur ordinateur, et amélioration de la présentation des épreuves). L'incidence de ces changements sur la comparaison de la performance des élèves au fil du temps est analysée de manière plus détaillée dans l'encadré 1.2.3 et l'annexe A5.

Procédure de conception et de sélection des items

Les instruments d'évaluation ont été conçus dans le respect de plusieurs principes :

- Les items ont été élaborés dans le respect des exigences et spécifications du cadre d'évaluation PISA de 2015 qui a été défini et approuvé par les pays et économies participants. Les contenus, la charge cognitive et les contextes des items devaient être appropriés à des élèves âgés de 15 ans.
- Ils devaient correspondre aux programmes scolaires des élèves de 15 ans dans les pays et économies participants, et être appropriés aux contextes culturels. Il est inévitable que les tâches des épreuves PISA ne soient pas toutes aussi appropriées dans des contextes culturels différents, et aussi pertinentes dans des cadres pédagogiques et des programmes scolaires différents, mais des experts de chaque pays ont été chargés d'identifier les items PISA qu'ils jugeaient les plus appropriés pour constituer des épreuves internationales ; les notes qu'ils ont attribuées à chaque item ont été prises en considération lors de la sélection des items à administrer.
- Les items devaient respecter des normes très strictes de qualité technique et de comparabilité internationale. En particulier, la traduction et la vérification professionnelles des items, et l'essai de terrain à grande échelle qui a été mené pour les tester, ont permis de garantir leur équivalence linguistique dans toutes les langues – plus de 70 – dans lesquelles les épreuves PISA ont été administrées en 2015. L'essai de terrain a également permis de vérifier l'équivalence psychométrique des instruments, qui a été analysée avant la mise à l'échelle des résultats de la campagne définitive (voir l'annexe A5).
- Un nombre suffisant d'items déjà administrés lors des enquêtes antérieures a été repris pour permettre des comparaisons avec les résultats des évaluations précédentes et continuer à examiner les tendances.

Les items des épreuves de sciences ont été sélectionnés dans une batterie très diversifiée d'items conçus par un large éventail d'auteurs de cultures et pays différents.

Un peu moins de la moitié des items constituant les épreuves PISA de sciences en 2015 ont à l'origine été conçus pour être administrés sur papier lors de l'évaluation PISA 2006 ; ils sont restés strictement confidentiels. Ces items « tendanciels » permettent d'évaluer l'évolution de la performance des élèves au fil du temps et de relier l'échelle PISA de culture scientifique de 2015 avec l'échelle existante. Tous les items d'ancrage repris dans les épreuves PISA de 2015 ont dû être adaptés pour pouvoir être administrés sur ordinateur (voir aussi le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* [OCDE, à paraître en anglais uniquement], chapitre 2). L'équivalence entre les items d'ancrage sur papier et sur ordinateur utilisés pour évaluer la performance des élèves en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques a été analysée dans un effectif diversifié d'élèves de tous les pays participant à l'évaluation PISA 2015 dans le cadre d'un essai de terrain à grande échelle. Les résultats de cette analyse sur les modes d'administration ont été utilisés lors de la sélection des items de la campagne définitive de l'évaluation PISA 2015 et de la mise à l'échelle des réponses des élèves (voir l'encadré 1.2.3).



Un peu plus de la moitié des items sont nouveaux et ont été conçus pour être administrés sur ordinateur lors de l'évaluation PISA 2015. Des auteurs de 14 pays ont rédigé des stimuli et des items reflétant des contenus, contextes et approches appropriés aux élèves dans le grand nombre de pays et économies PISA, avec la contribution des équipes nationales, des membres du groupe d'experts chargé de la culture scientifique et du Consortium international PISA. Des experts ont vérifié la formulation des items ainsi que d'autres caractéristiques de ces derniers, puis les items ont été administrés dans des classes d'élèves de 15 ans lors de l'essai de terrain.

Les items ont fait l'objet d'un essai de terrain à grande échelle dans tous les pays et économies participant à l'évaluation PISA 2015. Dans tous les pays et économies participants, des experts locaux spécialisés en sciences ont rédigé des rapports détaillés sur l'adéquation des items, leur pertinence par rapport au contenu des cours et leur intérêt potentiel pour des jeunes de 15 ans. À chaque stade, les items ont été analysés pour identifier ceux qu'il y avait lieu d'exclure, de réviser ou de garder tels quels. Enfin, le groupe d'experts international chargé de la culture scientifique a formulé des recommandations sur les items à administrer lors de la campagne définitive. La batterie d'items retenue pour la campagne définitive a été examinée par tous les pays et économies. Les pays et économies participants ont formulé des recommandations concernant : la pertinence des items pour évaluer les compétences définies dans le cadre ; l'acceptabilité et l'adéquation des items dans leur contexte national ; et la qualité globale des instruments d'évaluation, pour atteindre les normes les plus élevées possible. Les items finalement retenus constituent une batterie équilibrée entre les diverses catégories définies dans le cadre d'évaluation de la culture scientifique et s'étendent sur tout le spectre de difficulté, de sorte qu'ils permettent de mesurer la performance d'un large éventail d'élèves dont les aptitudes varient, dans l'ensemble des compétences et des types de connaissances, et dans un grand nombre de domaines (pour plus de détails, voir le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* [OCDE, à paraître en anglais uniquement]).

Les items sont répartis dans des « unités », c'est-à-dire des groupes d'une ou plusieurs questions basées sur le même stimulus.

Ensemble, les 184 items conçus pour constituer les épreuves de sciences de l'évaluation PISA 2015 représentent l'équivalent de 6 heures de test. Parmi ces items, 85 (l'équivalent d'environ 3 heures de test) sont des items d'ancrage qui ont déjà été administrés lors d'évaluations PISA précédentes, et 99 items (3 heures de test aussi) sont nouveaux. Les items d'ancrage initialement conçus pour être administrés sur papier ont été adaptés pour être administrés sur ordinateur dans 57 pays et économies. Ils ont été administrés sans modification dans les pays et économies qui ont administré les épreuves sur papier lors de l'évaluation PISA 2015. Les nouveaux items ont été conçus pour être administrés sur ordinateur et ont uniquement été inclus dans les épreuves des 57 pays et économies qui ont administré les épreuves PISA sur ordinateur en 2015.

Conception des épreuves

Pour que l'évaluation couvre un large éventail de contenus, mais sachant que les élèves ne peuvent répondre à tous les items faute de temps, la batterie d'items a été répartie entre plusieurs épreuves. Chaque élève a donc répondu à une partie seulement des items, selon l'épreuve qui lui a été attribuée de manière aléatoire. Toutes les épreuves sont constituées d'un nombre d'items de sciences équivalant à une heure de test, soit une trentaine d'items.

La moitié des élèves ont répondu aux items de sciences durant la première heure de l'évaluation, et l'autre moitié, durant la deuxième heure de l'évaluation, après une courte pause. Durant l'autre heure de l'évaluation, les élèves ont répondu à des items dans un ou deux des domaines suivants : en compréhension de l'écrit, en mathématiques, et dans 50 pays et économies en résolution collaborative de problèmes. De la sorte, tous les élèves ont passé deux heures à répondre à des items en sciences et dans un ou deux autres domaines. Dans 15 pays et économies, une partie des élèves de l'échantillon PISA a également répondu à des items de culture financière après avoir répondu aux épreuves principales et au questionnaire contextuel. Le nombre et l'ordre des domaines d'évaluation varient selon les épreuves qui ont été attribuées à chaque élève de manière aléatoire.

Analyse et mise à l'échelle des réponses des élèves

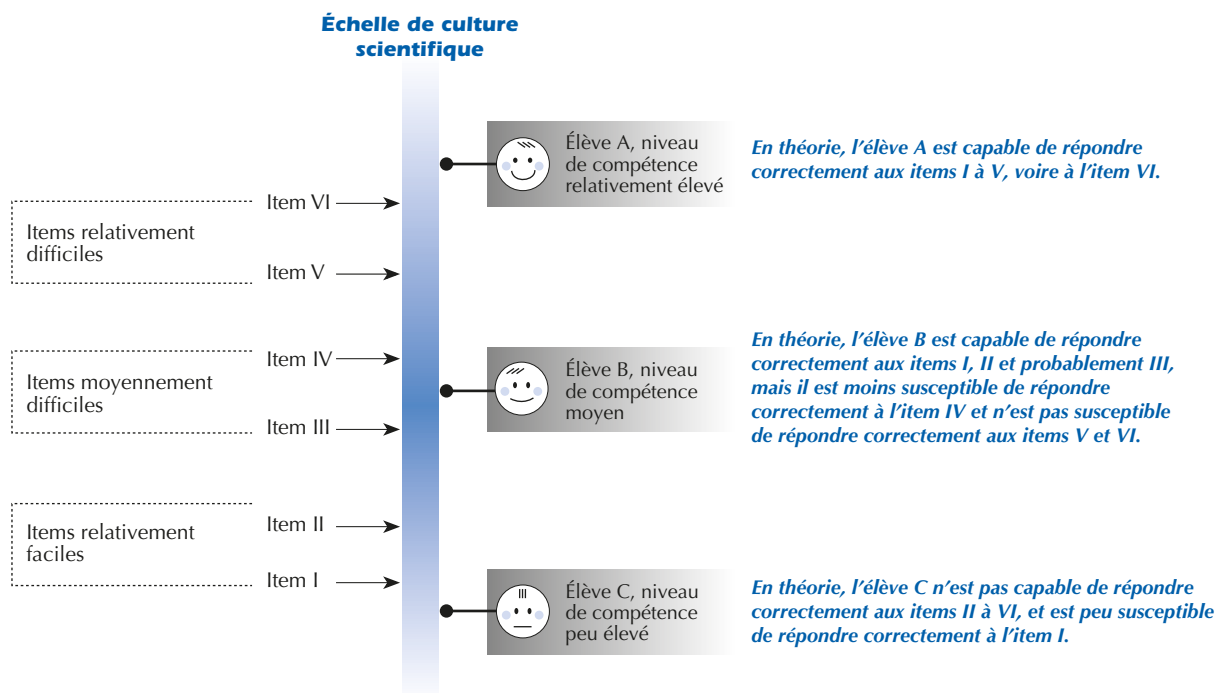
Les élèves n'ont pas répondu à toutes les questions, certes, mais la conception des épreuves, qui se base sur la méthode utilisée lors des évaluations PISA précédentes, permet de créer une échelle continue de culture scientifique, sur laquelle sont situés à un endroit donné tous les élèves en fonction de l'estimation de leur niveau de compétence en sciences et de la probabilité qu'ils répondent correctement aux items (les élèves se situant aux niveaux supérieurs de l'échelle sont plus performants). La technique de modélisation utilisée pour construire cette échelle est décrite dans le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* (OCDE, à paraître en anglais uniquement).



La difficulté relative des items est estimée en fonction du pourcentage d'élèves y répondant correctement. Elle est rapportée sur la même échelle que la performance des élèves (les items se situant aux niveaux supérieurs de l'échelle sont plus difficiles). Dans l'enquête PISA, la difficulté d'une tâche correspond à l'endroit de l'échelle où les élèves ont au moins 62 % de chances d'y répondre correctement s'ils se situent au moins à cet endroit³. Une échelle continue montre la relation entre le degré de difficulté des questions et le niveau de compétence des élèves (voir le graphique I.2.4). La construction d'une échelle indiquant le degré de difficulté de chaque question permet de situer le niveau de compétence auquel chaque question correspond. Situer chaque élève sur la même échelle permet de décrire son niveau de compétence en sciences.

Les items de sciences sont conçus pour être représentatifs du concept de culture scientifique, au même titre que les échantillons d'élèves qui ont passé les épreuves PISA en 2015 sont représentatifs de tous les élèves âgés de 15 ans dans les pays et économies participants. Les estimations du niveau de compétence des élèves reflètent les types de tâches qu'ils sont théoriquement capables d'effectuer. En d'autres termes, les élèves sont susceptibles de répondre correctement aux questions dont le degré de difficulté sur l'échelle de compétence est inférieur ou égal à leur niveau sur cette échelle. À l'inverse, ils ne sont pas susceptibles de répondre correctement aux questions dont le degré de difficulté sur l'échelle est supérieur à leur niveau sur cette échelle.

Graphique I.2.4 ■ **Relation entre les questions et la performance des élèves sur une échelle de compétence**



Plus le niveau de compétence d'un élève est supérieur au degré de difficulté d'un item, plus cet élève est susceptible de répondre correctement à cet item (et aux autres items dont le degré de difficulté est comparable). Plus son niveau de compétence est inférieur au degré de difficulté d'un item, moins il est susceptible de répondre correctement à cet item (et aux autres items dont le degré de difficulté est comparable).

Échelles de compétence de l'évaluation PISA 2015

L'évaluation PISA 2015 propose une échelle globale de culture scientifique construite sur la base de tous les items de sciences, ainsi que (dans les pays et économies ayant administré la totalité des items de sciences, c'est-à-dire ceux ayant administré les épreuves sur ordinateur) des échelles relatives aux trois compétences, aux trois catégories de contenu et à deux des types de connaissances scientifiques (voir définition ci-avant dans ce chapitre). (Une seule échelle a été élaborée pour les connaissances procédurales et épistémiques, car les items relatifs aux connaissances épistémiques ne sont pas assez nombreux pour étayer la conception d'une échelle continue de connaissances épistémiques qui présente les propriétés souhaitées⁴.) L'échelle globale de culture scientifique se présente comme suit : la moyenne de l'OCDE s'établit à 500 points



et l'écart-type, à 100 points, soit les valeurs calculées lors de l'évaluation PISA 2006, à laquelle remonte la première échelle PISA de culture scientifique⁵. Il apparaît que les items administrés en 2006 et en 2015 évaluent les compétences de manière comparable qu'ils soient administrés sur papier ou sur ordinateur, ce qui permet d'établir un lien avec l'échelle de 2006. L'annexe A5 explique la procédure utilisée pour faire concorder l'échelle PISA de 2015 et celle de 2006.

Détermination des niveaux de compétence en sciences lors de l'évaluation PISA 2015

Pour faciliter l'interprétation des scores des élèves, les échelles PISA sont divisées en niveaux de compétence. Dans l'évaluation PISA 2015, le degré de difficulté des items de sciences correspond à sept niveaux de compétence : six niveaux sont alignés sur ceux utilisés pour décrire les résultats de l'évaluation PISA 2006 (du plus élevé, le niveau 6, au niveau 1a, anciennement niveau 1). Au bas de l'échelle, un nouveau niveau, le niveau 1b, est décrit. Ce niveau, qui correspond à quelques-unes des tâches les plus faciles des épreuves, a été ajouté pour décrire les connaissances et compétences des élèves se situant sous le niveau 1a (dans les rapports sur les évaluations PISA précédentes, ces élèves se situaient « sous le niveau 1 »).

Les niveaux de compétence sont décrits sur la base de la charge cognitive des items pour définir les connaissances et compétences dont les élèves ont besoin pour mener à bien les tâches correspondantes. Les élèves se situant au niveau 1 sont susceptibles de mener à bien des tâches de niveau 1, mais pas les tâches situées à des niveaux supérieurs. Les tâches associées au niveau 6 sont les plus difficiles : elles impliquent des connaissances et des compétences très pointues en sciences. Les élèves se situant à ce niveau sont susceptibles de mener à bien les tâches de ce niveau, ainsi que toutes les autres tâches PISA (voir la description détaillée des niveaux de compétence en sciences dans la section suivante).

Le graphique I.2.5 montre à quel endroit de l'échelle de culture scientifique se situent certains des items des épreuves PISA de sciences en 2015. Ces items ne représentent qu'un petit échantillon des items administrés lors de l'évaluation. Ils sont décrits de manière plus détaillée à l'annexe C1 ainsi qu'en ligne (www.oecd.org/pisa). Sur les 184 items PISA de sciences administrés lors de la campagne définitive en 2015, 10 correspondent au niveau 1a et 20, au niveau 5, mais aucun item de ces deux niveaux ne compte parmi ceux rendus publics qui figurent dans le graphique. Comme l'enquête PISA est cyclique, il est utile de garder un nombre suffisant d'items d'évaluation en évaluation pour identifier des tendances fiables.

Graphique I.2.5 ■ Carte d'une sélection d'items de sciences illustrant les différents niveaux de compétences

Niveau	Score minimum	Question	Difficulté de la question (en points de score PISA)
6	708	FERME AQUATIQUE DURABLE – question 1 (S601Q01)	740
5	633		
4	559	LA MIGRATION DES OISEAUX – question 2 (S656Q02)	630
		ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE – question 3 (S637Q05)	589
		FERME AQUATIQUE DURABLE – question 3 (S601Q04)	585
		LA MIGRATION DES OISEAUX – question 3 (S656Q04)	574
3	484	ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE – question 1 (S637Q01)	517
		LA MIGRATION DES OISEAUX – question 1 (S656Q01)	501
2	410	MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – question 1 (S641Q01)	483
		FERME AQUATIQUE DURABLE – question 2 (S601Q02)	456
		MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – question 2 (S641Q02)	450
		MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – question 3B (S641Q04)	438
1a	335		
1b	261	MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – question 3A (S641Q03)	299

La description de tous les niveaux a été révisée pour refléter les nouvelles catégories incluses dans le cadre d'évaluation, ainsi que le grand nombre de nouveaux items élaborés à l'occasion de l'évaluation PISA 2015. Strictement parlant, ces nouvelles descriptions s'appliquent uniquement aux pays et économies qui ont administré les épreuves PISA sur ordinateur en 2015. Les résultats aux épreuves administrées sur papier dans 15 pays et économies, uniquement constituées d'items élaborés en vue de l'évaluation PISA 2006, peuvent être rapportés sur la même échelle que les résultats aux épreuves informatisées.



Le graphique I.2.6 décrit les connaissances et les compétences requises à chaque niveau de l'échelle de culture scientifique, et indique le pourcentage moyen d'élèves qui s'y trouvent, tous pays de l'OCDE confondus.

Graphique I.2.6 ■ Description succincte des sept niveaux de compétence en sciences dans l'évaluation PISA 2015

Niveau	Score minimum	Caractéristiques des tâches
6	708	Au niveau 6, les élèves peuvent s'appuyer sur leur compréhension de concepts scientifiques interdépendants dans les systèmes physiques, les systèmes vivants et les systèmes de la Terre et de l'Univers, et utiliser leurs connaissances du contenu, procédurales et épistémiques pour expliquer des phénomènes, des événements ou des processus de manière scientifique, ou faire des prévisions. Lorsqu'ils interprètent des données et des faits, ils sont capables de faire la distinction entre les informations pertinentes et les informations non pertinentes, et d'utiliser des connaissances qu'ils ont acquises ailleurs qu'aux cours de sciences. Ils peuvent faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques, et ceux basés sur d'autres considérations. Les élèves situés au niveau 6 sont capables d'évaluer des simulations, des études de terrain et des expériences concurrentielles et de justifier leurs choix.
5	633	Au niveau 5, les élèves sont capables d'utiliser des idées ou des concepts scientifiques abstraits pour expliquer des phénomènes, événements et processus complexes et non familiers qui impliquent de nombreux liens de causalité. Ils sont capables d'appliquer des connaissances épistémiques sophistiquées pour évaluer la conception d'expériences concurrentielles, de justifier leurs choix et d'utiliser des connaissances théoriques pour interpréter des informations et faire des prévisions. Les élèves qui se situent au niveau 5 sont capables d'évaluer des moyens d'explorer des questions de manière scientifique et d'identifier les limites de l'interprétation de séries de données, dont les sources et les effets de l'incertitude sur les données scientifiques.
4	559	Au niveau 4, les élèves peuvent utiliser des connaissances scientifiques complexes ou abstraites, qu'elles leur soient fournies ou qu'ils les aient déjà acquises, pour expliquer des phénomènes, événements ou processus complexes ou peu familiers. Ils peuvent mener des expériences impliquant au moins deux variables indépendantes dans un contexte précis. Ils sont capables de justifier la conception d'une expérience en s'appuyant sur des connaissances procédurales et épistémiques. Les élèves qui se situent au niveau 4 peuvent interpréter des données extraites d'un ensemble moyennement complexe ou portant sur un contexte qui leur est peu familier, tirer des conclusions appropriées qui vont au-delà des données et justifier leurs choix.
3	484	Au niveau 3, les élèves peuvent s'appuyer sur des connaissances du contenu d'une complexité modérée pour identifier des phénomènes familiers ou les expliquer. Dans des situations moins familières ou plus complexes, ils peuvent les expliquer avec des indices ou de l'aide. Ils peuvent s'appuyer sur des connaissances procédurales ou épistémiques pour mener une expérience simple dans un contexte précis. Les élèves qui se situent au niveau 3 sont capables de faire la distinction entre les questions scientifiques et les questions non scientifiques, et d'identifier les éléments à l'appui d'une thèse scientifique.
2	410	Au niveau 2, les élèves sont capables de s'appuyer sur des connaissances du contenu courantes et des connaissances procédurales élémentaires pour identifier des explications scientifiques, interpréter des données et déterminer la question au cœur d'une expérience scientifique. Ils peuvent utiliser des connaissances scientifiques courantes ou élémentaires pour identifier une conclusion valide à partir d'un ensemble simple de données. Les élèves qui se situent au niveau 2 possèdent des connaissances épistémiques élémentaires qui leur permettent d'identifier les questions qui se prêtent à des études scientifiques.
1a	335	Au niveau 1a, les élèves sont capables d'utiliser des connaissances du contenu et procédurales courantes ou élémentaires pour reconnaître ou identifier ce qui explique un phénomène scientifique simple. Avec de l'aide, ils peuvent entreprendre des expériences scientifiques n'impliquant pas plus de deux variables. Ils sont capables d'identifier des relations simples de causalité ou de corrélation, et d'interpréter des données visuelles ou graphiques si la charge cognitive est peu élevée. Les élèves qui se situent au niveau 1a peuvent choisir la meilleure explication dans des contextes personnels, locaux ou mondiaux.
1b	261	Au niveau 1b, les élèves peuvent utiliser des connaissances scientifiques courantes ou élémentaires pour reconnaître des aspects de phénomènes familiers ou simples. Ils sont capables d'identifier des tendances, de reconnaître des termes scientifiques simples et de suivre des instructions explicites pour appliquer une procédure scientifique.



CONTEXTE DE LA COMPARAISON DE LA PERFORMANCE DES PAYS ET ÉCONOMIES EN SCIENCES

La comparaison des résultats scolaires en général, et de la performance en sciences en particulier, présente de nombreuses difficultés. Lorsque des enseignants font passer un test de sciences en classe, ils posent les mêmes questions à des élèves dont le niveau d'aptitude, les attitudes et le milieu social sont différents. Lorsque des experts comparent la performance des établissements, ils utilisent les mêmes critères, alors que la structure et l'organisation de l'enseignement, les priorités et les méthodes pédagogiques des établissements, et les caractéristiques démographiques et sociales de leur effectif d'élèves, peuvent être sensiblement différents. La comparaison de la performance des systèmes d'éducation entre les pays ajoute encore à cette complexité, parce que les élèves passent des épreuves dans des langues différentes et que le contexte social, culturel et économique varie souvent fortement entre les pays comparés.

Toutefois, alors que le cadre d'apprentissage des élèves d'un même pays peut varier selon leur milieu familial et leur établissement, leur performance est évaluée en fonction de normes communes. À l'âge adulte, ils seront face aux mêmes défis et seront en compétition pour décrocher les mêmes emplois. De même, dans une économie mondialisée, la réussite scolaire ne se mesure plus à l'aune de critères nationaux, mais de plus en plus par rapport aux systèmes d'éducation les plus performants dans le monde. Les comparaisons internationales, aussi difficiles soient-elles à réaliser, sont importantes pour les professionnels de l'éducation, et toutes les précautions sont prises dans l'enquête PISA pour garantir leur validité et leur fiabilité.

Cette section rapporte la performance des pays en sciences à des facteurs économiques, démographiques et sociaux importants qui peuvent avoir un impact sur les résultats de l'évaluation. Elle présente le cadre dans lequel interpréter les résultats présentés dans la suite de ce chapitre.

Les normes extrêmement strictes de l'enquête PISA limitent l'impact de la non-réponse et les conditions d'exclusion d'élèves et d'établissements. Ces normes sont appliquées pour garantir que dans tous les pays, économies et entités infranationales dont les données sont adjudgées, les résultats confirment des conclusions valides pour l'ensemble de la population cible de l'enquête PISA (tous les élèves qui avaient entre 15 ans et 3 mois et 16 ans et 2 mois [accomplis] au début de la période d'évaluation, fréquentant un établissement d'enseignement situé sur le territoire dont les données ont été adjudgées et scolarisés en 7^e année au moins).

Toutefois, il faut évaluer la représentativité des échantillons pour interpréter les résultats de l'enquête PISA dans la population globale des adolescents de 15 ans. Dans la plupart des pays de l'OCDE ainsi que dans de nombreux pays et économies partenaires, la population cible représente plus de 80 % de la population nationale âgée de 15 ans : les résultats peuvent donc être étendus, avec une certaine prudence mais avec un degré élevé de confiance, à tous les adolescents de 15 ans. Par contraste, dans quelques-uns des pays participant à l'enquête PISA, dont le Mexique et la Turquie parmi les pays de l'OCDE, les adolescents de 15 ans qui ne sont pas scolarisés ou qui sont encore dans l'enseignement primaire (qui n'ont pas dépassé la 6^e année) représentent une part importante de la cohorte d'âge PISA. L'« indice de couverture 3 », analysé dans le chapitre 6, estime le pourcentage de la cohorte d'âge couverte dans l'enquête PISA. Ce pourcentage va de 49 % au Viet Nam à plus de 95 % en Allemagne, en Fédération de Russie (ci-après dénommée la « Russie »), en Finlande, en Irlande, à Malte, aux Pays-Bas, à Singapour et en Suisse (voir le tableau I.6.1).

Les résultats de l'enquête PISA sont représentatifs de la population cible dans tous les pays et économies dont les données sont adjudgées, y compris le Viet Nam, mais ne peuvent être généralisés d'emblée à la population totale d'adolescents de 15 ans dans les pays où de nombreux individus de cet âge ne sont pas scolarisés dans le premier ou le deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Le chapitre 6 examine de façon détaillée la variation des taux de couverture entre les pays et entre les évaluations PISA. Ce chapitre, ainsi que les chapitres 4 et 5 sur la performance en compréhension de l'écrit et en mathématiques, présentent différentes façons de rendre compte du pourcentage d'adolescents de 15 ans non couverts par l'échantillon PISA dans les comparaisons entre les pays et au fil du temps.

La variation de la représentativité des échantillons n'est pas la seule différence à prendre en considération lors de la comparaison des résultats entre les pays. Comme l'explique le chapitre 6, la richesse familiale influe sur les résultats scolaires des enfants à l'école, mais son impact varie grandement entre les pays. De même, des pays relativement plus prospères peuvent investir davantage dans l'éducation, alors que d'autres sont limités dans leurs dépenses en raison d'un revenu national plus faible. C'est la raison pour laquelle il est important de tenir compte du revenu national des pays lors de la comparaison de la performance de leur système d'éducation avec celle d'autres pays.

Le graphique I.2.7 présente la relation entre le revenu national, tel que mesuré par le produit intérieur brut (PIB) par habitant, et la performance moyenne des élèves en sciences⁶. Dans ce graphique, une ligne tendancielle⁷ résume également la relation



entre le PIB par habitant et la performance moyenne des élèves en sciences. La corrélation indique que le PIB par habitant explique 36 % de la variation des scores moyens entre les pays et économies (23 % de la variation dans les pays de l'OCDE). Les pays dont le revenu national est plus élevé jouissent donc d'un certain avantage, même si le graphique ne donne aucune indication sur la nature causale de la corrélation. Il convient d'en tenir compte, en particulier lors de l'interprétation de la performance des pays dont le niveau de revenu est relativement faible, comme la Moldavie et le Viet Nam (ou le Mexique et la Turquie, parmi les pays de l'OCDE). Le tableau I.2.11 indique les scores « ajustés », c'est-à-dire dans l'hypothèse où les pays gardent toutes leurs caractéristiques actuelles, mais avec un PIB par habitant équivalent à la moyenne de l'OCDE.

Le PIB par habitant donne la mesure du budget que les pays peuvent consacrer à l'éducation, mais ne permet pas de chiffrer directement le budget réellement investi dans l'éducation. Le graphique I.2.8 compare la moyenne des dépenses publiques au titre de l'éducation par élève entre l'âge de 6 et 15 ans et la performance moyenne des élèves en sciences entre les pays⁸. Les dépenses sont converties en équivalents USD sur la base des parités de pouvoir d'achat (PPA).

Le graphique I.2.8 révèle l'existence d'une relation positive entre les dépenses par élève et la performance moyenne en sciences. La performance moyenne des pays augmente avec l'accroissement de leurs dépenses par élève au titre de l'éducation, mais à un rythme qui diminue rapidement comme le montre l'échelle logarithmique en abscisse. Les dépenses par élève expliquent 54 % de la variation de la performance moyenne entre les pays et économies (38 % de la variation dans les pays de l'OCDE). Il convient de tenir compte des niveaux relativement peu élevés de dépenses unitaires lors de l'interprétation de la performance de pays tels que la Géorgie et le Pérou (ou le Mexique et la Turquie, parmi les pays de l'OCDE). (Pour plus de détails, voir le graphique II.6.2 dans le volume II).

Toutefois, le fait que des pays s'écartent de la ligne tendancielle montre également que des dépenses unitaires modérées n'impliquent pas nécessairement que les systèmes d'éducation accusent de faibles performances. Ainsi, l'Estonie et le Taipei chinois, qui dépensent respectivement environ 66 000 USD et 46 000 USD par élève, affichent des scores supérieurs à ceux de l'Autriche, du Luxembourg, de la Norvège et de la Suisse, qui en dépensent plus du double (plus de 132 000 USD par élève) (voir le tableau I.2.11).

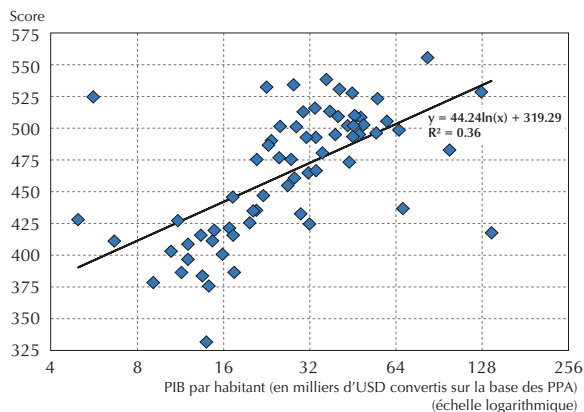
Étant donné la forte corrélation entre la performance des élèves et le niveau de formation de leurs parents, il est également important de tenir compte de la variation du niveau de formation de la population adulte lors de la comparaison de la performance entre les pays de l'OCDE. Les pays dont la population adulte est plus instruite jouissent d'un avantage par rapport à ceux dont cette population l'est moins. Le graphique I.2.9 indique le pourcentage de diplômés de l'enseignement tertiaire parmi les adultes âgés de 35 à 44 ans, un groupe d'âge qui correspond assez bien aux parents des adolescents de 15 ans évalués dans l'enquête PISA. Le niveau de formation des parents explique 44 % de la variation de la performance moyenne entre les pays/économies (29 % de la variation dans les pays de l'OCDE).

L'hétérogénéité socio-économique de l'effectif d'élèves constitue un autre défi majeur pour les enseignants et les systèmes d'éducation. Comme le montre le chapitre 6, les enseignants dont les élèves sont issus de milieux socio-économiques défavorisés sont susceptibles de rencontrer davantage de problèmes que ceux dont les élèves sont issus de milieux plus favorisés. De même, les pays dont le pourcentage d'élèves défavorisés est plus élevé ont davantage de défis à relever que les pays dont ce pourcentage est moins élevé.

Le graphique I.2.10 indique le pourcentage d'élèves à l'extrémité inférieure d'une échelle internationale de statut économique, social et culturel (décrite en détail dans le chapitre 6) et montre sa corrélation avec la performance en sciences. Cette corrélation explique 22 % de la variation de la performance dans les pays/économies (47 % de la variation dans les pays de l'OCDE). Parmi les pays de l'OCDE, le Mexique et la Turquie, où respectivement 59 % et 64 % des élèves se situent dans le groupe le plus défavorisé, et le Chili et le Portugal, où 34 % des élèves appartiennent à ce groupe, sont confrontés à des difficultés bien plus grandes que l'Islande et la Norvège, par exemple, où moins de 3 % des élèves se situent dans ce groupe (voir le tableau I.2.11). Ces difficultés sont plus grandes encore dans certains pays partenaires tels que l'Indonésie et le Viet Nam, où respectivement 78 % et 80 % des élèves sont issus de milieux socio-économiques défavorisés.

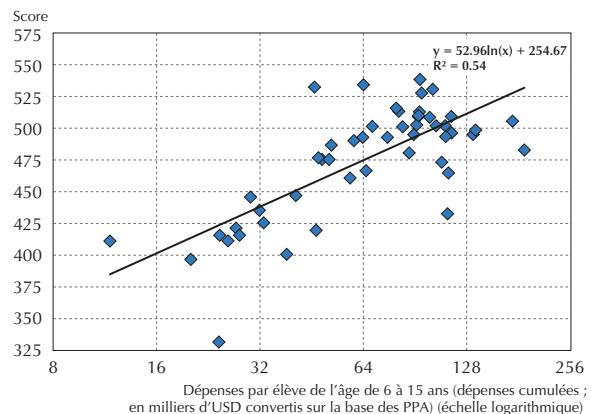
L'intégration des élèves issus de l'immigration peut également poser des problèmes aux systèmes d'éducation (voir le chapitre 7). La performance des élèves issus de l'immigration ne peut être que partiellement attribuée au système d'éducation de leur pays d'accueil, où ils ont été évalués. Le graphique I.2.11 indique le pourcentage de jeunes de 15 ans qui sont issus de l'immigration (abstraction faite des jeunes de la deuxième génération, qui sont nés et ont suivi leur scolarité dans le pays où ils ont été évalués) et montre sa relation avec la performance des élèves. Cette relation est positive, ce qui signifie que les pays où le pourcentage d'élèves immigrés de la première génération est élevé tendent à afficher des scores supérieurs à la moyenne ; mais elle est de faible intensité, signe que la variation du pourcentage d'élèves issus de l'immigration n'explique au mieux qu'une petite partie de la variation de la performance moyenne entre les pays.

Graphique I.2.7 ■ Performance en sciences et PIB par habitant



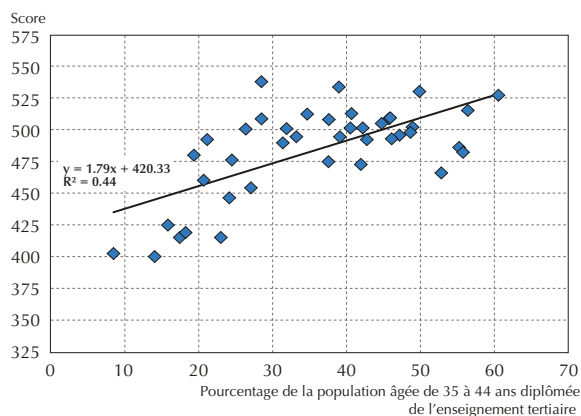
Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.11.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933431997>

Graphique I.2.8 ■ Performance en sciences et dépenses au titre de l'éducation



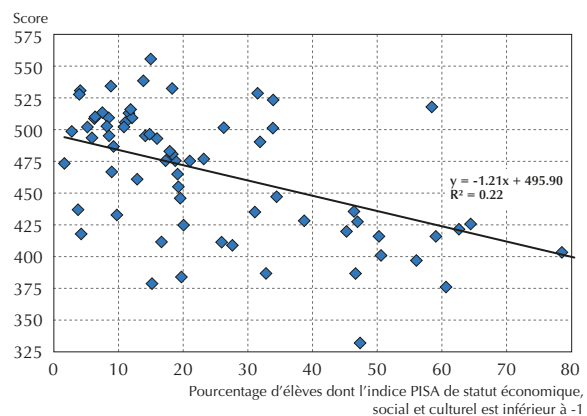
Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.11.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432004>

Graphique I.2.9 ■ Performance en sciences et niveau de formation des parents



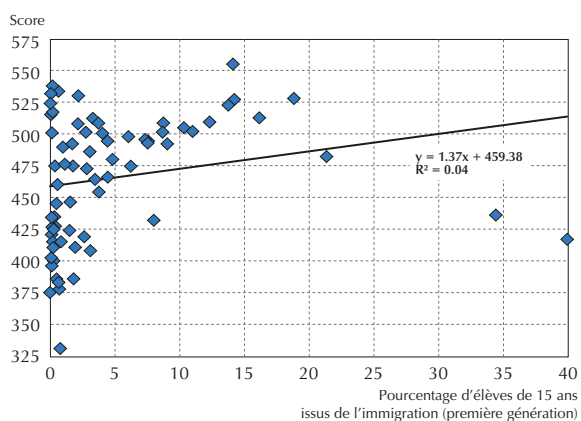
Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.11.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432016>

Graphique I.2.10 ■ Performance en sciences et pourcentage d'élèves défavorisés



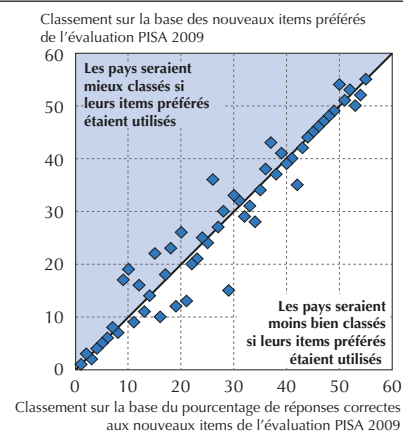
Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.11.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432020>

Graphique I.2.11 ■ Performance en sciences et pourcentage d'élèves issus de l'immigration



Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.11.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432033>

Graphique I.2.12 ■ Équivalence de l'évaluation PISA entre les cultures et les langues



Source : OCDE, Base de données PISA 2012, tableau I.2.28, Résultats du PISA 2012, Volume I, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208827-fr>.
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432042>



Il ressort de l'analyse des résultats des pays et économies (présentés dans le tableau I.2.11) que la situation économique, sociale et démographique varie selon les pays et économies. Il convient de tenir compte de toutes ces différences lors de l'interprétation des résultats de l'évaluation PISA. Il faut toutefois rappeler que les perspectives économiques et sociales des individus et des pays dépendent des résultats qu'ils obtiennent, et non des résultats qu'ils auraient pu obtenir dans une situation économique et sociale différente. C'est pourquoi ce volume traite avant tout des résultats effectifs des élèves, des établissements et des pays et économies.

La question reste posée même après contrôle de la situation économique, sociale et démographique des pays/économies : dans quelle mesure une évaluation internationale est-elle pertinente lorsque les différences linguistiques et culturelles donnent lieu à de très grandes variations dans la façon d'enseigner et d'apprendre des matières telles que la compréhension de l'écrit, les mathématiques et les sciences ?

Il est inévitable que les tâches des épreuves PISA ne soient pas toutes aussi appropriées dans des contextes culturels différents et aussi pertinentes dans des cadres pédagogiques et des programmes scolaires différents. Pour évaluer ce biais, lors de l'évaluation PISA 2009, les pays participants ont été invités à identifier les tâches PISA qu'ils jugeaient les plus appropriées dans le cadre d'épreuves internationales, plus précisément à en établir le classement en fonction de leur pertinence pour déterminer dans quelle mesure les jeunes étaient préparés à la vie adulte, ainsi que de leur authenticité et de leur adéquation à l'âge de 15 ans. Les tâches en tête de ce classement dans chacun des pays sont considérées comme les items PISA « préférés » de ces pays. La performance des pays a été calculée sur la base de leurs items préférés, puis comparée à leur performance tous nouveaux items PISA confondus (voir le graphique I.2.12). Il ressort clairement de cette comparaison qu'en règle générale, le pourcentage d'items auxquels les élèves répondent correctement ne varie pas dans une grande mesure selon qu'il s'agit uniquement des items préférés des pays ou de l'ensemble de la batterie d'items PISA. Ce constat apporte la preuve que les résultats des épreuves PISA ne seraient pas sensiblement différents si les pays intervenaient davantage dans le choix de textes qu'ils pourraient juger plus « justes » pour leurs élèves.

NIVEAU DE COMPÉTENCE DES ÉLÈVES EN SCIENCES

Les résultats des épreuves PISA sont présentés de différentes façons. La manière la plus simple de résumer la performance des élèves et de comparer la performance relative des pays est de se baser sur la performance moyenne des élèves dans chaque pays. Cette section donne un aperçu de la performance moyenne en sciences, puis analyse en détail le niveau de compétence des élèves dans les pays et économies qui ont participé à l'enquête PISA, en fonction des niveaux de compétence décrits ci-dessus, exemples d'items à l'appui.

Le pourcentage d'élèves à chaque niveau de compétence dans chacun des pays et économies participants indique dans quelle mesure les pays et économies peuvent remédier aux résultats insuffisants de certains élèves, tout en promouvant l'excellence. Atteindre au moins le niveau 2 de compétence est particulièrement important, car ce niveau est considéré comme le seuil de compétence que tous les jeunes devraient au minimum avoir pour continuer à apprendre s'ils en ont la possibilité et participer pleinement à la vie sociale, économique et publique des sociétés modernes à l'heure de la mondialisation (OCDE, 2016a ; OCDE, Hanushek et Woessmann, 2015).

En sciences, la différence de compétence entre les élèves qui se situent sous le niveau 2 et ceux qui se situent au moins au niveau 2 correspond à la différence qualitative entre le fait de pouvoir uniquement appliquer des connaissances scientifiques limitées dans des contextes familiers (c'est-à-dire des connaissances « courantes »), et le fait de pouvoir un tant soit peu raisonner de manière autonome et comprendre des caractéristiques fondamentales de la science, ce qui est indispensable pour s'engager dans des questions en rapport avec la science en tant que citoyens réfléchis et éclairés. Les élèves se situant sous le niveau 2 de compétence confondent souvent des aspects clés d'une investigation scientifique, appliquent des informations scientifiques incorrectes et mélangent des convictions personnelles à des faits scientifiques pour étayer une décision. En revanche, les élèves parvenant au moins à se hisser au niveau 2 de compétence peuvent identifier les aspects clés d'une investigation scientifique, se remémorer des concepts et des informations scientifiques simples au sujet d'une situation, et utiliser les résultats d'une expérience scientifique indiqués dans un tableau pour étayer une décision personnelle (OCDE, 2007). Les systèmes d'éducation devraient s'efforcer de faire en sorte que tous les élèves de 15 ans atteignent au moins ce seuil de compétence en sciences. Le pourcentage d'élèves – et plus généralement, d'adolescents de 15 ans – qui se situent au moins au niveau 2 de compétence en sciences indique dans quelle mesure les pays parviennent à atteindre cet objectif.

Performance moyenne en sciences

En 2006, les 35 pays aujourd'hui membres de l'OCDE avaient atteint un score moyen en sciences de 498 points (voir le



tableau I.2.4a). En 2015, leur score moyen a diminué pour passer à 493 points (une diminution non significative, étant donné l'erreur d'ancrage entre les échelles PISA de 2006 et de 2015 ; voir la section ci-dessous sur les tendances, ainsi que l'annexe A5). Ce score est la valeur de référence par rapport à laquelle est comparée la performance en sciences de chaque pays et économie dans l'évaluation PISA 2015. L'encadré I.2.1 explique comment interpréter les écarts de score PISA sur la base du parcours scolaire des élèves (et de leur admission en classe supérieure).

Encadré I.2.1 **Interpréter les différences de scores PISA : quelle est l'importance des écarts ?**

Les scores PISA sont rapportés sur une échelle dont l'unité n'a pas de sens en soit (contrairement aux unités de mesure comme le mètre ou le gramme), mais qui montre la variation des résultats entre tous les élèves qui ont passé les épreuves. En théorie, il n'y a pas de score minimum ou maximum dans l'enquête PISA ; les résultats sont mis à l'échelle de sorte que le score moyen soit de l'ordre de 500 points et l'écart-type, de l'ordre de 100 points. En jargon statistique, une différence de 1 point sur l'échelle PISA correspond à une ampleur de l'effet de 1 % ; et une différence de 10 points, à une ampleur de l'effet de 10 %.

Une manière plus naturelle, mais indirecte, de représenter les différences de score aux épreuves PISA est de traduire les scores en années d'études : combien de points PISA vaut donc le fait d'être admis dans la classe supérieure pour les élèves de 15 ans ?

Les élèves de 15 ans qui ont passé les épreuves PISA peuvent se répartir en deux ou plus d'années d'études différentes. Selon cette variation, des rapports ont estimé l'écart de score moyen entre deux années d'études qui se suivent dans les pays où un nombre significatif d'élèves de 15 ans fréquentaient au moins une des deux années d'études. Ces estimations tiennent compte de certaines différences socio-économiques et démographiques qui s'observent également entre les années d'études (voir le tableau A1.2 dans OCDE, 2013 ; 2010 ; 2007). En moyenne, l'écart de score entre 2 années d'études qui se suivent s'établit à environ 40 points.

Mais la comparaison de la performance des élèves du même âge dans des années d'études différentes ne permet de décrire que de manière imparfaite le nombre de points PISA que les élèves engrangent pendant une année d'études. En effet, les élèves qui ne sont pas encore parvenus à l'année d'études modale des adolescents de 15 ans ou qui l'ont déjà dépassée diffèrent à de nombreux égards des élèves qui y sont. Même les analyses faites après contrôle des différences de statut économique, social et culturel, du sexe et du statut au regard de l'immigration ne prennent pas toute la mesure des différences de motivation, d'aspirations et d'engagement, et de nombreux autres facteurs intangibles qui influent sur les acquis des élèves, leur année d'études et leur score aux épreuves PISA.

Deux types d'études peuvent mesurer de manière plus probante le nombre de points PISA équivalant à une année d'études : les études longitudinales, qui suivent les élèves qui ont passé les épreuves PISA durant la poursuite de leur parcours scolaire, et les études transversales, qui comparent des échantillons représentatifs d'élèves dans des groupes d'âge et des années d'études qui se suivent.

En Allemagne, les élèves de 9^e année qui ont passé les épreuves PISA en 2003 ont été évalués l'année suivante, alors qu'ils étaient en 10^e année. Les comparaisons ont montré qu'à l'issue de cette période d'un an (qui correspond à la fois à un âge et à une année d'études différents), les élèves avaient obtenu en moyenne 25 points de plus aux épreuves PISA de mathématiques et 21 points de plus à un test de sciences (Schibeci et al., 2006).

Au Canada, l'Enquête auprès des jeunes en transition (EJET) a suivi les élèves qui ont passé les épreuves PISA de compréhension de l'écrit en 2000 durant la poursuite de leurs études et le début de leur carrière professionnelle. Les dernières données en date ont été recueillies en 2009, lorsque ces jeunes adultes avaient 24 ans et ont passé des épreuves de compréhension de l'écrit. Ils ont obtenu un score moyen de 598 points à l'âge de 24 ans en 2009, alors qu'ils avaient obtenu un score moyen de 541 points à l'âge de 15 ans, lorsqu'ils étaient encore scolarisés (OCDE, 2012). Cela montre que les élèves continuent à améliorer les compétences évaluées dans l'enquête PISA au-delà de l'âge de 15 ans. Il faut cependant rappeler que les épreuves PISA ne mesurent pas les connaissances et compétences spécialisées que les jeunes adultes sont susceptibles d'avoir acquises entre l'âge de 15 ans et de 24 ans.

...



En France, des élèves de 14 ans en 8^e année ont passé en 2012 des épreuves en même temps que les élèves de 15 ans dans le cadre d'une extension nationale de l'échantillon PISA. La comparaison entre les élèves de 14 ans en 8^e année (l'année d'études modale à l'âge de 14 ans en France) et les élèves de 15 ans en 9^e année en filière générale révèle un écart de score de 44 points en mathématiques (Keskpaik et Salles, 2013). Cet écart montre la limite supérieure de la progression moyenne entre la 8^e année et la 9^e année en France, car certains des élèves de 14 ans ont redoublé leur 8^e année ou sont passés en filière professionnelle en 9^e année, et faisaient vraisemblablement partie des élèves moins performants dans leur groupe.

Sur la base des résultats dérivés de l'enquête PISA cités dans cet encadré ainsi que de constats plus généraux, la progression des acquis durant une année, telle qu'elle apparaît dans la plupart des épreuves nationales et internationales, représente entre un tiers et un quart d'écart-type (Woessmann, 2016). Dans ce rapport, 1 année de scolarité représente l'équivalent de 30 points PISA. Il s'agit uniquement d'un indicateur d'équivalence, qui ne tient pas compte des variations nationales ou des différences entre les matières.

Lors de la comparaison des scores moyens entre les pays ou au fil du temps, seules les différences statistiquement significatives doivent être prises en considération (l'encadré I.2.2 décrit les différentes sources d'incertitude concernant les scores des pays et, plus généralement, les statistiques dérivées des résultats des épreuves PISA). Le graphique I.2.13 montre le score moyen de chaque pays et économie ainsi que les groupes de pays/économies entre lesquels les scores varient dans une mesure statistiquement significative. En regard de chaque pays/économie indiqué dans la colonne centrale, sont indiqués dans la colonne de droite les pays/économies dont le score moyen n'est pas différent dans une mesure statistiquement significative. Dans tous les autres cas, le pays/économie A a obtenu un score supérieur à celui du pays/économie B s'il se situe au-dessus du pays/économie B dans la colonne centrale, et un score inférieur à celui du pays/économie B s'il se situe en dessous du pays/économie B dans cette même colonne. Par exemple, Singapour se classe en première position sur l'échelle PISA de culture scientifique, mais le Japon, qui vient en deuxième position, affiche un score dont on ne peut établir avec certitude qu'il s'écarte de celui de l'Estonie et du Taipei chinois, respectivement en troisième et quatrième positions.

Dans le graphique I.2.13, les pays et économies sont répartis en trois grands groupes : ceux dont le score moyen est statistiquement proche de la moyenne de l'OCDE (en bleu foncé), ceux dont le score moyen est supérieur à la moyenne de l'OCDE (en bleu clair), et ceux dont le score moyen est inférieur à la moyenne de l'OCDE (en bleu moyen).

Vingt-quatre pays et économies ont obtenu en sciences des scores supérieurs à la moyenne de l'OCDE. Un pays, Singapour, surclasse tous les autres pays et économies en sciences, avec un score moyen de 556 points. Le Japon a obtenu un score (538 points) moins élevé que celui de Singapour, mais plus élevé que ceux de tous les autres pays, à l'exception de l'Estonie (534 points) et du Taipei chinois (532 points), dont les scores moyens ne s'écartent pas de celui du Japon dans une mesure statistiquement significative. Avec le Japon et l'Estonie, la Finlande (531 points) et le Canada (528 points) sont les quatre pays les plus performants de l'OCDE. Les scores moyens de Macao (Chine) (529 points), du Viet Nam (525 points), de Hong-Kong (Chine) (523 points) et de Pékin-Shanghai-Jiangsu-Guangdong (Chine) (une entité ci-après dénommée l'« entité P-S-J-G [Chine] ») (518 points) et, parmi les pays de l'OCDE, de la Corée (516 points), de la Nouvelle-Zélande et de la Slovénie (toutes deux 513 points), de l'Australie (510 points), de l'Allemagne, des Pays-Bas et du Royaume-Uni (tous trois 509 points), de la Suisse (506 points), de l'Irlande (503 points), de la Belgique et du Danemark (tous deux 502 points), de la Pologne et du Portugal (tous deux 501 points) et de la Norvège (498 points) sont également supérieurs à la moyenne de l'OCDE.

Les scores sont proches de la moyenne en Autriche, en Espagne, aux États-Unis, en France, en Lettonie, en République tchèque et en Suède. Trente-neuf pays et économies participants obtiennent des scores inférieurs à la moyenne de l'OCDE.

L'écart de score entre le pays le plus performant et le pays le moins performant de la zone OCDE s'établit à 123 points : le score moyen du pays le plus performant de l'OCDE, le Japon (538 points), est supérieur à la moyenne de l'OCDE d'environ un demi-écart-type (soit l'équivalent de plus d'une année de scolarité ; voir l'encadré I.2.1), tandis que le score moyen du pays le moins performant de l'OCDE, le Mexique (416 points), est inférieur à la moyenne de l'OCDE de plus de trois quarts d'écart-type (soit l'équivalent de plus de deux années de scolarité). Mais l'écart de score qui s'observe entre les pays et économies partenaires est encore plus important : l'écart entre Singapour (556 points) et la République dominicaine (332 points) représente ainsi 224 points.



Encadré I.2.2 **Quand parler de différences « statistiquement significatives » ?** **Trois sources d'incertitude statistique**

Une différence est dite statistiquement significative si elle n'est pas susceptible de s'observer dans des estimations dérivées d'échantillons alors qu'elle n'existe pas dans les populations dans lesquelles les échantillons sont prélevés.

Les résultats des pays et économies aux épreuves PISA sont des estimations, car ils sont obtenus à partir d'échantillons d'élèves et non de l'effectif total d'élèves, et d'un nombre limité de tâches, et non de toutes les tâches possibles. Lorsque les échantillons d'items et d'élèves sont prélevés avec une grande rigueur scientifique, il est possible d'évaluer l'incertitude probable des estimations. Cette incertitude doit être prise en considération lors des comparaisons pour que des différences susceptibles d'être raisonnablement imputables à l'échantillonnage des élèves et des items ne soient pas interprétées comme des différences valant réellement pour les populations. Les épreuves et les échantillons PISA sont conçus pour réduire autant que possible la marge d'erreur associée aux statistiques nationales. Deux sources d'incertitude sont prises en considération :

- **Erreur d'échantillonnage** : l'objectif d'une évaluation à l'échelle des systèmes telle que l'enquête PISA est de généraliser les résultats dérivés d'échantillons à toute la population cible. Les méthodes d'échantillonnage utilisées dans l'enquête PISA garantissent non seulement que les échantillons sont représentatifs et produisent des estimations valides concernant le score moyen et la répartition des élèves sur l'échelle de compétence, mais également que l'erreur due à l'échantillonnage est la plus minime possible. L'erreur d'échantillonnage diminue plus le nombre d'établissements et (dans une moindre mesure) d'élèves augmente dans l'échantillon. L'erreur d'échantillonnage associée à l'estimation de la performance moyenne des pays est de l'ordre de 2 à 3 points PISA dans la plupart des pays. Elle ne représente que 0.4 point PISA, en moyenne, dans les pays de l'OCDE (elle est calculée sur la base de 35 échantillons nationaux indépendants).
- **Erreur de mesure (aussi appelée erreur d'imputation)** : aucune épreuve n'est parfaite et ne peut mesurer tous les aspects de concepts aussi vastes que la culture scientifique. L'utilisation d'un nombre limité d'items pour évaluer de grands domaines introduit, par exemple, de l'incertitude dans les mesures : une batterie différente d'items aurait-elle produit des résultats différents ? Cette incertitude est quantifiée dans l'enquête PISA. Elle diminue plus le nombre d'items administrés pour estimer la performance dans un domaine augmente. Elle est dès lors légèrement plus élevée dans les domaines mineurs que dans les domaines majeurs, ainsi que dans la performance individuelle des élèves (qui ne répondent qu'à une partie des items) que dans la performance moyenne des pays (qui est estimée à partir de tous les items). Elle diminue aussi plus les informations contextuelles sont nombreuses. L'erreur d'imputation est moindre que l'erreur d'échantillonnage dans les estimations de la performance moyenne des pays (de l'ordre de 0.5 point PISA).

Une autre source d'incertitude doit être prise en considération lors de la comparaison des résultats entre les évaluations PISA. En effet, même si les unités utilisées pour mesurer la performance au fil des évaluations successives sont identiques (l'échelle de culture scientifique a été définie en 2006, la première fois que ce domaine d'évaluation a été le domaine majeur de l'enquête PISA), les instruments et les items changent à chaque évaluation, tout comme les échantillons, voire les modèles statistiques de mise à l'échelle des résultats. Il faut établir une équivalence entre les échelles pour que les résultats se prêtent à des comparaisons directes dans le temps. En d'autres termes, il faut transformer les résultats pour les exprimer dans la même unité. *L'erreur d'ancrage* quantifie l'incertitude découlant de cette procédure d'équivalence. Les procédures utilisées pour rapporter les résultats de l'évaluation PISA 2015 sur les échelles des évaluations précédentes sont décrites à l'annexe A5 ; des explications plus détaillées sur ces procédures et l'erreur d'ancrage sont fournies dans le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015 (*PISA 2015 Technical Report* [OCDE, à paraître, en anglais uniquement]).

L'erreur d'ancrage affecte de la même manière toutes les valeurs mises à l'échelle ; elle ne dépend donc pas de la taille des échantillons d'élèves. Elle est en conséquence identique, que les estimations portent sur des pays, des sous-groupes de la population ou l'ensemble de l'OCDE. Dans les comparaisons de la performance en sciences entre les évaluations PISA 2015 et PISA 2006, l'erreur d'ancrage est de l'ordre de 4.5 points PISA, ce qui en fait de loin la source la plus significative d'incertitude dans les comparaisons dans le temps.




Graphique I.2.13 ■ Comparaison de la performance des pays et économies en sciences

Score moyen	Pays/économie de référence	Pays/économies dont le score moyen ne présente PAS d'écart statistiquement significatif par rapport à celui du pays/économie de référence
556	Singapour	
538	Japon	Estonie, Taïpei chinois
534	Estonie	Japon, Taïpei chinois, Finlande
532	Taïpei chinois	Japon, Estonie, Finlande, Macao (Chine), Canada, Viet Nam
531	Finlande	Estonie, Taïpei chinois, Macao (Chine), Canada, Viet Nam
529	Macao (Chine)	Taïpei chinois, Finlande, Canada, Viet Nam, Hong-Kong (Chine)
528	Canada	Taïpei chinois, Finlande, Macao (Chine), Viet Nam, Hong-Kong (Chine), P-S-J-G (Chine)
525	Viet Nam	Taïpei chinois, Finlande, Macao (Chine), Canada, Hong-Kong (Chine), P-S-J-G (Chine), Corée
523	Hong-Kong (Chine)	Macao (Chine), Canada, Viet Nam, P-S-J-G (Chine), Corée
518	P-S-J-G (Chine)	Canada, Viet Nam, Hong-Kong (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas
516	Corée	Viet Nam, Hong-Kong (Chine), P-S-J-G (Chine), Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas
513	Nouvelle-Zélande	P-S-J-G (Chine), Corée, Slovénie, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas
513	Slovénie	P-S-J-G (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas
510	Australie	P-S-J-G (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas, Suisse
509	Royaume-Uni	P-S-J-G (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Allemagne, Pays-Bas, Suisse, Irlande
509	Allemagne	P-S-J-G (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Royaume-Uni, Pays-Bas, Suisse, Irlande
509	Pays-Bas	P-S-J-G (Chine), Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Irlande
506	Suisse	Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Portugal, Norvège
503	Irlande	Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas, Suisse, Belgique, Danemark, Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis
502	Belgique	Suisse, Irlande, Danemark, Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis
502	Danemark	Suisse, Irlande, Belgique, Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis
501	Pologne	Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Portugal, Norvège, États-Unis, Autriche, Suède
501	Portugal	Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Norvège, États-Unis, Autriche, France, Suède
498	Norvège	Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Portugal, États-Unis, Autriche, France, Suède, République tchèque, Espagne
496	États-Unis	Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Portugal, Norvège, Autriche, France, Suède, République tchèque, Espagne, Lettonie
495	Autriche	Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis, France, Suède, République tchèque, Espagne, Lettonie
495	France	Portugal, Norvège, États-Unis, Autriche, Suède, République tchèque, Espagne, Lettonie
493	Suède	Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis, Autriche, France, République tchèque, Espagne, Lettonie, Russie
493	République tchèque	Norvège, États-Unis, Autriche, France, Suède, Espagne, Lettonie, Russie
493	Espagne	Norvège, États-Unis, Autriche, France, Suède, République tchèque, Lettonie, Russie
490	Lettonie	États-Unis, Autriche, France, Suède, République tchèque, Espagne, Russie
487	Russie	Suède, République tchèque, Espagne, Lettonie, Luxembourg, Italie, CABA (Argentine)
483	Luxembourg	Russie, Italie, CABA (Argentine)
481	Italie	Russie, Luxembourg, Hongrie, Lituanie, Croatie, CABA (Argentine)
477	Hongrie	Italie, Lituanie, Croatie, CABA (Argentine), Islande
475	Lituanie	Italie, Hongrie, Croatie, CABA (Argentine), Islande
475	Croatie	Italie, Hongrie, Lituanie, CABA (Argentine), Islande
475	CABA (Argentine)	Russie, Luxembourg, Italie, Hongrie, Lituanie, Croatie, Islande, Israël, Malte
473	Islande	Hongrie, Lituanie, Croatie, CABA (Argentine), Israël
467	Israël	CABA (Argentine), Islande, Malte, République slovaque
465	Malte	CABA (Argentine), Israël, République slovaque
461	République slovaque	Israël, Malte, Grèce
455	Grèce	République slovaque, Chili, Bulgarie
447	Chili	Grèce, Bulgarie
446	Bulgarie	Grèce, Chili, Émirats arabes unis
437	Émirats arabes unis	Bulgarie, Uruguay, Roumanie, Chypre ¹
435	Uruguay	Émirats arabes unis, Roumanie, Chypre ¹
435	Roumanie	Émirats arabes unis, Uruguay, Chypre ¹ , Moldavie, Albanie, Turquie
433	Chypre ¹	Émirats arabes unis, Uruguay, Roumanie, Moldavie, Albanie, Turquie
428	Moldavie	Roumanie, Chypre ¹ , Albanie, Turquie, Trinité-et-Tobago, Thaïlande
427	Albanie	Roumanie, Chypre ¹ , Moldavie, Turquie, Trinité-et-Tobago, Thaïlande
425	Turquie	Roumanie, Chypre ¹ , Moldavie, Albanie, Trinité-et-Tobago, Thaïlande, Costa Rica, Qatar
425	Trinité-et-Tobago	Moldavie, Albanie, Turquie, Thaïlande
421	Thaïlande	Moldavie, Albanie, Turquie, Trinité-et-Tobago, Costa Rica, Qatar, Colombie, Mexique
420	Costa Rica	Turquie, Thaïlande, Qatar, Colombie, Mexique
418	Qatar	Turquie, Thaïlande, Costa Rica, Colombie, Mexique
416	Colombie	Thaïlande, Costa Rica, Qatar, Mexique, Monténégro, Géorgie
416	Mexique	Thaïlande, Costa Rica, Qatar, Colombie, Monténégro, Géorgie
411	Monténégro	Colombie, Mexique, Géorgie, Jordanie
411	Géorgie	Colombie, Mexique, Monténégro, Jordanie
409	Jordanie	Monténégro, Géorgie, Indonésie
403	Indonésie	Jordanie, Brésil, Pérou
401	Brésil	Indonésie, Pérou
397	Pérou	Indonésie, Brésil
386	Liban	Tunisie, ERYM
386	Tunisie	Liban, ERYM
384	ERYM	Liban, Tunisie
378	Kosovo	Algérie
376	Algérie	Kosovo
332	République dominicaine	

1. Note de la Turquie : Les informations figurant dans ce document qui font référence à « Chypre » concernent la partie méridionale de l'île. Il n'y a pas d'autorité unique représentant à la fois les Chypriotes turcs et grecs sur l'île. La Turquie reconnaît la République Turque de Chypre Nord (RTCN). Jusqu'à ce qu'une solution durable et équitable soit trouvée dans le cadre des Nations Unies, la Turquie maintiendra sa position sur la « question chypriote ».

Note de tous les États de l'Union européenne membres de l'OCDE et de l'Union européenne : La République de Chypre est reconnue par tous les membres des Nations Unies sauf la Turquie. Les informations figurant dans ce document concernent la zone sous le contrôle effectif du gouvernement de la République de Chypre.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.3.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432052>



Les chiffres étant dérivés d'échantillons, et du fait de l'incertitude statistique des estimations de score moyen, il n'est pas de déterminer avec précision où se classe un pays ou une économie parmi tous les pays et économies participants. En revanche, on peut définir avec 95 % de certitude la plage de classement dans laquelle les pays et économies se situent (voir le graphique I.2.14). Cette plage de classement peut être étendue, en particulier pour les pays et économies dont le score est proche de celui de nombreux autres pays et économies. Par exemple, les États-Unis se situent entre le 21^e et le 31^e rang dans le classement tous pays/économies confondus (et entre le 15^e et le 25^e rang dans le classement des pays de l'OCDE).

Le rang des entités infranationales dont les résultats sont présentés à l'annexe B2 n'a pas été estimé ; mais leur score moyen et l'intervalle de confiance permettent de déterminer où elles se situent par rapport à des pays et économies. Par exemple, l'Alberta (Canada) et la Colombie-Britannique (Canada) ont obtenu un score légèrement inférieur à celui de Singapour, pays le plus performant du classement, et similaire à celui du Japon.

Répartition des élèves entre les différents niveaux de culture scientifique

Le graphique I.2.15 montre la répartition des élèves entre les sept niveaux de l'échelle de culture scientifique. Le pourcentage d'élèves sous le niveau 2 est indiqué à gauche de l'ordonnée.

Niveaux supérieurs au seuil de compétence

Niveau 2 de compétence (score supérieur à 410 points, mais inférieur à 484 points)

Au niveau 2, les élèves sont capables de s'appuyer sur des connaissances du contenu courantes et des connaissances procédurales élémentaires pour identifier des explications scientifiques, interpréter des données et déterminer la question au cœur d'une expérience scientifique simple. Ils peuvent utiliser des connaissances scientifiques courantes pour identifier une conclusion valide à partir d'un ensemble simple de données. Les élèves qui se situent au niveau 2 possèdent des connaissances épistémiques élémentaires qui leur permettent d'identifier les questions qui se prêtent à des études scientifiques.

La question 2 de l'unité *MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES* (voir l'annexe C1) est typique des tâches de niveau 2. Il s'agit d'une question simple à propos de la relation entre l'atmosphère d'une planète et la probabilité que des météoroïdes brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de cette planète. Elle porte sur la capacité des élèves à faire une prévision correcte (« Plus l'atmosphère d'une planète est épaisse, moins il y a de cratères à sa surface, car plus de météoroïdes brûlent entièrement dans l'atmosphère ») sur la base de leurs connaissances concernant les systèmes de la Terre et de l'Univers. Elle se classe donc dans la catégorie des items faisant appel à la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et dans la catégorie des connaissances du contenu sur les systèmes de la Terre et de l'Univers.

Pour y répondre correctement, les élèves doivent avoir des connaissances élémentaires au sujet des systèmes de la Terre et de l'Univers. Le bref texte d'introduction leur donne de nombreux indices pour les aider à choisir la bonne réponse (« Les roches présentes dans l'espace qui entrent dans l'atmosphère de la Terre sont appelées des météoroïdes. En traversant l'atmosphère de la Terre, les météoroïdes deviennent très chauds et brillants. La plupart des météoroïdes brûlent entièrement avant d'atteindre la surface de la Terre. »). La question 3B de la même unité est une autre tâche de niveau 2 qui se classe dans les mêmes catégories. Contrairement à la question 2, les élèves n'y reçoivent aucun indice, mais les connaissances requises pour y répondre sont simples et familières.

Le niveau 2 est considéré comme le seuil de compétence à franchir pour s'engager dans des questions scientifiques en tant que citoyens critiques et éclairés. Il s'agit de fait du point de l'échelle de culture scientifique à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les compétences en sciences qui leur permettent de faire face, de façon efficace et productive, à des situations de la vie courante en rapport avec les sciences et la technologie. Plus de 90 % des élèves parviennent au moins à se hisser à ce niveau de compétence au Viet Nam (94.1 %), à Macao (Chine) (91.9 %), en Estonie (91.2 %), à Hong-Kong (Chine) (90.6 %), et à Singapour et au Japon (tous deux 90.4 %). En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 79 % des élèves réussissent au moins à atteindre le niveau 2 de compétence ; plus d'un élève sur deux y parvient dans les pays de l'OCDE (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Dans de nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire, de nombreux adolescents de 15 ans ne peuvent participer à l'enquête PISA parce qu'ils ne sont plus scolarisés, si tant est qu'ils l'aient été un jour, ou qu'ils ne sont scolarisés qu'en 6^e année ou à un niveau inférieur (voir le chapitre 6). Dans l'hypothèse où ces adolescents n'auraient pas atteint pas le niveau 2 de compétence s'ils avaient passé les épreuves PISA de sciences et sur la base du nombre total de jeunes de 15 ans dans chaque pays et économie, il est possible d'estimer le pourcentage de la population totale de jeunes de 15 ans qui franchissent le seuil de compétence en culture scientifique.



Graphique I.2.14 [Partie 1/2] ■ Performance en sciences des pays et économies participant à l'enquête PISA 2015, aux niveaux national et infranational

	Échelle de culture scientifique					
	Score moyen	Intervalle de confiance de 95 %	Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Ensemble des pays/économies	
			Rang maximal	Rang minimal	Rang maximal	Rang minimal
Singapour	556	553 - 558			1	1
<i>Alberta (Canada)</i>	541	533 - 549				
<i>Colombie-Britannique (Canada)</i>	539	530 - 547				
Japon	538	533 - 544	1	2	2	3
<i>Québec (Canada)¹</i>	537	528 - 546				
Estonie	534	530 - 538	1	3	2	5
Taipei chinois	532	527 - 538			2	7
Finlande	531	526 - 535	2	4	3	7
<i>Massachusetts (États-Unis)</i>	529	516 - 542				
Macao (Chine)	529	526 - 531			5	8
Canada	528	524 - 532	3	4	5	9
Viet Nam	525	517 - 532			4	10
<i>Ontario (Canada)</i>	524	516 - 532				
Hong-Kong (Chine)	523	518 - 528			7	10
<i>Castille-et-León (Espagne)</i>	519	512 - 526				
P-S-J-G (Chine)	518	509 - 527			8	16
<i>Nouvelle-Écosse (Canada)</i>	517	508 - 526				
Corée	516	510 - 522	5	8	9	14
<i>Madrid (Espagne)</i>	516	509 - 523				
<i>Belgique (Communauté flamande)</i>	515	510 - 521				
<i>Bolzano (Italie)</i>	515	511 - 520				
<i>Île-du-Prince-Édouard (Canada)</i>	515	504 - 525				
Nouvelle-Zélande	513	509 - 518	5	9	10	15
Slovénie	513	510 - 515	5	9	11	15
<i>Angleterre (Royaume-Uni)</i>	512	506 - 518				
<i>Navarre (Espagne)</i>	512	504 - 520				
<i>Galice (Espagne)</i>	512	506 - 518				
<i>Trente (Italie)</i>	511	506 - 515				
Australie	510	507 - 513	6	11	12	17
Royaume-Uni	509	504 - 514	6	13	12	19
Allemagne	509	504 - 514	6	13	12	19
Pays-Bas	509	504 - 513	7	13	13	19
<i>Aragon (Espagne)</i>	508	498 - 517				
<i>Nouveau-Brunswick (Canada)</i>	506	498 - 515				
<i>Terre-Neuve-et-Labrador (Canada)</i>	506	500 - 512				
Suisse	506	500 - 511	8	17	14	23
<i>Belgique (Communauté germanophone)</i>	505	496 - 515				
<i>Catalogne (Espagne)</i>	504	495 - 513				
Irlande	503	498 - 507	11	18	17	24
<i>Lombardie (Italie)</i>	503	493 - 512				
<i>Caroline du Nord (États-Unis)</i>	502	493 - 512				
Belgique	502	498 - 506	12	19	18	25
Danemark	502	497 - 507	12	19	18	25
Pologne	501	497 - 506	12	19	18	25
<i>Asturies (Espagne)</i>	501	494 - 509				
Portugal	501	496 - 506	12	19	18	25
<i>Irlande du Nord (Royaume-Uni)</i>	500	495 - 506				
<i>Manitoba (Canada)</i>	499	490 - 509				
Norvège	498	494 - 503	14	21	20	27
<i>La Rioja (Espagne)</i>	498	487 - 509				
<i>Castille-La Manche (Espagne)</i>	497	490 - 505				
<i>Écosse (Royaume-Uni)</i>	497	492 - 501				
États-Unis	496	490 - 502	15	25	21	31
<i>Saskatchewan (Canada)</i>	496	490 - 502				
<i>Cantabrie (Espagne)</i>	496	485 - 507				
Autriche	495	490 - 500	17	24	23	30
France	495	491 - 499	18	24	24	30
<i>Communauté valencienne (Espagne)</i>	494	488 - 500				
Suède	493	486 - 500	18	25	24	32

* Voir la note 1 sous le graphique I.2.13.


1. La prudence est de mise lors de l'interprétation des résultats présentés dans ce tableau pour la province de Québec en raison de la possibilité d'un biais de non-réponse (consulter l'annexe A4 pour de plus amples informations).

2. Porto Rico est un territoire non incorporé des États-Unis. De ce fait, les résultats du PISA concernant les États-Unis n'incluent pas Porto Rico.

Remarques : Les pays de l'OCDE sont indiqués en noir et en gras ; les pays, économies et entités infranationales partenaires non inclus dans les résultats nationaux, en bleu et en gras ; et les entités régionales, en noir et en italique (pays de l'OCDE), ou en bleu et en italique (pays partenaires).

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.3.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432060>

Graphique I.2.14 [Partie 2/2] ■ Performance en sciences des pays et économies participant à l'enquête PISA 2015, aux niveaux national et infranational

	Échelle de culture scientifique					
	Score moyen	Intervalle de confiance de 95 %	Plage de classement			
			Pays de l'OCDE		Ensemble des pays/économies	
		Rang maximal	Lower rank	Rang maximal	Rang minimal	
République tchèque	493	488 - 497	19	25	25	31
Espagne	493	489 - 497	20	25	25	31
Lettonie	490	487 - 493	23	25	28	32
Russie	487	481 - 492			30	34
Belgique (Communauté francophone)	485	477 - 494				
Îles Baléares (Espagne)	485	476 - 493				
Pays de Galles (Royaume-Uni)	485	479 - 490				
Murcie (Espagne)	484	476 - 491				
Pays basque (Espagne)	483	477 - 489				
Luxembourg	483	481 - 485	26	27	32	34
Italie	481	476 - 485	26	28	32	36
Dubaï (ÉAU)	480	477 - 483				
Hongrie	477	472 - 481	27	29	34	39
Lituanie	475	470 - 481			34	39
Îles Canaries (Espagne)	475	468 - 482				
Croatie	475	471 - 480			35	39
CABA (Argentine)	475	463 - 487			32	41
Extrémadure (Espagne)	474	467 - 482				
Islande	473	470 - 477	28	29	36	39
Andalousie (Espagne)	473	465 - 481				
Région autonome des Açores (Portugal)	470	465 - 474				
Israël	467	460 - 473	30	31	39	42
Malte	465	462 - 468			40	42
République slovaque	461	456 - 466	30	32	41	43
Bogota (Colombie)	458	448 - 467				
Grèce	455	447 - 463	31	32	42	44
Chili	447	442 - 452	33	33	44	45
Bulgarie	446	437 - 454			43	46
Campanie (Italie)	445	435 - 455				
Émirats arabes unis	437	432 - 441			46	49
Uruguay	435	431 - 440			46	49
Roumanie	435	429 - 441			46	50
Manizales (Colombie)	434	426 - 443				
Medellin (Colombie)	433	425 - 442				
Chypre*	433	430 - 435			47	50
Sharjah (Émirats arabes unis)	432	414 - 451				
Moldavie	428	424 - 432			49	53
Albanie	427	421 - 434			49	54
Turquie	425	418 - 433	34	34	49	55
Trinité-et-Tobago	425	422 - 427			51	54
Abu Dhabi (Émirats arabes unis)	423	414 - 432				
Thaïlande	421	416 - 427			51	57
Cali (Colombie)	421	412 - 430				
Costa Rica	420	416 - 424			53	57
Qatar	418	416 - 420			55	58
Colombie	416	411 - 420			55	60
Mexique	416	412 - 420	35	35	55	59
Monténégro	411	409 - 413			59	61
Géorgie	411	406 - 416			58	61
Jordanie	409	403 - 414			59	62
Indonésie	403	398 - 408			61	63
Porto Rico ²	403	391 - 415				
Ajman (Émirats arabes unis)	402	395 - 408				
Fujairah (Émirats arabes unis)	401	391 - 412				
Brésil	401	396 - 405			62	64
Ras Al Khaimah (Émirats arabes unis)	400	384 - 417				
Pérou	397	392 - 401			63	64
Umm Al Quwain (Émirats arabes unis)	387	379 - 395				
Liban	386	380 - 393			65	67
Tunisie	386	382 - 391			65	67
ERYM	384	381 - 386			65	67
Kosovo	378	375 - 382			68	69
Algérie	376	371 - 381			68	69
République dominicaine	332	327 - 337			70	70

* Voir la note 1 sous le graphique I.2.13.


1. La prudence est de mise lors de l'interprétation des résultats présentés dans ce tableau pour la province de Québec en raison de la possibilité d'un biais de non-réponse (consulter l'annexe A4 pour de plus amples informations).

2. Porto Rico est un territoire non incorporé des États-Unis. De ce fait, les résultats du PISA concernant les États-Unis n'incluent pas Porto Rico.

Remarques : Les pays de l'OCDE sont indiqués en noir et en gras ; les pays, économies et entités infranationales partenaires non inclus dans les résultats nationaux, en bleu et en gras ; et les entités régionales, en noir et en italique (pays de l'OCDE), ou en bleu et en italique (pays partenaires).

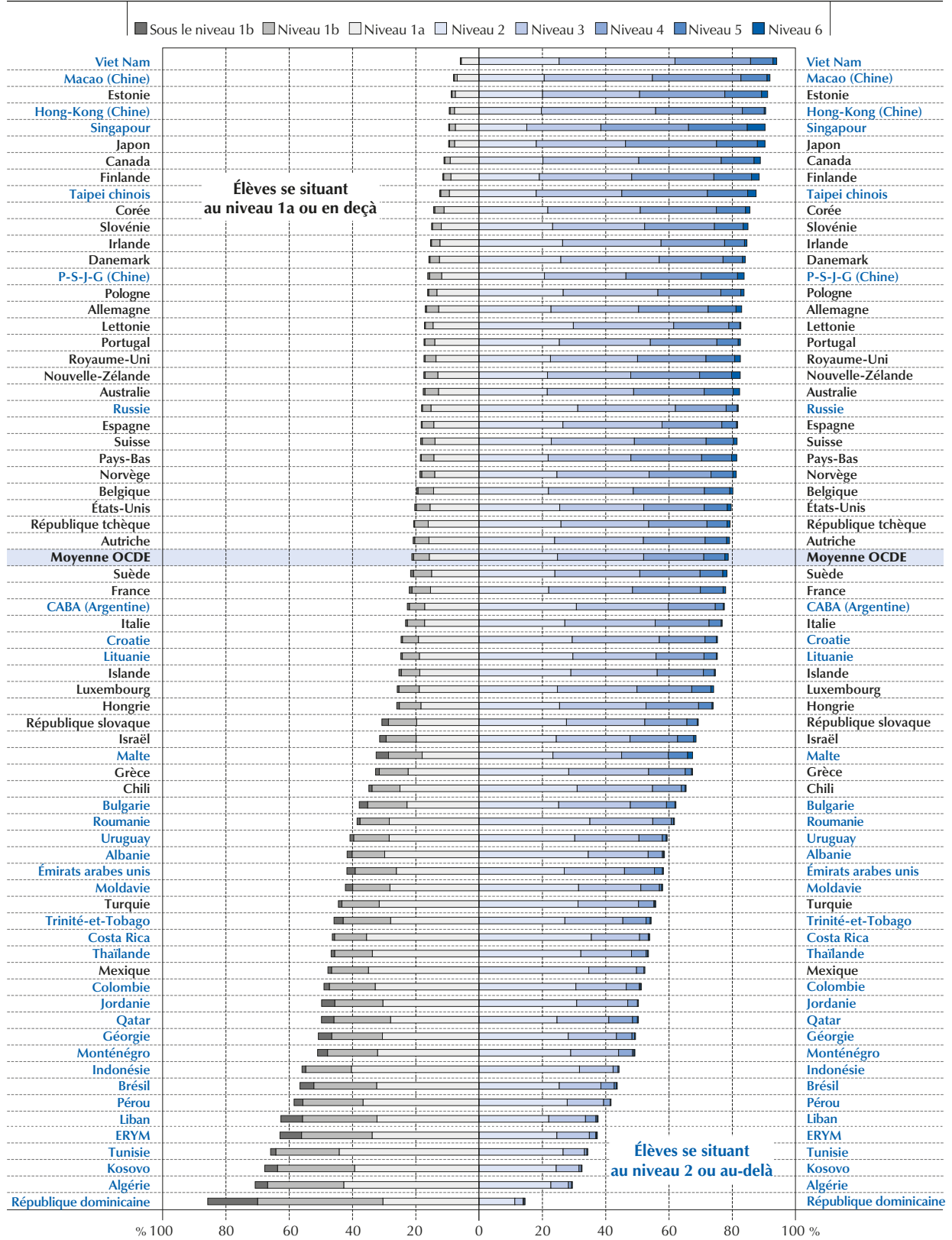
Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.3.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432060>



Graphique I.2.15 ■ Niveau de compétence des élèves en sciences



Les pays et économies sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves se situant au niveau 2 de compétence ou au-delà.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.1a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432072>



Des hypothèses similaires sur la probabilité pour les jeunes de 15 ans ne faisant pas partie de la population cible PISA d'avoir un niveau inférieur au seuil de compétence sont souvent faites dans la littérature sur ce sujet (UNESCO, 2004 ; Hanushek et Woessmann, 2008 ; Spaull et Taylor, 2015 ; Taylor et Spaull, 2015)⁹. Le projet pilote PISA qui consistera à évaluer des jeunes non scolarisés dans cinq pays en 2017 (voir l'encadré I.6.3 au chapitre 6) permettra de recueillir des données uniques en leur genre sur les compétences en compréhension de l'écrit et en mathématiques de cette population, qui pourront être rapportées sur l'échelle internationale de l'enquête PISA. En l'absence de données similaires dans tous les pays PISA, l'hypothèse d'un niveau inférieur au seuil de compétence permet de déterminer la limite inférieure du pourcentage de jeunes de 15 ans qui se situent au-dessus du seuil de compétence.

Dans 22 pays et économies, notamment au Mexique et en Turquie, parmi les pays de l'OCDE, ainsi qu'au Viet Nam, où le score moyen aux épreuves PISA est supérieur à la moyenne de l'OCDE, moins d'un adolescent de 15 ans sur deux est scolarisé, en 7^e année au moins, et atteint au moins le niveau 2 de l'échelle PISA de culture scientifique. Au Viet Nam, 94 % des élèves constituant la population cible PISA atteignent au moins le niveau 2 de compétence ; mais la population cible PISA représente moins de 50 % de la population totale de jeunes de 15 ans. En Algérie, au Kosovo, au Liban et en République dominicaine, moins d'un adolescent de 15 ans sur quatre parvient à se hisser à ce niveau de compétence en sciences (voir le graphique I.2.16 et le tableau I.2.1b).

Niveau 3 de compétence (score supérieur à 484 points, mais inférieur à 559 points)

Au niveau 3, les élèves peuvent s'appuyer sur des connaissances du contenu d'une complexité modérée pour identifier des phénomènes familiers ou les expliquer. Dans des situations moins familières ou plus complexes, ils peuvent les expliquer avec des indices ou de l'aide. Ils peuvent s'appuyer sur des connaissances procédurales ou épistémiques pour mener une expérience simple dans un contexte précis. Les élèves se situant au niveau 3 de compétence sont capables de faire la distinction entre les questions scientifiques et les questions non scientifiques, et d'identifier les éléments à l'appui d'une thèse scientifique.

La question 1 de l'unité *LA MIGRATION DES OISEAUX* (voir l'annexe C1) est un exemple de tâche de niveau 3. Elle fait appel, comme les deux questions illustrant le niveau 2, à la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et à des connaissances du contenu, en l'espèce des connaissances élémentaires sur la théorie de l'évolution. Elle précise en amorce que la plupart des oiseaux migrent en grands groupes plutôt que seuls, et que ce comportement est dû à l'évolution. Pour y répondre correctement, les élèves doivent déterminer laquelle des quatre explications possibles concorde avec la théorie de l'évolution et avec les faits observés, à savoir que les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient moins de chances de survivre et de se reproduire.

La question 1 de l'unité *ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE* est également une tâche de niveau 3. L'introduction de l'unité explique qu'il y a une différence considérable de végétation entre les deux versants d'une vallée. L'amorce de la première question décrit la méthode utilisée par un groupe d'élèves pour recueillir des données sur les caractéristiques des deux versants. Il est demandé aux élèves d'évaluer cette méthode et d'expliquer son bien-fondé (cette question se classe dans la catégorie « Évaluer et concevoir des investigations scientifiques »). Il s'agit d'une question à réponse ouverte ; pour y répondre, les élèves doivent posséder des connaissances épistémiques – ils doivent dans ce cas savoir qu'il faut prendre des mesures indépendantes à plusieurs reprises pour déterminer en quoi les caractéristiques des deux versants de la vallée se différencient.

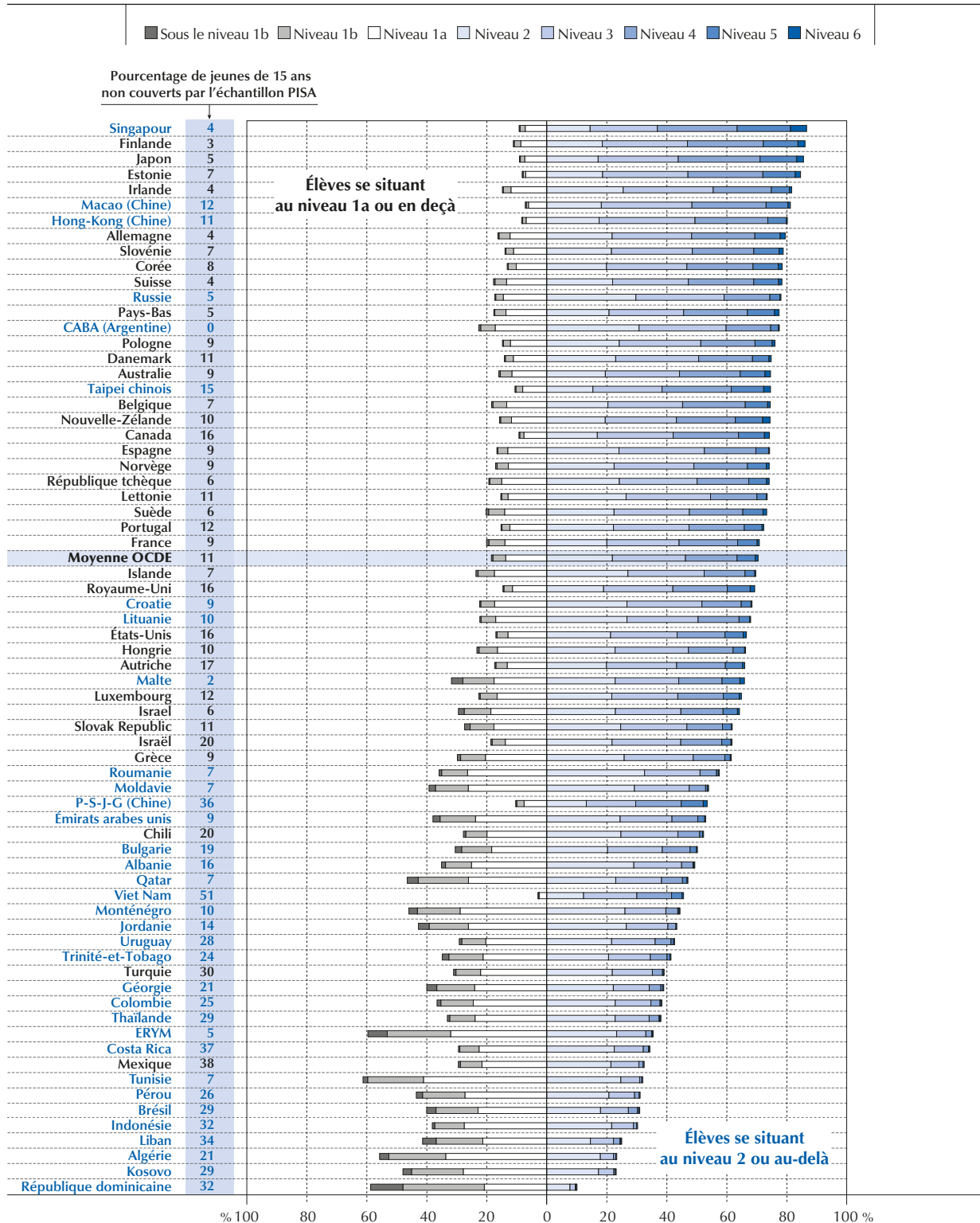
Dans la plupart des pays de l'OCDE, le niveau 3 est le niveau médian de compétence. Le score médian, c'est-à-dire celui qui divise la population en deux parts égales (une moitié au-delà du score médian, l'autre en-deçà), se situe au niveau 3. En moyenne, dans les pays de l'OCDE, plus de la moitié des élèves (54.0 %) atteignent au moins le niveau 3 (ou en d'autres termes se situent au niveau 3, 4, 5 ou 6). Le score médian se situe aussi au niveau 3 dans 31 pays et économies participants. En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 27.2 % des élèves se situent au niveau 3, soit le pourcentage le plus élevé de tous les niveaux de compétence décrits dans l'enquête PISA. De même, dans 31 pays et économies, c'est au niveau 3 que le pourcentage d'élèves est le plus élevé (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Niveau 4 de compétence (score supérieur à 559 points, mais inférieur à 633 points)

Au niveau 4, les élèves peuvent utiliser des connaissances du contenu plus complexes, qu'elles leur soient fournies ou qu'ils les aient déjà acquises, pour expliquer des phénomènes, événements ou processus complexes ou peu familiers. Ils peuvent mener des expériences impliquant au moins deux variables indépendantes dans un contexte précis. Ils sont capables de justifier la conception d'une expérience en s'appuyant sur des connaissances procédurales et épistémiques. Les élèves se situant au niveau 4 de compétence peuvent interpréter des données extraites d'un ensemble moyennement complexe ou portant sur des contextes qui leur sont peu familiers, tirer des conclusions appropriées qui vont au-delà des données et justifier leurs choix.



Graphique I.2.16 ■ Niveau de compétence en sciences des jeunes de 15 ans
 Nombre d'élèves aux différents niveaux de compétence en sciences en pourcentage de la population totale de jeunes de 15 ans



Remarque : La longueur de chaque barre est proportionnelle au pourcentage de jeunes de 15 ans couverts par l'échantillon PISA (indice de couverture 3 ; voir l'annexe A2).

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant du nombre d'élèves se situant au niveau 2 de compétence ou au-delà, en pourcentage de la population totale de jeunes de 15 ans du pays/de l'économie concerné(e).

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.1b.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432083>



La question 2 de l'unité *ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE* (voir l'annexe C1), typique du niveau 4, invite les élèves à interpréter les données qui leur sont fournies pour évaluer deux thèses (et se classe dans la catégorie « Interpréter des données et des faits de manière scientifique »). Au nombre des données figurent les intervalles de confiance relatifs au rayonnement solaire, à l'humidité du sol et aux précipitations. Pour répondre à cette question, les élèves doivent comprendre qu'une erreur de mesure peut affecter l'intervalle de confiance des mesures scientifiques, un aspect majeur des connaissances épistémiques. La question 2 de l'unité *LA MIGRATION DES OISEAUX* se situe à l'extrémité supérieure du niveau 4 (630 points sur l'échelle PISA). Dans cette question proposée à titre d'exemple, les élèves doivent s'appuyer sur leurs connaissances procédurales pour identifier un facteur susceptible de fausser un comptage ou d'en réduire la précision, et expliquer son effet sur la qualité d'une étude scientifique. Les deux questions illustrent les connaissances plus complexes et la compréhension plus approfondie qui distinguent les élèves au niveau 4 de ceux situés aux niveaux inférieurs.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 26.7 % des élèves parviennent au moins à se hisser au niveau 4 de compétence ; ils ont obtenu des scores supérieurs à 559 points sur l'échelle PISA de culture scientifique. Le pourcentage le plus élevé d'élèves à ce niveau s'observe au Japon, à Singapour et au Taipei chinois (où c'est le niveau modal) ; le niveau 4 est le niveau médian de compétence à Singapour, où 51.9 % parviennent au moins à ce niveau (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Niveau 5 de compétence (score supérieur à 633 points, mais inférieur à 708 points)

Au niveau 5, les élèves sont capables d'utiliser des idées ou des concepts scientifiques abstraits pour expliquer des phénomènes, événements et processus complexes et non familiers qui impliquent de nombreux liens de causalité. Ils sont capables d'appliquer des connaissances épistémiques sophistiquées pour évaluer la conception d'expériences concurrentielles, de justifier leurs choix et d'utiliser des connaissances théoriques pour interpréter des informations et faire des prévisions. Les élèves se situant au niveau 5 de compétence sont capables d'évaluer des moyens d'explorer des questions de manière scientifique et d'identifier les limites de l'interprétation de séries de données, dont les sources et les effets de l'incertitude sur les données scientifiques.

Aucune question n'a été rendue publique parmi les items de la campagne définitive de l'évaluation PISA 2015 pour illustrer le niveau 5 de compétence (rappelons toutefois que la question 2 de l'unité *LA MIGRATION DES OISEAUX* est proche de la limite entre le niveau 4 et le niveau 5). La question 5 de l'unité *COURIR PAR TEMPS CHAUD* (voir l'annexe C1) administrée lors de l'essai de terrain illustre toutefois le type de tâches que les élèves de ce niveau sont capables de mener à bien. Les élèves doivent utiliser leurs connaissances en biologie (connaissances du contenu) pour expliquer le rôle de la transpiration dans la régulation de la température du corps. C'est un phénomène complexe en raison de la nature indirecte des effets ; le fait que les élèves doivent saisir leur réponse dans un champ vide contribue aussi à la difficulté de cette question.

Le niveau 5 de compétence correspond à une autre différence qualitative. Les élèves capables de mener à bien des tâches de niveau 5 peuvent être considérés comme très performants en sciences, dans la mesure où ils possèdent suffisamment de connaissances et de compétences scientifiques pour les appliquer de manière créative et autonome dans un large éventail de situations, y compris dans des situations qui ne leur sont pas familières.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 7.7 % des élèves sont très performants en sciences : ils parviennent à se hisser au niveau 5 ou 6 de compétence. Un élève sur quatre environ (24.2 %) se situe à ce niveau à Singapour ; et près d'un sur six y parvient au Taipei chinois (15.4 %) et au Japon (15.3 %). Dans 11 pays et économies, à savoir en Allemagne, en Australie, au Canada, en Corée, dans l'entité P-S-J-G (Chine), en Estonie, en Finlande, en Nouvelle-Zélande, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et en Slovaquie, entre 10 % et 15 % des élèves se situent au moins au niveau 5 de compétence. Par contraste, moins de 1 élève sur 100 est très performant dans 20 pays et économies, y compris en Turquie (0.3 %) et au Mexique (0.1 %) parmi les pays de l'OCDE (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Niveau 6 de compétence (score supérieur à 708 points)

Les élèves se situant au niveau 6 de l'échelle PISA de culture scientifique sont capables de répondre correctement aux items les plus difficiles des épreuves PISA de sciences. Au niveau 6, les élèves peuvent s'appuyer sur leur compréhension de concepts scientifiques interdépendants dans les systèmes physiques, les systèmes vivants et les systèmes de la Terre et de l'Univers, et utiliser leurs connaissances procédurales et épistémiques pour expliquer des phénomènes, des événements ou des processus de manière scientifique, ou faire des prévisions. Lorsqu'ils interprètent des données et des faits, ils sont capables de faire la distinction entre les informations pertinentes et les informations non pertinentes, et d'utiliser des connaissances qu'ils ont acquises ailleurs qu'aux cours de sciences. Ils peuvent faire la distinction entre des arguments basés sur des théories et des faits scientifiques, et ceux basés sur d'autres considérations. Les élèves se situant au niveau 6 de compétence sont capables d'évaluer des simulations, des études de terrain et des expériences concurrentielles, et de justifier leurs choix.



La question 1 de l'unité *FERME AQUATIQUE DURABLE* (voir l'annexe C1) se situe au niveau 6 de compétence. Pour y répondre, les élèves doivent comprendre un écosystème, en l'espèce une ferme aquatique, et le rôle que plusieurs organismes vivants y jouent. Elle fait principalement appel à la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique ». Pour y répondre, les élèves doivent comprendre la vocation d'une ferme aquatique et la fonction de ses trois bassins, et identifier les organismes qui remplissent le mieux chaque fonction. Ils doivent utiliser les informations fournies dans le stimulus et dans le diagramme, ainsi que dans une note sous le diagramme. Le fait qu'il s'agisse d'une question à réponse ouverte ajoute encore à la difficulté. N'importe lequel des quatre organismes peut être placé dans n'importe lequel des trois bassins, et le nombre d'organismes dans chaque bassin n'est pas limité. Il y a donc de nombreuses possibilités de se tromper. La question de la pisciculture durable relève des systèmes vivants et les élèves doivent essentiellement utiliser leurs connaissances du contenu pour y répondre.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 1.1 % des élèves parviennent à se hisser au niveau 6 de compétence. C'est à Singapour que le pourcentage d'élèves est le plus élevé à ce niveau (5.6 %). En Nouvelle-Zélande et au Taipei chinois, 2.7 % des élèves se situent au niveau 6 en sciences. Dans 18 pays et économies participants, entre 1 élève sur 40 (2.5 %) et 1 élève sur 100 (1 %) se situe à ce niveau de compétence, tandis que dans 49 autres pays et économies, moins de 1 élève sur 100 y parvient (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Niveaux inférieurs au seuil de compétence

Niveau 1a de compétence (score supérieur à 335 points, mais inférieur à 410 points)

Au niveau 1a, les élèves sont capables d'utiliser des connaissances du contenu et des connaissances procédurales courantes pour reconnaître ou identifier ce qui explique un phénomène scientifique simple. Avec de l'aide, ils peuvent entreprendre des expériences scientifiques n'impliquant pas plus de deux variables. Ils sont capables d'identifier des relations simples de causalité ou de corrélation, et d'interpréter des données visuelles ou graphiques si la charge cognitive est peu élevée. Les élèves se situant au niveau 1a sont capables de choisir la meilleure explication dans des contextes personnels, locaux ou mondiaux.

Aucun des items rendus publics parmi ceux administrés lors de la campagne définitive de l'évaluation PISA 2015 n'illustre le niveau 1a. Certaines questions élaborées pour constituer les épreuves administrées sur papier lors de l'évaluation PISA 2006 peuvent illustrer ce niveau (OCDE, 2009).

Dans les pays de l'OCDE, 15.7 % des élèves se situent au niveau 1a et 5.5 % seulement se situent sous le niveau 1a. En République dominicaine, moins d'un élève sur deux (45 % environ) atteint au moins ce niveau de compétence. Dans 17 pays et économies, dont le Mexique et la Turquie parmi les pays de l'OCDE, le pourcentage d'élèves à ce niveau de compétence est plus élevé qu'à tout autre niveau (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

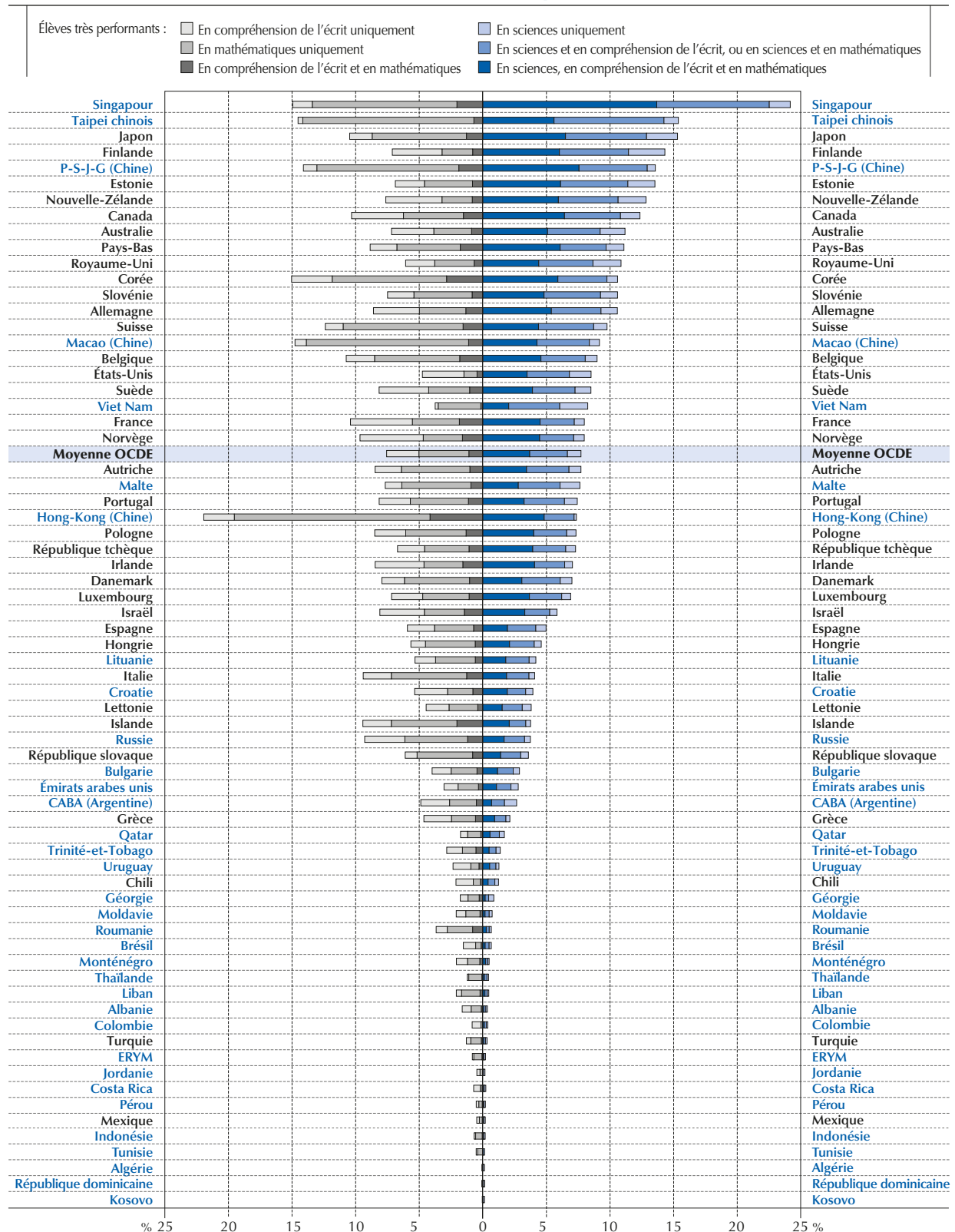
Niveau 1b de compétence (score supérieur à 261 points, mais inférieur à 335 points)

Au niveau 1b, les élèves sont capables d'utiliser des connaissances du contenu courantes pour reconnaître ou identifier des aspects de phénomènes scientifiques simples. Ils sont capables d'identifier des tendances, de reconnaître des termes scientifiques simples et de suivre des instructions explicites pour appliquer une procédure scientifique.

La question 3A de l'unité *MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES* (voir l'annexe C1) illustre les tâches du niveau 1b. Pour y répondre, les élèves doivent utiliser des connaissances scientifiques courantes pour déterminer la taille du cratère qu'un météoroïde creuserait sur la surface d'une planète parmi les trois tailles de cratères qui leur sont présentées en photo. Comme il est courant de savoir que la taille du cratère est proportionnelle à la taille de l'objet qui le provoque, cette question se situe au bas de la sous-échelle de culture scientifique « Interpréter des données et des faits de manière scientifique ».

Dans les pays de l'OCDE, 4.9 % des élèves se situent au niveau 1b et 0.6 % se situent sous le niveau 1b. Dans 40 pays et économies, notamment au Canada, en Estonie, à Hong-Kong (Chine), au Japon, à Macao (Chine) et au Viet Nam, moins de 10 % des élèves se situent au niveau 1b ou en deçà ; dans ces six pays/économies, moins de 2 % des élèves se situent au niveau 1b de compétence (voir le graphique I.2.15 et le tableau I.2.1a).

Les épreuves PISA ne contiennent aucun item permettant de décrire ce que les élèves sous le niveau 1b sont capables de faire. Les élèves sous le niveau 1b peuvent avoir acquis quelques connaissances et compétences en sciences, mais la nature des tâches constituant les épreuves PISA permet uniquement de décrire ce qu'ils ne sont pas capables de faire – et d'affirmer qu'ils ne sont pas susceptibles de répondre correctement à la moindre question PISA, si ce n'est en devinant la réponse. Dans certains pays, le pourcentage d'élèves sous le niveau 1b est élevé : il s'établit à 15.8 % en République dominicaine, et est compris entre 4 % et 7 % au Liban, en ERYM, au Brésil, en Géorgie, en Jordanie et au Kosovo (par ordre décroissant).

Graphique I.2.17 ■ **Élèves très performants en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques**

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves très performants en sciences uniquement et en sciences et dans d'autres domaines.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.9a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432092>



Qui sont les plus performants en sciences ?

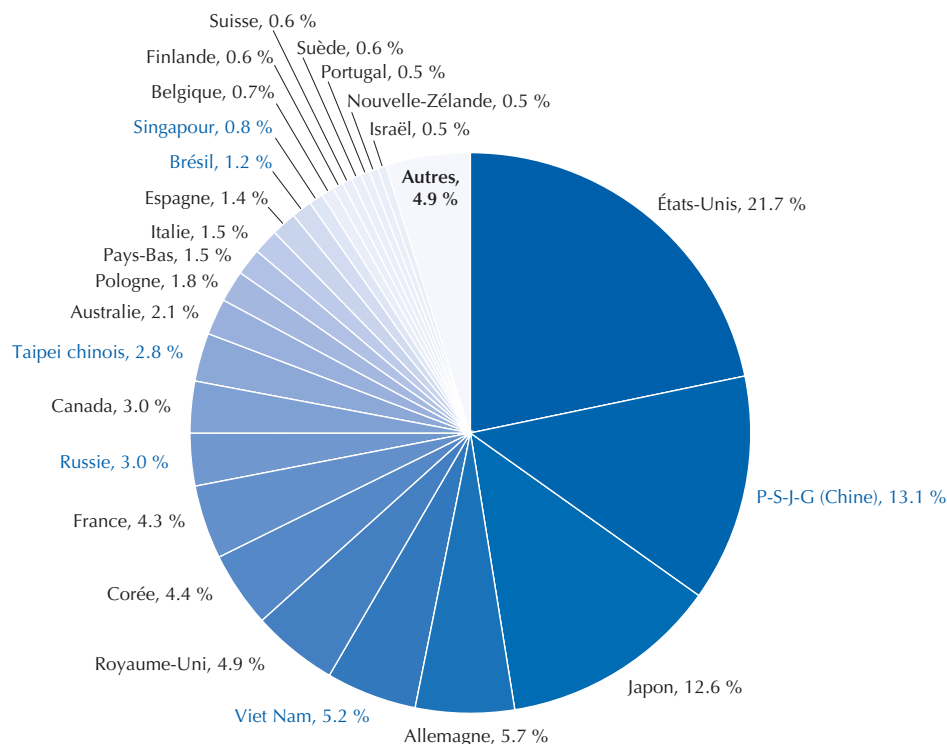
Dans l'enquête PISA, la performance correspond à la capacité des élèves de mener à bien des tâches d'une complexité croissante. Rares sont les élèves qui parviennent à se hisser aux niveaux les plus élevés de compétence (les niveaux 5 et 6), ceux que l'on peut considérer comme les plus performants en sciences, en compréhension de l'écrit ou en mathématiques. Les élèves très performants sur tous les fronts, c'est-à-dire ceux qui atteignent au moins le niveau 5 de compétence dans ces trois matières, sont encore plus rares. Ces élèves sont capables d'utiliser des informations provenant de nombreuses sources différentes, y compris de sources indirectes, pour résoudre des problèmes complexes et d'intégrer des connaissances de diverses disciplines. Ces compétences exceptionnelles peuvent conférer un avantage significatif dans une économie fondée sur la connaissance à l'heure de la mondialisation.

Le graphique I.2.17 montre le pourcentage d'élèves très performants en sciences et dans les trois domaines d'évaluation dans les pays et économies PISA. Dans ce diagramme, les zones en bleu correspondent au pourcentage d'élèves de 15 ans très performants en sciences et les zones plus foncées, au pourcentage d'élèves très performants en sciences qui le sont aussi en compréhension de l'écrit et/ou en mathématiques. Les zones en gris à gauche montrent le pourcentage d'élèves de 15 ans très performants en mathématiques et/ou en compréhension de l'écrit, mais pas en sciences.

Le graphique I.2.18 indique le nombre d'élèves de 15 ans au niveau 5 ou 6 de l'échelle PISA de culture scientifique dans chaque pays. Le graphique I.2.17 montre le pourcentage d'élèves au niveau 5 ou 6 dans chaque pays, mais sans tenir compte de la variation de la taille de l'effectif d'élèves entre les pays. Or, le pourcentage d'élèves très performants et la taille des pays comptent pour évaluer la contribution des pays au vivier mondial d'élèves très performants. Les États-Unis, où le pourcentage d'élèves très performants est pourtant relativement peu élevé, contribuent à hauteur d'un cinquième au total indiqué dans le graphique I.2.18 (qui correspond uniquement aux pays participant à l'enquête PISA), tout simplement à cause de la taille du pays et de l'effectif d'élèves de 15 ans que l'échantillon PISA représente.

Par contraste, Singapour, où le pourcentage d'élèves de 15 ans au niveau 5 ou 6 de l'échelle PISA de culture scientifique est le plus élevé, contribue à hauteur de moins de 1 % au vivier mondial d'élèves très performants à cause de la taille peu importante de sa population.

Graphique I.2.18 ■ **Vivier mondial d'élèves très performants : une perspective PISA**
Pourcentage d'élèves très performants, tous domaines PISA confondus, au sein des pays/économies



Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.9c.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432102>



Comme le montre le graphique I.2.18, plus de la moitié des élèves très performants au sens de l'enquête PISA vivent dans quatre pays et économies : les États-Unis (22 %), l'entité P-S-J-G (Chine) (13 %), le Japon (13 %) et l'Allemagne (6 %). Plus de 75 % des élèves très performants en sciences au sens de l'enquête PISA vivent dans dix pays et économies. Outre les quatre pays contribuant le plus au vivier mondial d'élèves très performants ci-dessus, le Royaume-Uni et le Viet Nam y contribuent chacun à hauteur de 5 %, la France et la Corée, à hauteur de 4 % environ, et le Canada et la Russie, à hauteur de 3 % environ. Ensemble, les 35 pays de l'OCDE constituent 72 % du vivier mondial des élèves très performants, et les 28 pays membres de l'UE en constituent 26 % (voir le tableau I.2.9c).

ÉCART DE PERFORMANCE EN SCIENCES ENTRE LES SEXES

Le tableau I.2.7 résume la performance des garçons et des filles aux épreuves PISA de sciences. En moyenne, dans les pays de l'OCDE, le score moyen des garçons en sciences est supérieur de 4 points à celui des filles – une différence statistiquement significative, mais minime. En moyenne, les garçons devancent les filles dans une mesure significative dans 24 pays et économies. Leur avantage est le plus prononcé en Autriche, au Costa Rica et en Italie, où ils devancent les filles de plus de 15 points. En moyenne, les filles devancent les garçons dans une mesure significative dans 22 pays et économies. Leur score moyen est supérieur de plus de 15 points à celui des garçons en Albanie, en Bulgarie, en ERYM, aux Émirats arabes unis, en Finlande, en Géorgie, en Jordanie, au Qatar et à Trinité-et-Tobago.

Dans l'ensemble, la performance varie davantage chez les garçons que chez les filles. Dans tous les pays et économies sauf 18 (où la différence n'est pas significative), la variation de la performance en sciences (mesurée en termes d'écart-type) est plus importante chez les garçons que chez les filles (voir le tableau I.2.7). C'est ce qui explique pourquoi en moyenne, dans les pays de l'OCDE, le pourcentage d'élèves très performants (soit ceux qui se situent au niveau 5 ou 6 de l'échelle de culture scientifique), mais aussi le pourcentage d'élèves peu performants (ceux qui se situent sous le niveau 2), sont plus élevés chez les garçons que chez les filles : 8.9 % des garçons atteignent au moins le niveau 5, contre 6.5 % seulement des filles (voir le graphique I.2.20), et 21.8 % des garçons ne parviennent pas au seuil de compétence en sciences, un pourcentage légèrement plus élevé que chez les filles (20.7 %) (voir le graphique I.2.19).

Dans 33 pays et économies, le pourcentage d'élèves très performants en sciences est plus élevé chez les garçons que chez les filles (voir le graphique I.2.20). Parmi les pays où plus de 1 % des élèves sont très performants en sciences, en Autriche, au Chili, en Irlande, en Italie, au Portugal et en Uruguay, deux élèves très performants sur trois environ sont des garçons. La Finlande est le seul pays qui compte significativement plus de filles que de garçons parmi les élèves très performants.

Les garçons sont surreprésentés par rapport aux filles parmi les élèves peu performants en sciences dans 28 pays et économies, tandis que c'est l'inverse qui s'observe dans 5 pays et économies (voir le graphique I.2.19). Dans les autres pays et économies, les pourcentages d'élèves très performants ou peu performants ne varient pas dans une mesure statistiquement significative entre les garçons et les filles.

ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE DES ÉLÈVES EN SCIENCES

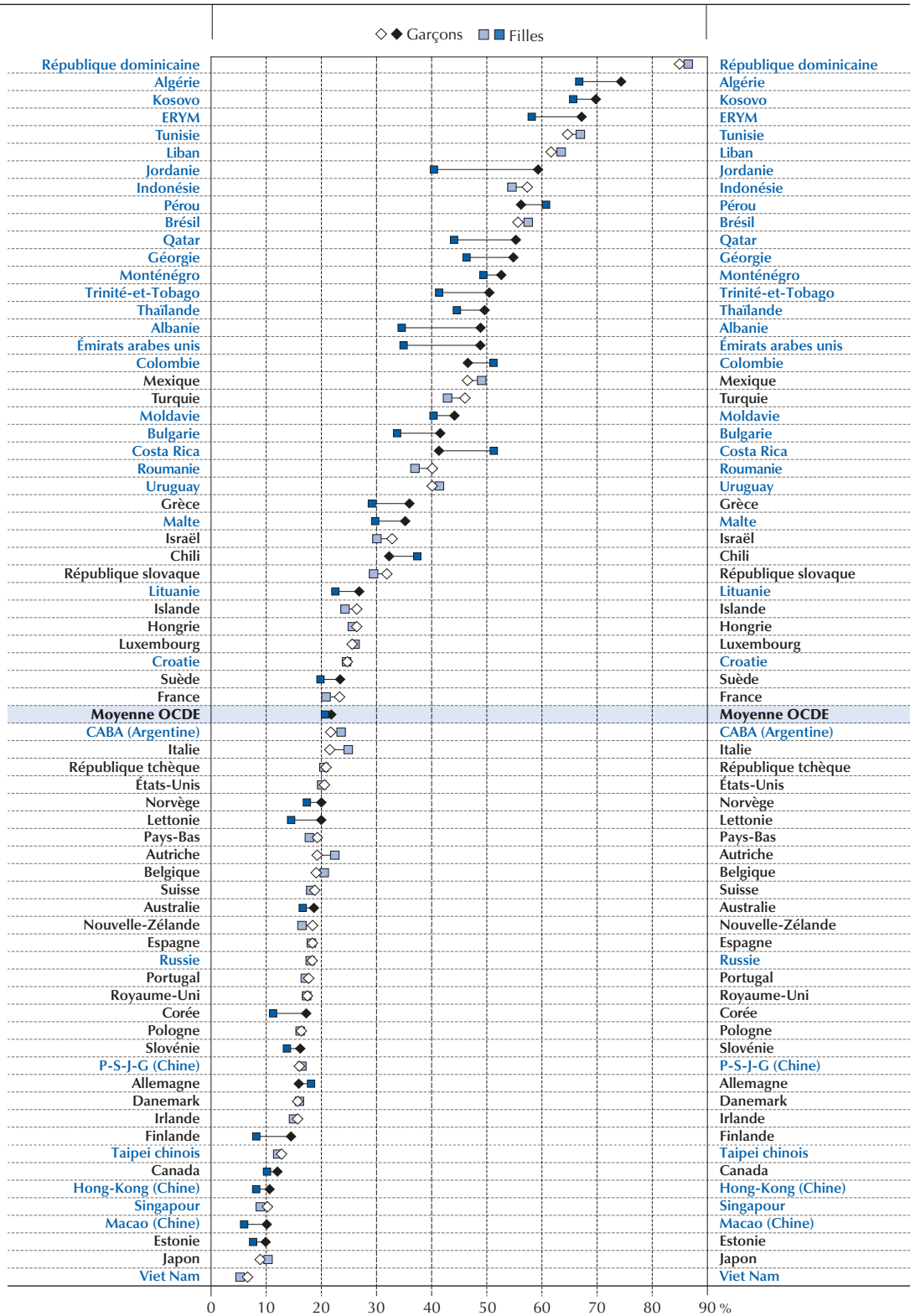
L'évaluation PISA 2015 est la sixième depuis le lancement de l'enquête PISA en 2000. Des épreuves sont administrées à chaque fois en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques ; l'un de ces domaines est le domaine majeur d'évaluation, tandis que les deux autres sont les domaines mineurs (voir le chapitre « Qu'est-ce que l'enquête PISA ? » au début du présent volume).

La première évaluation approfondie réalisée dans une matière définit l'échelle utilisée pour faire les comparaisons à l'avenir. La culture scientifique, première fois domaine majeur d'évaluation lors l'enquête PISA 2006, l'est de nouveau en 2015. Cela signifie qu'il est possible d'évaluer l'évolution de la performance PISA en sciences entre 2015 et les évaluations qui ont eu lieu depuis 2006, mais pas avant (les évaluations PISA 2000 et PISA 2003). La méthode la plus fiable pour montrer l'évolution de la performance en sciences consiste à comparer tous les résultats disponibles entre 2006 et 2015.

L'évolution de la performance des élèves montre si les systèmes d'éducation s'améliorent et, dans l'affirmative, dans quelle mesure. Il est possible de suivre l'évolution de la performance en sciences dans 64 des pays et économies qui ont participé à l'évaluation PISA 2015 : 51 d'entre eux disposent de données comparables en sciences dérivées de l'évaluation de 2015 et des 3 évaluations PISA précédentes (2006, 2009 et 2012) ; 5, de l'évaluation de 2015 et de 2 évaluations PISA précédentes ; et 8, de l'évaluation de 2015 et de 1 évaluation PISA précédente.



Graphique I.2.19 ■ Différences entre les sexes parmi les élèves peu performants en sciences
 Pourcentage de garçons et de filles se situant sous le niveau 2 de compétence en sciences

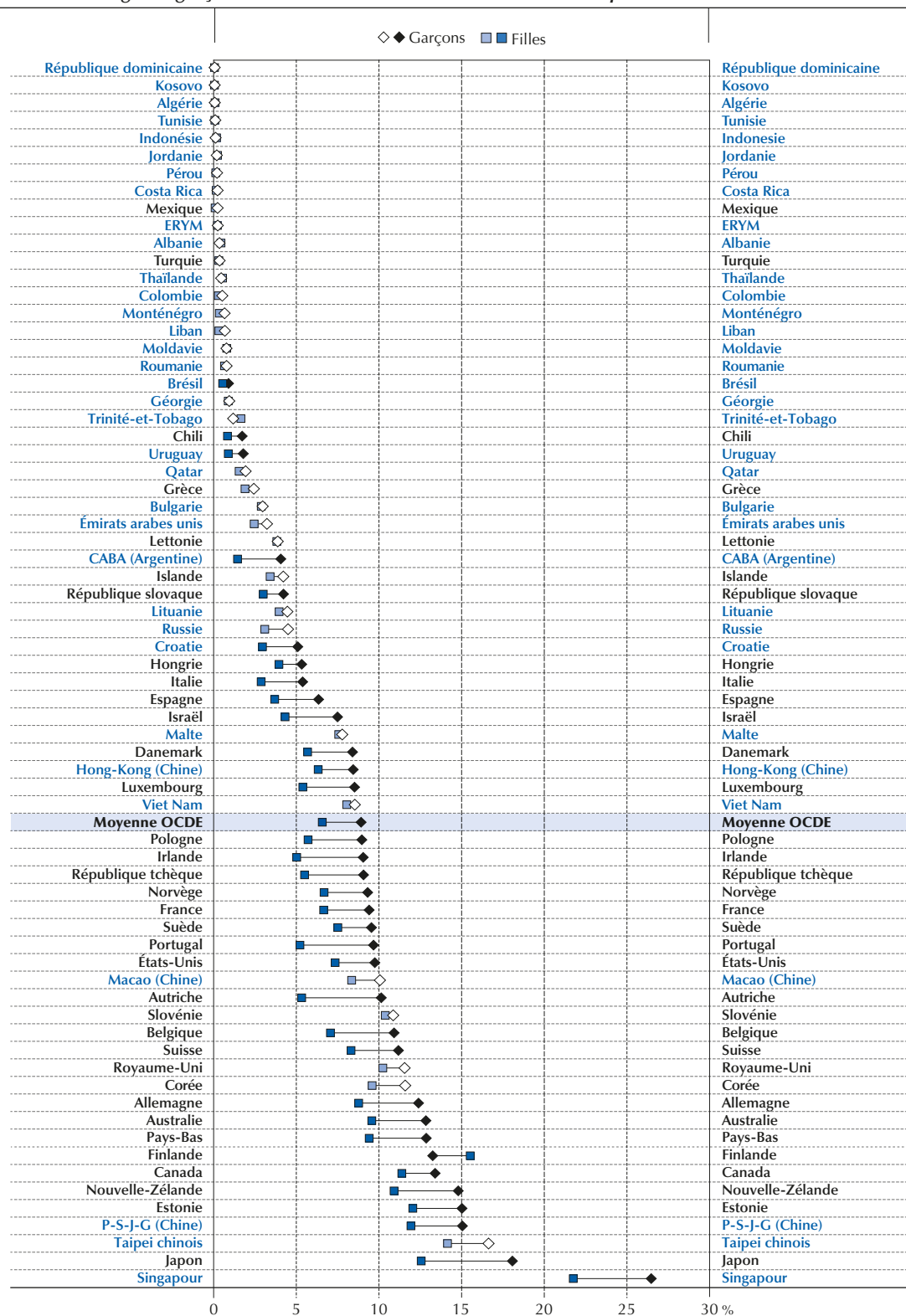


Remarque : Les différences statistiquement significatives entre les garçons et les filles sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).
 Les pays et économies sont classés par ordre décroissant du pourcentage de garçons peu performants.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.6a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432113>

Graphique I.2.20 ■ Différences entre les sexes parmi les élèves très performants en sciences
 Pourcentage de garçons et de filles se situant au niveau 5 de compétence en sciences ou au-delà



Remarque : Les différences statistiquement significatives entre les garçons et les filles sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3). Les pays et économies sont classés par ordre croissant du pourcentage de garçons très performants.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.6a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432129>



Pour mieux comprendre l'évolution d'un pays/économie et maximiser le nombre de pays comparés, ce rapport se base sur la variation moyenne de la performance des élèves par intervalle de trois ans. Il s'agit de la mesure moyenne dans laquelle la performance a évolué par intervalle de trois ans (l'intervalle typique entre les évaluations PISA) ; l'ampleur de l'évolution moyenne en trois ans peut donc être comparée directement entre deux évaluations consécutives, entre les évaluations PISA 2012 et PISA 2015, par exemple. Cette variation par intervalle de trois ans est calculée compte tenu des quatre séries de données valides dans les pays et économies qui ont participé aux quatre évaluations PISA, et des séries disponibles de données valides dans les pays et économies qui n'ont participé qu'à certaines évaluations.

Les méthodologies sous-tendant l'analyse de l'évolution de la performance dans des études internationales sur l'éducation sont complexes (voir l'annexe A5). Il convient de réunir un certain nombre de conditions pour assurer la comparabilité des résultats des évaluations PISA successives.

En premier lieu, les évaluations successives doivent contenir un nombre suffisant d'items identiques pour que les résultats puissent être rapportés sur la même échelle. Les items retenus doivent couvrir les différents aspects du cadre d'évaluation dans chaque domaine. Comme les résultats du Kazakhstan sont basés uniquement sur des items à choix multiple en 2015, ils ne peuvent être comparés de manière fiable à ses résultats lors des évaluations précédentes, ni à ceux des autres pays (voir l'annexe A4 pour plus de détails).

En deuxième lieu, les échantillons d'élèves doivent être représentatifs de populations équivalentes (c'est-à-dire les jeunes de 15 ans scolarisés dans le cadre institutionnel) et seuls les résultats des échantillons respectant les normes strictes de l'enquête PISA peuvent être comparés dans le temps. La performance ne peut être comparée dans le temps dans certains pays et économies, même s'ils ont participé à toutes les évaluations PISA. Les résultats de la Malaisie ne sont pas présentés en 2015, car le taux de réponse enregistré lors de l'évaluation PISA 2015 est inférieur à la norme fixée. L'échantillon PISA prélevé en 2015 en Argentine n'est pas totalement représentatif de la population, car il est possible que des établissements n'aient pas été inclus dans le plan d'échantillonnage, sauf dans la région Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentine), ci-après dénommée la « région CABA (Argentine) », dont les données ont été adjugées. Les données de la région CABA (Argentine) peuvent donc être comparées dans le temps (voir l'annexe A4 pour plus de détails).

Même quand les échantillons PISA sont tout à fait représentatifs de la population cible (les élèves de 15 ans scolarisés en 7^e année ou à un niveau supérieur), l'évolution démographique et la variation des taux de scolarisation peuvent affecter l'interprétation des tendances. Pour distinguer les changements qui affectent des populations équivalentes des changements relatifs à la composition de la population cible, des tendances ajustées, qui tiennent compte des changements démographiques, sont présentées en plus de l'évolution de la performance entre les échantillons PISA.

En troisième lieu, les conditions dans lesquelles les épreuves sont administrées doivent rester assez similaires d'une évaluation à l'autre pour que les résultats aux épreuves reflètent le même niveau de compétence dans un domaine¹⁰. Garantir l'équivalence des items d'ancrage au fil du temps est un enjeu particulièrement important dans l'évaluation PISA 2015, car la plupart des pays et économies participants ont administré les épreuves sur ordinateur (voir l'encadré I.2.3 et l'annexe A5).

En quatrième lieu, la performance des élèves doit être rapportée sur la même échelle. Dans l'enquête PISA, l'échelle de compétence est ré-estimée à chaque évaluation, puis mise en correspondance avec celle élaborée la première fois qu'un domaine a été le domaine majeur d'une évaluation. L'incertitude associée à cette mise en correspondance est incluse dans le calcul de la signification des changements estimés (voir l'encadré I.2.2). Lors de l'évaluation PISA 2015, plusieurs changements ont été introduits dans la mise à l'échelle des épreuves. L'annexe A5 décrit les aspects techniques de ces changements et explique en quoi ces changements affectent les comparaisons dans le temps.

De plus, les pays n'ont pas tous participé à toutes les évaluations PISA. Seuls les pays dont les données sont valides sont inclus dans le calcul de l'évolution moyenne, à l'échelle de l'OCDE, de la performance en sciences. Les comparaisons entre les résultats de 2006 et de 2015 reposent sur les données des 35 pays de l'OCDE, mais celles entre les résultats de 2009 et 2015 ne concernent que 34 pays de l'OCDE. Pour cette raison, les tableaux et graphiques sur l'évolution de la performance en sciences proposent souvent deux moyennes distinctes : la moyenne de l'OCDE-35, calculée sur la base de tous les pays de l'OCDE, et la moyenne de l'OCDE-34, calculée sur la base de tous les pays de l'OCDE sauf l'Autriche.



Encadré I.2.3 **Les résultats PISA aux épreuves informatisées de sciences de 2015 sont-ils comparables aux résultats des épreuves précédentes ?**

L'enquête PISA cherche à mesurer les connaissances et les compétences requises pour participer pleinement à la vie de la société et de l'économie. Comme ces connaissances et compétences évoluent lentement, le cadre et les instruments d'évaluation PISA sont révisés tous les neuf ans en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences. Cette révision cyclique des cadres et des instruments offre aussi l'occasion de répercuter dans l'enquête PISA les nouveaux développements dans les techniques d'évaluation et les progrès de la compréhension des processus cognitifs sous-tendant la performance dans chaque domaine.

L'évaluation PISA 2015 a coïncidé avec l'actualisation du cadre conceptuel de la culture scientifique, son domaine majeur, et avec la conception de nouveaux items en vue de couvrir tous les aspects de ce cadre actualisé. Les items PISA existants (les items d'ancrage), qui ont été administrés 2006, en 2009 et en 2012, ont également été revus à la lumière de ce cadre actualisé.

L'informatisation des épreuves de sciences est une différence majeure par rapport aux évaluations précédentes. Lors de l'évaluation PISA 2015, les épreuves ont été administrées sur ordinateur dans tous les pays de l'OCDE et dans la plupart des pays et économies partenaires (voir la section « Qu'est-ce que l'enquête PISA » au début du présent volume). Pour comparer les résultats de cette évaluation avec les résultats aux épreuves sur papier des évaluations précédentes, il s'est révélé nécessaire de commencer par établir l'équivalence entre les instruments sur ordinateur et les instruments sur papier (Janssen, 2011).

Les instruments sur papier et sur ordinateur sont reliés par des items communs (des items dits « d'ancrage ») ; tous ces items ont été conçus pour être administrés sur papier lors d'évaluations PISA précédentes. Lors de l'essai de terrain de l'évaluation PISA 2015, l'équivalence des items d'ancrage entre les épreuves sur papier et les épreuves sur ordinateur a été vérifiée. Deux types d'équivalence ont été observés : l'équivalence scalaire (forte) et métrique (faible) (Meredith, 1993 ; Davidov, Schmidt et Billiet, 2011). Seuls les items ayant réussi le test d'équivalence ont été retenus lors de la campagne définitive ; parmi ces items, une majorité d'items (61 sur 85 en sciences) ont atteint le niveau le plus élevé d'invariance et ont été utilisés comme items d'ancrage en sciences.

Il est possible de comparer les scores PISA entre les évaluations ou entre les pays grâce au grand nombre d'items d'ancrage au niveau le plus élevé d'équivalence (invariance scalaire). L'annexe A5 et le rapport technique sur l'évaluation PISA 2015, *PISA 2015 Technical Report* (OCDE, à paraître en anglais uniquement) expliquent en détail l'étude sur l'effet des modes d'administration menée dans le cadre de l'essai de terrain de l'évaluation PISA 2015 et donnent des informations sur le nombre d'items dont l'invariance est scalaire dans les autres domaines.

Évolution moyenne de la performance par intervalle de trois ans

L'évolution moyenne de la performance par intervalle de trois ans est le principal indicateur utilisé pour rendre compte de la variation tendancielle de la performance des pays et économies en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques. Elle est révélatrice du rythme moyen auquel le score moyen des pays et économies a évolué en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques par intervalle de trois ans depuis qu'ils participent aux évaluations PISA. De même, l'évolution moyenne du score médian, c'est-à-dire celui qui divise la population en deux parts égales (une moitié au-delà du score médian, l'autre en deçà), est révélatrice du rythme moyen auquel le score médian des pays et économies a évolué en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques par intervalle de trois ans depuis qu'ils participent aux évaluations PISA. L'intervalle de trois ans a été choisi car il correspond à l'intervalle entre deux évaluations PISA. Une variation positive moyenne de x points par intervalle de trois ans indique donc qu'un pays ou économie a amélioré sa performance de x points depuis la première évaluation PISA à laquelle il a participé. Dans les pays et économies qui ont participé à seulement deux évaluations, la variation moyenne par intervalle de trois ans correspond à la différence de score entre les deux évaluations, divisée par le nombre d'années écoulées entre elles et multipliée par trois.

La variation moyenne par intervalle de trois ans est un indicateur plus probant de la progression des résultats scolaires dans les pays et économies que la simple différence de score entre deux moments différents, puisqu'il se base sur toutes les évaluations. Cet indicateur est donc moins sensible aux fluctuations statistiques dans les pays qui ont participé à plus de deux évaluations PISA que dans ceux dont les résultats ne peuvent être comparés qu'entre deux évaluations seulement. Il est très probant, certes, mais ne rend pas compte de la mesure dans laquelle le rythme d'évolution a accéléré ou décéléré : il repose sur l'hypothèse d'un rythme constant pendant toute la période considérée (évolution linéaire). La variation moyenne par intervalle de trois ans tient également compte du fait que, pour certains pays et économies,



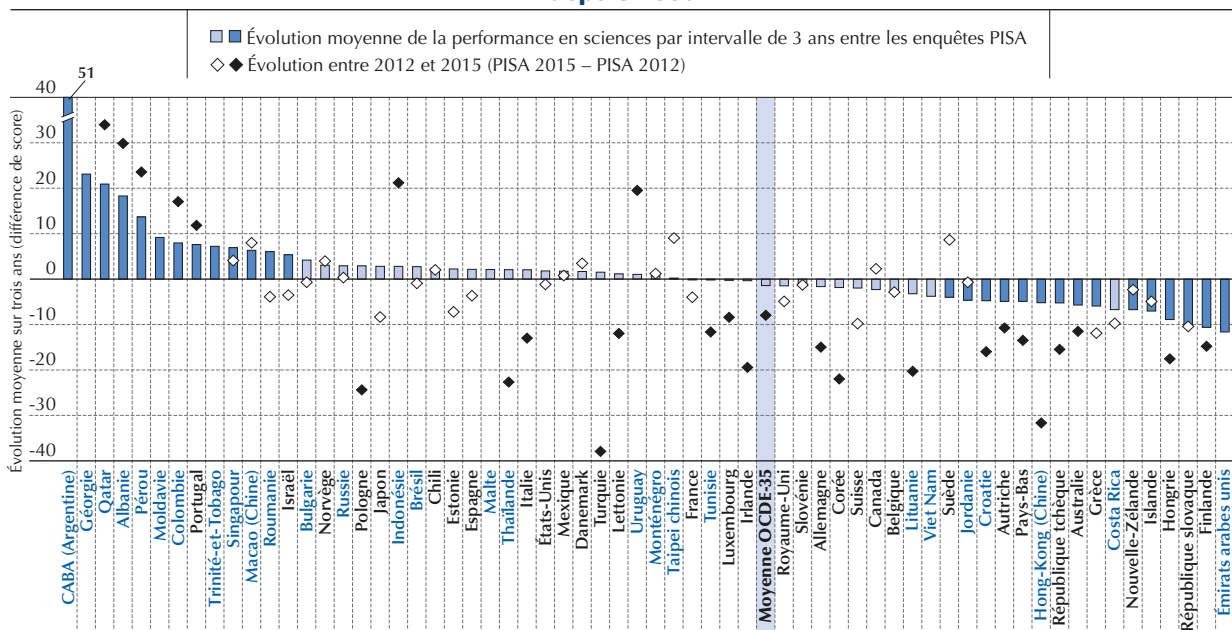
l'intervalle entre les différentes évaluations PISA est inférieur à trois ans. C'est le cas des pays et économies qui ont participé à l'évaluation PISA 2009 dans le cadre de PISA+, car ils ont administré les épreuves en 2010, et non en 2009.

Le tableau I.2.4a indique l'évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de trois ans. Le tableau I.2.4b indique l'évolution de la performance en sciences par intervalle de trois ans dans les 10e, 25e, 75e et 90e centiles, ainsi que dans le 50e centile (le score médian).

En moyenne, dans les pays de l'OCDE dont les données PISA sont comparables entre 2006 et 2015, la performance est restée stable (une diminution non significative de 1.4 point s'observe pendant chaque intervalle de trois ans). La stabilité de cette moyenne occulte toutefois les changements significatifs intervenus dans de nombreux pays et économies. Sur les 64 pays et économies dont les résultats de plus d'une évaluation PISA sont valides, la performance moyenne en sciences n'a pas significativement varié dans la moitié environ d'entre eux (31), a significativement augmenté dans 15 d'entre eux et a significativement diminué dans 18 d'entre eux.

Comme le montre le graphique I.2.21, la performance des élèves en sciences a augmenté de plus de 20 points dans la région CABA (Argentine), en Géorgie et au Qatar, et ce, tous les trois ans depuis que ces pays et économies participent à l'enquête PISA – précisons toutefois que la Géorgie a uniquement participé aux évaluations PISA 2009 et PISA 2015, et que la région CABA (Argentine) ne participe à l'enquête PISA en tant qu'entité séparée que depuis l'évaluation PISA 2012. En moyenne, la performance en sciences a progressé tous les trois ans dans une mesure comprise entre 9 points et 20 points depuis 2009 en Albanie, en Moldavie et au Pérou, et de 8 points depuis 2006 en Colombie.

Graphique I.2.21 ■ Évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans depuis 2006



Remarque : Les différences statistiquement significatives sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

L'évolution moyenne par intervalle de 3 ans correspond au taux moyen de variation, par période de trois ans, entre la première enquête PISA disposant de données sur cet indicateur et PISA 2015. Pour les pays et économies disposant de données pour plus d'une enquête, l'évolution moyenne par intervalle de 3 ans est calculée à l'aide d'un modèle de régression linéaire. Ce modèle prend en compte que le Costa Rica, la Géorgie, Malte et la Moldavie ont administré l'enquête PISA 2009 en 2010 dans le cadre de PISA 2009+. Pour les pays/économies disposant uniquement de données comparables pour PISA 2012 et PISA 2015, l'évolution moyenne par intervalle de 3 ans coïncide avec l'évolution entre 2012 et 2015.

Seuls sont inclus dans ce graphique les pays/économies disposant de résultats valides pour PISA 2015 et au moins une enquête antérieure.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de l'évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.4a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432133>

Parmi les pays de l'OCDE, la performance des élèves en sciences a augmenté au Portugal (de plus de 7 points tous les trois ans en moyenne), en Israël (de 5 points environ tous les trois ans), et en Norvège et en Pologne (de 3 points environ tous les trois ans). Parmi les pays et économies partenaires, elle a également augmenté de façon significative à Macao (Chine), en Roumanie, à Singapour et à Trinité-et-Tobago depuis leur première participation à l'enquête PISA. (Macao [Chine] et la Roumanie sont les seuls de ces pays et économies à avoir participé aux quatre évaluations PISA entre 2006 et 2015.)



Parmi les 15 pays et économies dont l'évolution moyenne est négative par intervalle de trois ans, 13 disposent de données comparables pour les quatre évaluations PISA entre 2006 et 2015, les Émirats arabes unis ne participent à l'enquête PISA que depuis 2012 et les résultats de l'Autriche lors de l'évaluation PISA 2009 ne peuvent être comparés avec ses résultats antérieurs ou postérieurs (voir la note 9 en fin de chapitre). Aux Émirats arabes unis, en Finlande et en République slovaque, la performance des élèves en sciences a diminué de plus de 10 points en moyenne tous les trois ans (selon l'hypothèse d'un rythme constant). En moyenne, elle a diminué tous les trois ans dans une mesure comprise entre 5 points et 10 points en Australie, en Grèce, à Hong-Kong (Chine), en Hongrie, en Islande, en Nouvelle-Zélande et en République tchèque ; et de moins de 5 points en Autriche, en Croatie, en Jordanie, aux Pays-Bas et en Suède.

Évolution de la performance en sciences entre 2012 et 2015

Le graphique I.2.21 indique la variation des résultats PISA dans les pays qui ont participé aux deux dernières évaluations, c'est-à-dire les évaluations PISA 2012 et PISA 2015. Le contraste entre la variation enregistrée entre 2012 et 2015 (indiquée par les losanges) et la variation moyenne par intervalle de trois ans enregistrée pendant une période plus longue (indiquée par les bâtons) permet de déterminer si l'augmentation ou la diminution de la performance qui s'observe entre 2012 et 2015 dans un pays ou une économie confirme ou infirme la tendance à la hausse ou à la baisse qui s'observe durant la période plus longue. Les deux valeurs coïncident dans les pays qui ont uniquement participé aux évaluations PISA en 2012 et 2015 (d'où l'absence des losanges). Dans les pays qui ont participé à plus de deux évaluations, les deux valeurs ne coïncident pas nécessairement, et les estimations des tendances à long terme sont plus précises que les estimations des changements à court terme. En moyenne, dans les pays de l'OCDE, la performance de 2015 est similaire à celle de 2006, mais est nettement inférieure (de 8 points) à celle de 2012.

Parmi les pays et économies où la tendance à la baisse est significative, en Croatie, à Hong-Kong (Chine) et en République tchèque, les scores moyens en sciences ont diminué de plus 10 points entre 2012 et 2015, à un rythme moyen plus soutenu qu'entre 2006 et 2015, signe d'une accélération ou d'une inversion de la tendance enregistrée entre 2006 et 2012. Par contraste, la Suède a enregistré une augmentation non significative de 9 points entre 2012 et 2015, ce qui suggère une décélération, voire une inversion, de la tendance à la baisse qui s'observe durant la période plus longue.

Parmi les pays où la tendance à la hausse est significative, en Albanie et au Qatar, les scores moyens en sciences ont augmenté de plus 10 points entre 2012 et 2015, à un rythme moyen plus soutenu qu'entre 2006 et 2015, signe d'une possible accélération de la tendance.

Dans certains pays et économies où la tendance à la hausse ou à la baisse n'est pas significative, les scores ont néanmoins significativement augmenté ou diminué entre 2012 et 2015. Les scores moyens de 2015 sont par exemple nettement inférieurs à ceux de 2012 en Allemagne, en Corée, en Irlande, en Italie, en Lettonie, en Lituanie, au Luxembourg, en Pologne, en Thaïlande, en Tunisie et en Turquie¹¹, mais nettement supérieurs à ceux de 2012 en Indonésie et en Uruguay, où une tendance significative à la hausse ne s'observe pourtant pas durant la période plus longue.

Variation moyenne de la performance par intervalle de trois ans, après contrôle de l'évolution des taux de scolarisation

La performance d'un pays ou d'une économie en sciences peut évoluer sous l'influence de nombreux facteurs. Dans certains pays, la diminution de la performance moyenne peut résulter d'une baisse de la qualité de l'enseignement. Dans d'autres pays, en revanche, la même diminution peut s'expliquer par l'amélioration de la capacité des systèmes d'éducation à scolariser des jeunes qui, sinon, ne seraient plus scolarisés ou le seraient dans l'enseignement primaire à l'âge de 15 ans. La variation de la performance peut aussi résulter de l'évolution démographique. Dans l'enquête PISA, le respect de normes strictes en matière d'échantillonnage et de méthodologie permet de garantir que tous les pays et économies évaluent la performance en sciences des jeunes de 15 ans qui sont scolarisés en 7^e année au moins, mais les caractéristiques de cette population cible peuvent évoluer sous l'effet de flux migratoires ou d'autres changements démographiques ou sociaux.

L'ajustement des tendances neutralise certains changements observés dans la composition et la couverture de l'échantillon PISA, ce qui permet d'identifier des facteurs qui expliquent les tendances observées. Deux types de tendances ajustées sont présentés dans ce volume. Le premier type de tendances, présenté dans cette section, tient compte de l'évolution des taux de scolarisation dans le temps. Le deuxième type de tendances, présenté dans la section suivante, tient compte de l'évolution de la composition de la population en termes d'âge (en trimestre), de sexe et de statut au regard de l'immigration. L'annexe A5 explique en détail comment ces tendances ajustées ont été calculées.

Au cours des 10 dernières années, de nombreux pays – en particulier des pays à revenu faible ou intermédiaire – ont redoublé leurs efforts pour généraliser la scolarisation jusqu'à la fin de l'enseignement primaire (au moins) et réduire



les taux de décrochage dans l'enseignement secondaire. Certains pays, tels que le Brésil et la Turquie, ont porté à plus de 15 ans l'âge de la fin de la scolarité obligatoire ; sous l'effet de ces réformes, le pourcentage de jeunes de 15 ans inclus dans la population cible de l'enquête PISA a considérablement augmenté. Cet essor de l'éducation complique l'interprétation de l'évolution de la performance dans les pays concernés.

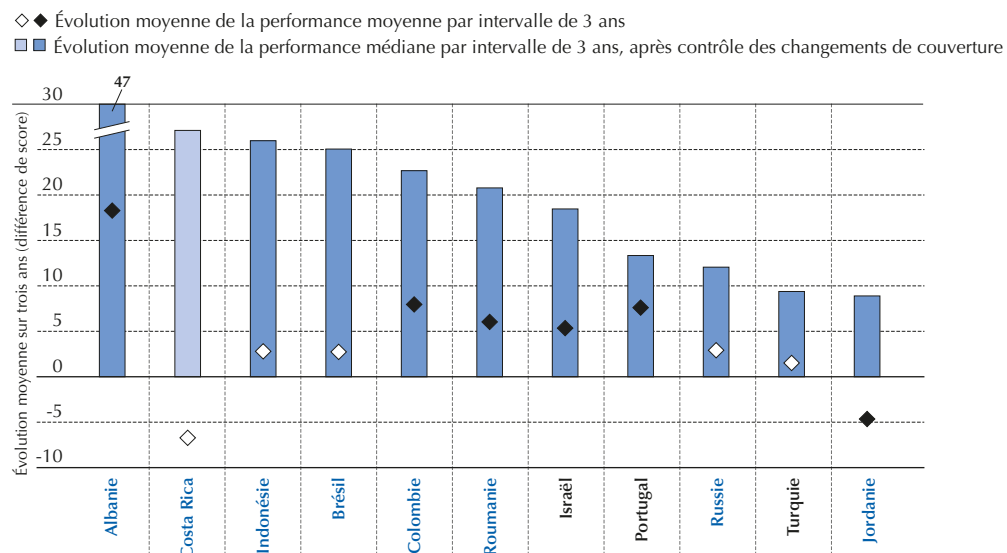
Il est impossible de déterminer avec précision quel score les jeunes non scolarisés ou encore dans l'enseignement primaire (au plus en 6^e année) à l'âge de 15 ans auraient pu obtenir s'ils avaient passé les épreuves PISA. Sans connaître leur score exact, supposer qu'ils auraient obtenu un score les situant dans la moitié inférieure de la répartition nationale de la performance est cependant tout à fait plausible (voir Hanushek et Woessmann, 2008 ; Spaul et Taylor, 2015 ; Taylor Spaul, 2015 ; voir aussi les hypothèses y afférentes dans la note 8 en fin de chapitre). Cette hypothèse permet de suivre, au fil du temps, l'évolution de la performance médiane des jeunes de 15 ans, c'est-à-dire du niveau minimum atteint par au moins 50 % de la population dans un pays ou une économie. Elle permet aussi de calculer l'évolution du pourcentage de jeunes de 15 ans (scolarisés et non scolarisés) qui parviennent à se hisser aux niveaux supérieurs de l'échelle PISA de compétence.

Le graphique I.2.22 indique l'évolution moyenne par intervalle de trois de la performance médiane des jeunes de 15 ans après contrôle de l'évolution, au fil du temps, du pourcentage de jeunes de 15 ans que l'échantillon PISA représente (c'est-à-dire son indice de couverture 3). Seuls les pays dont l'indice de couverture 3 de l'échantillon PISA a augmenté en moyenne de plus de 3 points de pourcentage tous les trois ans sont inclus dans ce graphique (voir l'analyse de l'indice de couverture 3 au chapitre 6).

La tendance ajustée d'évolution de la performance médiane présentée dans le graphique I.2.22 (et le tableau I.2.4d, pour tous les pays) neutralise l'impact de l'évolution, au fil du temps, de la couverture de la population âgée de 15 ans, sous l'effet de la variation de la sélectivité dans l'enseignement secondaire. Si la tendance ajustée d'évolution de la performance médiane est positive, c'est le signe que la plupart des jeunes de 15 ans ont profité de l'amélioration de la qualité de l'éducation : le niveau minimum de compétence atteint par une majorité des jeunes de 15 ans a augmenté au fil du temps. Comparer la tendance ajustée d'évolution de la performance médiane à la tendance observée (non ajustée) d'évolution des scores moyens pendant la même période permet de déterminer dans quelle mesure les différences de couverture des échantillons PISA, en particulier celles découlant de l'expansion de l'enseignement secondaire, influent sur ces tendances.

Graphique I.2.22 ■ **Évolution moyenne de la performance médiane en sciences par intervalle de 3 ans depuis 2006, après contrôle des changements de couverture**

Sélection de pays



Remarques : Les différences statistiquement significatives d'évolution moyenne par intervalle de 3 ans sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

L'évolution moyenne par intervalle de 3 ans correspond au taux moyen de variation, par période de trois ans, entre la première enquête PISA disposant de données sur cet indicateur et PISA 2015. Pour les pays et économies disposant de données pour plus d'une enquête, l'évolution moyenne par intervalle de 3 ans est calculée à l'aide d'un modèle de régression linéaire.

Seuls sont inclus dans ce graphique les pays où l'indice de couverture 3 pour PISA a augmenté de plus de 3 % tous les 3 ans, en moyenne depuis 2006.

Les pays sont classés par ordre décroissant de l'évolution moyenne de la performance médiane en sciences par intervalle de 3 ans, après contrôle des changements de couverture.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableaux I.2.4a et I.2.4d.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432142>



Dans 11 pays et économies, la couverture de l'échantillon PISA a augmenté en moyenne d'au moins 3 points de pourcentage tous les trois ans, ce qui indique que l'enseignement secondaire y est plus inclusif jusqu'à l'âge de 15 ans qu'en 2006 (ou que depuis la première participation à l'enquête PISA). L'analyse de l'évolution de la performance moyenne de ces 11 pays et économies révèle : une tendance significative à la baisse dans l'un d'entre eux, la Jordanie ; une tendance non significative dans cinq d'entre eux, le Brésil, le Costa Rica, l'Indonésie, la Russie et la Turquie ; et une tendance significative à la hausse dans les cinq derniers, l'Albanie, la Colombie, Israël, le Portugal et la Roumanie (voir les tableaux I.2.4a et I.2.4d).

Toutefois, le niveau auquel au moins 50 % des jeunes de 15 ans parviennent (le score médian ajusté) a significativement augmenté entre 2006 (ou la première évaluation) et 2015 dans tous ces pays et économies, sauf au Costa Rica, où l'augmentation n'est pas significative. De plus, le niveau atteint par les 25 % des jeunes de 15 ans les plus performants (le score ajusté du 75^e centile) et le niveau atteint par les 10 % des jeunes de 15 ans les plus performants (le score ajusté du 90^e centile) ont également augmenté durant la même période en Albanie, en Brésil, en Colombie, en Israël, à Macao (Chine), au Portugal, en Roumanie et en Turquie (en Indonésie et en Russie, seul le score du 75^e centile a significativement augmenté). Cela montre que les pays PISA qui ont rendu leur système d'éducation plus inclusif au cours des dix dernières années, comme l'indique l'accroissement du pourcentage de jeunes de 15 ans scolarisés dans l'enseignement secondaire, ne l'ont pas fait au détriment de la qualité de l'éducation pour la plupart des jeunes de 15 ans, y compris ceux qui auraient été scolarisés dans l'enseignement secondaire dans les conditions plus exclusives qui prévalaient par le passé (voir le tableau I.2.4d).

Variation moyenne, par intervalle de 3 ans, de la performance médiane, après contrôle de l'évolution démographique

Dans certains pays, les caractéristiques démographiques de l'effectif d'élèves et de l'échantillon PISA ont considérablement évolué entre les évaluations PISA. Il est possible d'analyser l'impact de l'évolution de l'effectif d'élèves en termes d'âge, de sexe et de statut au regard de l'immigration dans chaque pays et économie : il suffit de comparer la variation (non ajustée) de la performance moyenne présentée dans les sections précédentes à la variation qui aurait été observée si le profil de l'effectif d'élèves lors des évaluations précédentes avait été le même qu'en 2015. Les tendances ajustées présentées dans cette section montrent comment la performance aurait évolué si les échantillons PISA des évaluations antérieures avaient comporté le même pourcentage d'élèves issus de l'immigration (de la première et de la deuxième génération), de garçons et de filles, et d'élèves du même âge (défini par incrément de trois mois) que la population cible de 2015.

Dans les pays de l'OCDE, si le profil démographique de la population avait été le même en 2006 qu'en 2015, le score moyen en sciences aurait été de 496 points, en moyenne. En réalité, le score moyen observé s'établit à 498 points en 2006 et à 493 points en 2015. Dans l'ensemble, les tendances observées et ajustées ne révèlent donc pas de changements significatifs depuis 2006 (voir le tableau I.2.4e).

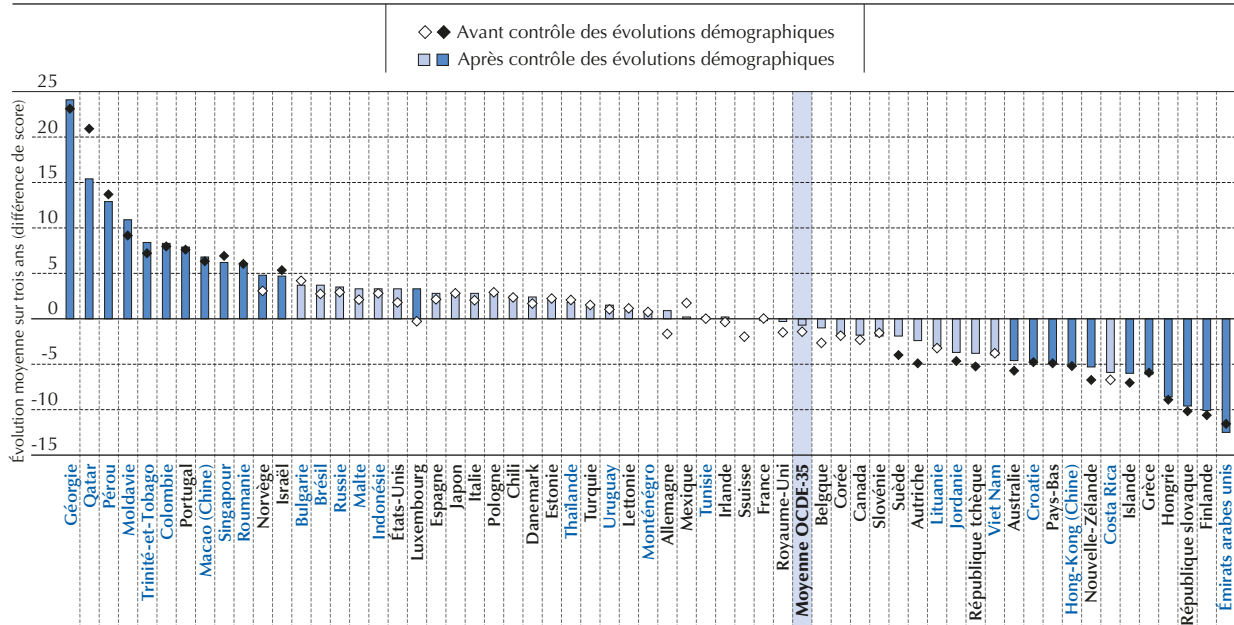
Toutefois, le graphique I.2.23 montre qu'au Luxembourg, la tendance ajustée, c'est-à-dire après neutralisation des effets de l'évolution de la composition démographique de la population cible, en particulier (dans ce cas) l'augmentation du pourcentage d'élèves issus de l'immigration, est positive et significative : elle correspond à une augmentation de 3 points environ par intervalle de trois ans depuis 2006. En revanche, la tendance observée n'est pas significative : -0.3 point par intervalle de trois ans depuis 2006. Cet écart entre les variations avant et après contrôle de l'évolution démographique montre que la performance moyenne du Luxembourg en sciences aurait augmenté depuis 2006 sans ces changements démographiques. De même, en Norvège, la tendance ajustée est significative et positive (+4.8 points par intervalle de trois ans), mais la tendance observée n'est pas significative (+3.1 points par intervalle de trois ans).

Dans d'autres pays où la tendance à la baisse est significative avant ajustement, la performance n'aurait pas diminué aussi fortement si la composition démographique de la population cible n'avait pas évolué. En Autriche, la tendance correspond par intervalle de trois ans à une diminution de 4.9 points avant ajustement, mais à une diminution non significative de 2.4 points après ajustement, sans l'évolution démographique. De même, la tendance à la baisse qui s'observe en Suède (-4.0 points) est significative avant ajustement, mais ne l'est plus après ajustement (-2.1 point).

Le graphique I.2.23 met en évidence d'autres pays et économies où l'évolution démographique de l'échantillon ou de la population cible influe sur les tendances observées, mais pas au point de rendre significative une tendance qui ne l'est pas¹². L'Allemagne, la Belgique et la Suisse¹³ se démarquent : la tendance ajustée compte tenu de l'évolution démographique est plus positive, d'au moins 1.5 point par intervalle de trois ans, que la tendance observée.



Graphique I.2.23 ■ Évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans depuis 2006, après contrôle des évolutions démographiques



Remarque : Les différences statistiquement significatives sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

L'évolution moyenne par intervalle de 3 ans correspond au taux moyen de variation, par période de trois ans, entre la première enquête PISA disposant de données sur cet indicateur et PISA 2015. Pour les pays et économies disposant de données pour plus d'une enquête, l'évolution moyenne par intervalle de 3 ans est calculée à l'aide d'un modèle de régression linéaire. Ce modèle prend en compte que le Costa Rica, la Géorgie, Malte et la Moldavie ont administré l'enquête PISA 2009 en 2010 dans le cadre de PISA 2009+.

L'évolution moyenne par intervalle de 3 ans après contrôle des évolutions démographiques montre l'évolution dans le temps de la performance d'une population présentant le même profil démographique que la population évaluée dans l'enquête PISA 2015. Les caractéristiques démographiques retenues sont : l'âge des élèves (par paliers de 3 mois) ; leur sexe ; et leur statut au regard de l'immigration.

Seuls sont inclus dans ce graphique les pays/économies disposant de résultats valides pour PISA 2015 et au moins une enquête antérieure.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de l'évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans, après contrôle des évolutions démographiques.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableaux I.2.4a et I.2.4e.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432151>

À l'autre extrême se trouve le Qatar, dont la tendance à la hausse de la performance PISA s'explique en partie par l'évolution favorable de la composition démographique de la population cible : la tendance observée révèle une amélioration plus rapide que la tendance ajustée compte tenu de cette évolution, mais les deux tendances sont positives et significatives.

Les tendances ajustées, aussi édifiantes soient-elles, ne sont toutefois que des scénarios hypothétiques qui aident à déterminer les raisons pour lesquelles la performance des élèves varie au fil du temps. Les tendances observées (non ajustées) présentées dans le graphique I.2.21 et dans ce chapitre montrent l'évolution globale des systèmes d'éducation. Les comparer avec des tendances ajustées, par définition hypothétiques, permet toutefois de mettre en évidence les défis que les pays et économies ont à relever pour améliorer la performance en sciences de leurs élèves et de leurs établissements.

Comparaison de la performance moyenne en sciences entre 2006 et 2015

Des pays et économies peuvent afficher des performances similaires à un moment donné, mais à mesure que le temps passe et que leur système d'éducation évolue, certains d'entre eux peuvent améliorer leur performance, prendre la tête de leur groupe de pays et économies, voire rejoindre un groupe plus performant, alors que d'autres peuvent voir leur performance faiblir et perdre du terrain par rapport aux autres pays et économies. Le graphique I.2.24 associe chacun des pays et économies dont les données des évaluations PISA de 2006 et de 2015 sont comparables aux pays et économies dont la performance en sciences était du même ordre que la leur en 2006, mais a augmenté ou a diminué en 2015.

En 2006, le Japon a par exemple obtenu un score similaire à celui de l'Australie, du Canada, de la Corée, de la Nouvelle-Zélande et des Pays-Bas, mais nettement inférieur à celui de la Finlande et de Hong-Kong (Chine). En 2015, en revanche, le Japon devance tous ces pays et économies, car ceux-ci ont enregistré une diminution de leur score entre 2006 et 2015. En 2006, le Portugal avait obtenu en sciences un score moins élevé que l'Espagne et la France, mais il a amélioré sa performance depuis lors, au point de l'emporter sur l'Espagne et de faire jeu égal avec la France en 2015.



Le graphique I.2.25 montre la relation entre la performance moyenne de 2006 en sciences et le rythme moyen d'évolution entre 2006 et 2015 dans tous les pays et économies. Les pays et économies dont le score a le plus progressé entre les différentes évaluations (dans la moitié supérieure du graphique) sont plus susceptibles d'avoir accusé des scores relativement peu élevés au début de la période à l'étude. Le coefficient de corrélation entre le score le plus ancien en sciences et le rythme moyen d'évolution s'établit à -0.59. En d'autres termes, la variation du rythme d'évolution peut s'expliquer à hauteur de 34 % par le score initial des pays et économies ; les pays et économies dont le score initial était moins élevé tendent à l'améliorer à un rythme plus rapide¹⁴.

Les pays où la progression est la plus forte sont plus susceptibles d'être ceux qui accusaient un score moins élevé en 2006, certes, mais certains pays et économies dont le score était égal ou supérieur à la moyenne en 2006 ont vu la performance de leurs élèves s'améliorer au fil du temps. C'est le cas à Macao (Chine), dont la performance moyenne en sciences a augmenté, alors qu'elle était déjà supérieure à la moyenne lors de l'évaluation PISA 2006 (les résultats des pays et économies qui ont commencé à participer à l'enquête PISA après 2006 sont indiqués dans le tableau I.2.4a).

D'autres pays et économies très performants qui ont commencé à participer à l'enquête PISA après 2006, comme Singapour, ont également vu leur score progresser. De plus, de nombreux pays et économies qui faisaient jeu égal en 2006 ont évolué différemment. Ainsi, la Grèce et le Portugal ont obtenu des scores qui n'étaient pas statistiquement différents en 2006 (473 points et 474 points, respectivement), mais qui divergent de plus de 40 points, soit l'équivalent de plus d'une année de scolarité, en 2015 (455 points et 501 points, respectivement).

Évolution de la performance chez les élèves peu performants et très performants

L'évolution de la performance moyenne d'un pays ou d'une économie peut être imputable à des changements à différents niveaux de la répartition de la performance. Dans certains pays et économies, le score moyen a augmenté lorsque le pourcentage d'élèves aux niveaux inférieurs de l'échelle de culture scientifique a diminué, sous l'effet de l'amélioration de la performance dans ce groupe. Dans d'autres pays et économies, l'augmentation du score moyen résulte en grande partie de l'amélioration du niveau de compétence des élèves les plus performants et de l'accroissement du pourcentage de ces mêmes élèves.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, le pourcentage d'élèves sous le niveau 2 de l'échelle de culture scientifique a augmenté de 1.5 point de pourcentage entre 2006 et 2015 (une augmentation non significative), tandis que le pourcentage d'élèves au niveau 5 ou 6 de cette échelle a diminué de 1.0 point de pourcentage (une diminution non significative) (voir le graphique I.2.26). Entre 2006 et 2015, quatre pays et économies ont réduit leur pourcentage d'élèves sous le niveau 2 : la Colombie, Macao (Chine), le Portugal et le Qatar. Non contents de réduire leur pourcentage d'élèves peu performants, Macao (Chine), le Portugal et le Qatar ont réussi dans le même temps à accroître leur pourcentage d'élèves au niveau 5 ou 6.

À l'inverse, le pourcentage d'élèves aux niveaux 5 et 6 a diminué et le pourcentage d'élèves sous le niveau 2 a augmenté en Australie, en Finlande, en Grèce, en Hongrie, en Nouvelle-Zélande, en République slovaque et en République tchèque. Le pourcentage d'élèves peu performants a augmenté, mais le pourcentage d'élèves très performants n'a pas varié dans une mesure statistiquement significative en Croatie, aux Pays-Bas et en Suède. Enfin, le pourcentage d'élèves très performants a diminué, mais le pourcentage d'élèves peu performants est resté stable en Autriche, à Hong-Kong (Chine), en Irlande, en Islande, en Jordanie, au Royaume-Uni et en Slovaquie.

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, la variation du niveau de compétence des élèves en sciences est restée stable entre 2006 et 2015 : des évolutions similaires, non significatives, ont été enregistrées dans la répartition des élèves selon la performance (voir les tableaux I.2.4b et I.2.4c).

Entre 2006 et 2015, les écarts de score se sont creusés – comme le montre la plage des scores entre le 10^e et le 90^e centile – en Corée, en Estonie, en Finlande, en Hongrie, au Luxembourg, au Monténégro, au Qatar, en République slovaque et en Suède. Au Qatar, la performance en sciences a augmenté dans toute la répartition, mais nettement plus à l'extrémité supérieure (le 90^e centile) qu'à l'extrémité inférieure (le 10^e centile). En Corée, en Estonie, au Luxembourg et au Monténégro, l'évolution de la performance à l'extrémité supérieure de la répartition (parmi les élèves les plus performants) et à l'extrémité inférieure de cette répartition (parmi les élèves les moins performants) fait ressortir des améliorations ou des reculs non statistiquement significatifs, mais la différence entre ces évolutions est significative. En Corée et en Suède, la performance est restée stable parmi les élèves les plus performants, mais a diminué parmi les élèves les moins performants. Enfin, en Finlande, en Hongrie et en République slovaque, la performance a diminué chez tous les élèves, mais dans une plus large mesure chez les élèves les moins performants (voir le graphique I.2.27 et le tableau I.2.4c).




Graphique I.2.24 [Partie 1/4] ■ Comparaisons multiples de la performance en sciences entre 2006 et 2015

Pays/économie de référence	Performance en sciences en 2006	Performance en sciences en 2015	Pays/économies présentant...		
			... une performance similaire en 2006 et en 2015	... une performance similaire en 2006, mais supérieure en 2015	... une performance similaire en 2006, mais inférieure en 2015
Japon	531	538	Estonie, Taïpei chinois		Canada, Corée, Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas
Estonie	531	534	Japon, Taïpei chinois		Canada, Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas
Taïpei chinois	532	532	Japon, Estonie, Canada		Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas
Finlande	563	531			
Macao (Chine)	511	529			Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Irlande, Belgique, Autriche, République tchèque
Canada	534	528	Taïpei chinois	Japon, Estonie	Nouvelle-Zélande
Hong-Kong (Chine)	542	523			
Corée	522	516	Nouvelle-Zélande, Slovaquie, Australie, Royaume-Uni, Allemagne, Pays-Bas	Japon	République tchèque
Nouvelle-Zélande	530	513	Corée, Australie, Pays-Bas	Japon, Estonie, Taïpei chinois, Canada	
Slovaquie	519	513	Corée, Royaume-Uni, Allemagne		Autriche, République tchèque
Australie	527	510	Corée, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas	Japon, Estonie, Taïpei chinois	
Royaume-Uni	515	509	Corée, Slovaquie, Allemagne, Suisse, Irlande	Macao (Chine)	Belgique, Autriche, République tchèque
Allemagne	516	509	Corée, Slovaquie, Royaume-Uni, Suisse, Irlande	Macao (Chine)	Belgique, Autriche, République tchèque
Pays-Bas	525	509	Corée, Nouvelle-Zélande, Australie	Japon, Estonie, Taïpei chinois	
Suisse	512	506	Royaume-Uni, Allemagne, Irlande, Belgique	Macao (Chine)	Autriche, République tchèque, Hongrie
Irlande	508	503	Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Belgique	Macao (Chine)	Autriche, Suède, République tchèque, Hongrie
Belgique	510	502	Suisse, Irlande	Macao (Chine), Royaume-Uni, Allemagne	Autriche, République tchèque, Hongrie
Danemark	496	502	Pologne, États-Unis		France, Suède, Espagne, Lettonie, Hongrie, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
Pologne	498	501	Danemark, États-Unis, Suède		France, Hongrie, Croatie
Portugal	474	501			Russie, Italie, Grèce
Norvège	487	498	États-Unis, France, Espagne		Lettonie, Russie, Luxembourg, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
États-Unis	489	496	Danemark, Pologne, Norvège, France, Espagne, Lettonie		Russie, Luxembourg, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
Autriche	511	495	Suède, République tchèque	Macao (Chine), Slovaquie, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Irlande, Belgique	Hongrie
France	495	495	Norvège, États-Unis, Espagne, Lettonie	Danemark, Pologne	Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
Suède	503	493	Pologne, Autriche	Irlande, Danemark	Hongrie
République tchèque	513	493	Autriche	Macao (Chine), Corée, Slovaquie, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Irlande, Belgique	
Espagne	488	493	Norvège, États-Unis, France, Lettonie	Danemark	Luxembourg, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
Lettonie	490	490	États-Unis, France, Espagne	Danemark, Norvège	Luxembourg, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque
Russie	479	487	Luxembourg, Italie	Portugal, Norvège, États-Unis	Lituanie, Grèce
Luxembourg	486	483	Russie	Norvège, États-Unis, Espagne, Lettonie	Lituanie, République slovaque
Italie	475	481	Russie	Portugal	Grèce

Remarque : Seuls sont inclus dans ce graphique les pays et économies disposant de résultats valides pour les enquêtes PISA 2006 et PISA 2015.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences en 2015.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432161>


Graphique I.2.24 [Partie 2/4] ■ Comparaisons multiples de la performance en sciences entre 2006 et 2015

Pays/économie de référence	Performance en sciences en 2006	Performance en sciences en 2015	Pays/économies présentant...			
			... une performance supérieure en 2006, mais similaire en 2015	... une performance supérieure en 2006, mais inférieure en 2015	... une performance inférieure en 2006, mais similaire en 2015	... une performance inférieure en 2006, mais supérieure en 2015
Japon	531	538		Finlande, Hong-Kong (Chine)		
Estonie	531	534	Finlande	Hong-Kong (Chine)		
Taipei chinois	532	532	Finlande	Hong-Kong (Chine)	Macao (Chine)	
Finlande	563	531			Estonie, Taipei chinois, Macao (Chine), Canada	Japon
Macao (Chine)	511	529	Taipei chinois, Finlande, Canada, Hong-Kong (Chine)	Corée, Nouvelle-Zélande, Slovénie, Australie, Pays-Bas		
Canada	534	528	Finlande, Hong-Kong (Chine)		Macao (Chine)	
Hong-Kong (Chine)	542	523			Macao (Chine), Canada, Corée	Japon, Estonie, Taipei chinois
Corée	522	516	Hong-Kong (Chine)			Macao (Chine)
Nouvelle-Zélande	530	513			Slovénie, Royaume-Uni, Allemagne	Macao (Chine)
Slovénie	519	513	Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas			Macao (Chine)
Australie	527	510			Slovénie, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse	Macao (Chine)
Royaume-Uni	515	509	Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas			
Allemagne	516	509	Nouvelle-Zélande, Australie, Pays-Bas			
Pays-Bas	525	509			Slovénie, Royaume-Uni, Allemagne, Suisse, Irlande	Macao (Chine)
Suisse	512	506	Australie, Pays-Bas		Danemark, Pologne, Portugal, Norvège	
Irlande	508	503	Pays-Bas		Danemark, Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis	
Belgique	510	502			Danemark, Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis	
Danemark	496	502	Suisse, Irlande, Belgique	Autriche, République tchèque	Portugal, Norvège	
Pologne	498	501	Suisse, Irlande, Belgique, Autriche	République tchèque	Portugal, Norvège	
Portugal	474	501	Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Norvège, États-Unis, Autriche, France, Suède	République tchèque, Espagne, Lettonie, Luxembourg, Hongrie, Lituanie, Croatie, Islande, République slovaque		
Norvège	487	498	Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Autriche, Suède, République tchèque	Hongrie	Portugal	
États-Unis	489	496	Irlande, Belgique, Autriche, Suède, République tchèque	Hongrie	Portugal	
Autriche	511	495			Pologne, Portugal, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie	Danemark
France	495	495	Autriche, Suède, République tchèque	Hongrie	Portugal	
Suède	503	493	République tchèque		Portugal, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie, Russie	
République tchèque	513	493			Norvège, États-Unis, France, Suède, Espagne, Lettonie, Russie	Danemark, Pologne, Portugal
Espagne	488	493	Autriche, Suède, République tchèque	Hongrie	Russie	Portugal
Lettonie	490	490	Autriche, Suède, République tchèque	Hongrie	Russie	Portugal
Russie	479	487	Suède, République tchèque, Espagne, Lettonie	Hongrie, Croatie, Islande, République slovaque		
Luxembourg	486	483		Hongrie, Croatie, Islande	Italie	Portugal
Italie	475	481	Luxembourg, Hongrie, Lituanie, Croatie	Islande, République slovaque		

Remarque : Seuls sont inclus dans ce graphique les pays et économies disposant de résultats valides pour les enquêtes PISA 2006 et PISA 2015.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences en 2015.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432161>




Graphique I.2.24 [Partie 3/4] ■ Comparaisons multiples de la performance en sciences entre 2006 et 2015

Pays/économie de référence	Performance en sciences en 2006	Performance en sciences en 2015	Pays/économies présentant...		
			... une performance similaire en 2006 et en 2015	... une performance similaire en 2006, mais supérieure en 2015	... une performance similaire en 2006, mais inférieure en 2015
Hongrie	504	477		Suisse, Irlande, Belgique, Danemark, Pologne, Autriche, Suède	
Lituanie	488	475	Croatie, Islande	Danemark, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie, Russie, Luxembourg	République slovaque
Croatie	493	475	Lituanie, Islande	Danemark, Pologne, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie	République slovaque
Islande	491	473	Lituanie, Croatie	Danemark, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie	République slovaque
Israël	454	467			
République slovaque	488	461		Danemark, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie, Luxembourg, Lituanie, Croatie, Islande	
Grèce	473	455		Portugal, Russie, Italie	
Chili	438	447	Bulgarie		
Bulgarie	434	446	Chili		Uruguay, Turquie, Jordanie
Uruguay	428	435	Roumanie	Bulgarie	Turquie, Jordanie
Roumanie	418	435	Uruguay, Turquie		Thaïlande, Mexique, Monténégro, Jordanie
Turquie	424	425	Roumanie, Thaïlande	Bulgarie, Uruguay	Jordanie
Thaïlande	421	421	Turquie	Roumanie	Jordanie
Qatar	349	418			
Colombie	388	416			Indonésie, Brésil, Tunisie
Mexique	410	416	Monténégro	Roumanie	
Monténégro	412	411	Mexique	Roumanie	
Jordanie	422	409		Bulgarie, Uruguay, Roumanie, Turquie, Thaïlande	
Indonésie	393	403	Brésil	Colombie	Tunisie
Brésil	390	401	Indonésie	Colombie	Tunisie
Tunisie	386	386		Colombie, Indonésie, Brésil	

Remarque : Seuls sont inclus dans ce graphique les pays et économies disposant de résultats valides pour les enquêtes PISA 2006 et PISA 2015. Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences en 2015.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432161>


Graphique I.2.24 [Partie 4/4] ■ Comparaisons multiples de la performance en sciences entre 2006 et 2015

Pays/économie de référence	Performance en sciences en 2006	Performance en sciences en 2015	Pays/économies présentant...			
			... une performance supérieure en 2006, mais similaire en 2015	... une performance supérieure en 2006, mais inférieure en 2015	... une performance inférieure en 2006, mais similaire en 2015	... une performance inférieure en 2006, mais supérieure en 2015
Hongrie	504	477			Italie, Lituanie, Croatie, Islande	Portugal, Norvège, États-Unis, France, Espagne, Lettonie, Russie, Luxembourg
Lituanie	488	475	Hongrie		Italie	Portugal
Croatie	493	475	Hongrie		Italie	Portugal, Russie, Luxembourg
Islande	491	473	Hongrie		Israël	Portugal, Russie, Luxembourg, Italie
Israël	454	467	Islande, République slovaque	Grèce		
République slovaque	488	461			Israël, Grèce	Portugal, Russie, Italie
Grèce	473	455	République slovaque		Chili, Bulgarie	Israël
Chili	438	447	Grèce			
Bulgarie	434	446	Grèce			
Uruguay	428	435				
Roumanie	418	435				
Turquie	424	425			Qatar	
Thaïlande	421	421			Qatar, Colombie, Mexique	
Qatar	349	418	Turquie, Thaïlande, Colombie, Mexique	Monténégro, Jordanie, Indonésie, Brésil, Tunisie		
Colombie	388	416	Thaïlande, Mexique, Monténégro	Jordanie	Qatar	
Mexique	410	416	Thaïlande	Jordanie	Qatar, Colombie	
Monténégro	412	411	Jordanie		Colombie	Qatar
Jordanie	422	409			Monténégro, Indonésie	Qatar, Colombie, Mexique
Indonésie	393	403	Jordanie			Qatar
Brésil	390	401				Qatar
Tunisie	386	386				Qatar

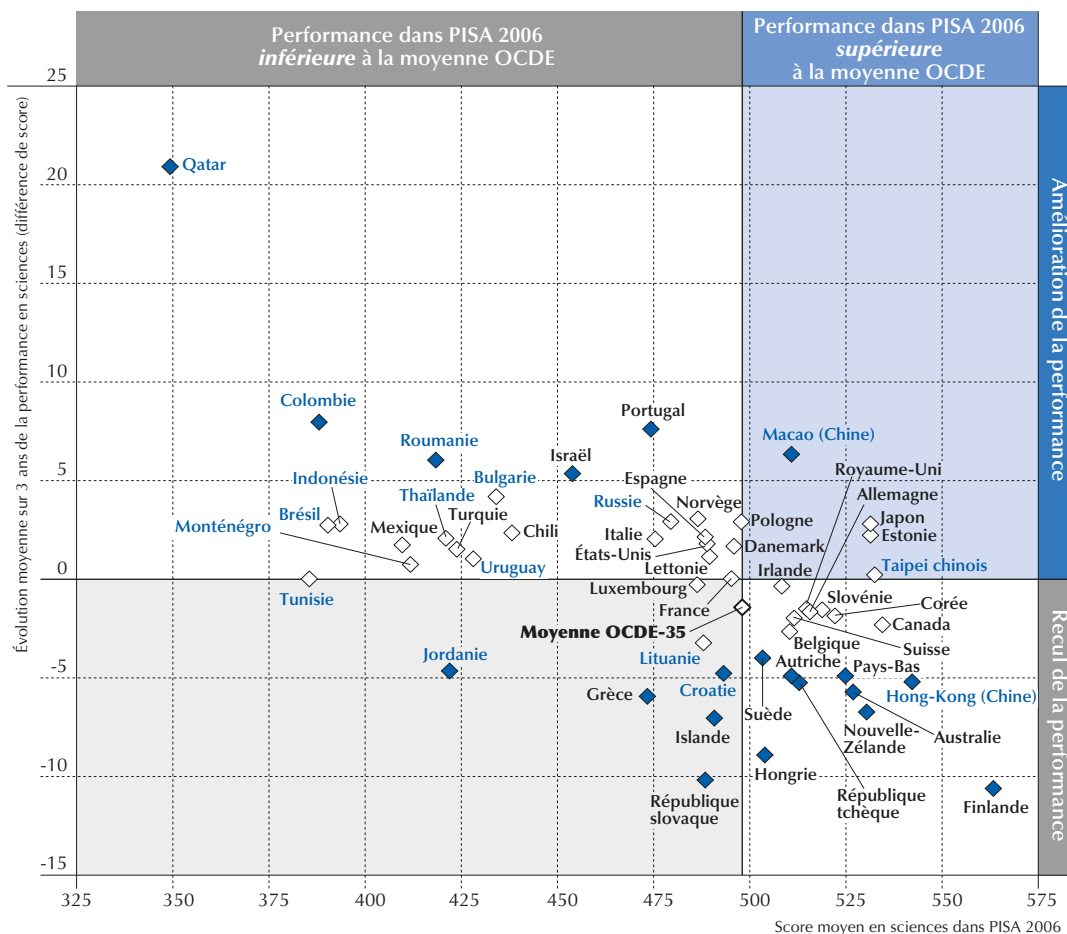
Remarque : Seuls sont inclus dans ce graphique les pays et économies disposant de résultats valides pour les enquêtes PISA 2006 et PISA 2015.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences en 2015.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432161>

Graphique I.2.25 ■ Relation entre l'évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans et les scores moyens dans ce domaine lors de l'enquête PISA 2006



Remarques : Les différences statistiquement significatives d'évolution moyenne de la performance en sciences par intervalle de 3 ans sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

L'évolution moyenne par intervalle de 3 ans correspond au taux moyen de variation, par période de trois ans, entre la première enquête PISA disposant de données sur cet indicateur et PISA 2015. Pour les pays et économies disposant de données pour plus d'une enquête, l'évolution moyenne par intervalle de 3 ans est calculée à l'aide d'un modèle de régression linéaire. Ce modèle prend en compte que le Costa Rica, la Géorgie, Malte et la Moldavie ont administré l'enquête PISA 2009 en 2010 dans le cadre de PISA 2009+.

La corrélation entre le score moyen d'un pays/d'une économie en 2006 et son évolution moyenne par intervalle de 3 ans s'établit à 0.6.

Seuls sont inclus les pays et économies disposant de données depuis 2006.

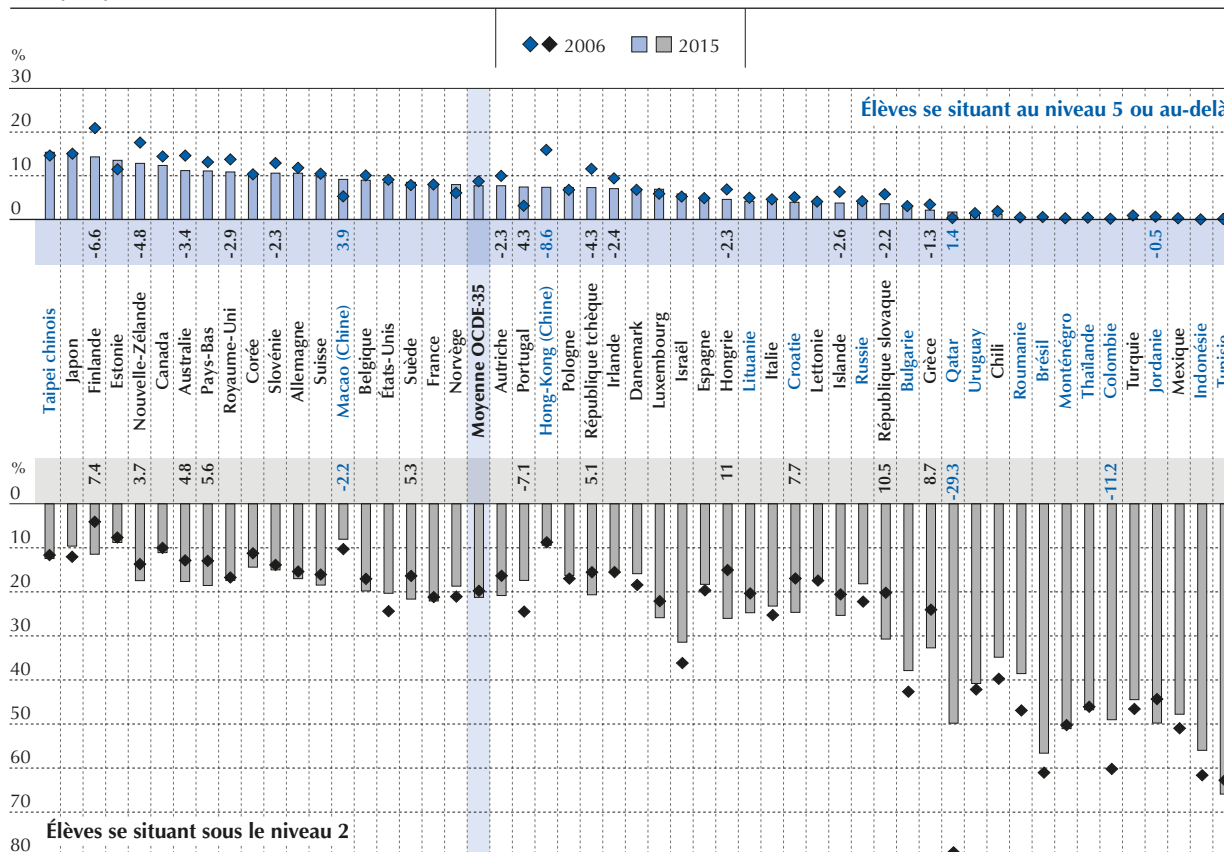
Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.4a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432175>

Les écarts de performance se sont parfois creusés en partie sous l'effet de l'évolution démographique, en particulier de l'accroissement de la population issue de l'immigration. C'est le cas au Qatar, où les élèves issus de l'immigration sont dans l'ensemble plus performants que les élèves autochtones ; et au Luxembourg et en Suède, où les élèves issus de l'immigration, dont le nombre a considérablement augmenté ces dernières années, sont dans l'ensemble moins performants que les élèves autochtones. Dans ces trois pays, l'évolution démographique n'explique toutefois qu'une partie des tendances qui s'observent. Dans les autres pays et économies où les écarts se sont creusés, la tendance observée aux deux extrémités de la répartition s'écarte de moins de 1.5 point de la tendance ajustée compte tenu de l'évolution de la composition démographique nationale (voir le tableau I.2.4f).



Graphique I.2.26 ■ Pourcentage d'élèves peu ou très performants en sciences, en 2006 et en 2015



Remarques : Seul sont inclus les pays/économies ayant participé à la fois à PISA 2006 et à PISA 2015.

L'évolution entre PISA 2006 et PISA 2015 du pourcentage d'élèves se situant sous le niveau 2 de compétence en sciences est indiquée sous le nom du pays/de l'économie. L'évolution entre PISA 2006 et PISA 2015 du pourcentage d'élèves se situant au niveau 5 de compétence en sciences ou au-delà est indiquée au-dessus du nom du pays/de l'économie.

Seules sont présentées les évolutions statistiquement significatives (voir l'annexe A3).

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant du pourcentage d'élèves se situant au niveau 5 de compétence en sciences ou au-delà en 2015.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.2a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432188>

En revanche, les écarts de score PISA se sont resserrés dans neuf autres pays et économies, à savoir aux États-Unis, à Hong-Kong (Chine), en Irlande, en Islande, au Mexique, en Russie, au Royaume-Uni, en Tunisie et en Uruguay. Aux États-Unis, au Mexique, en Tunisie et en Uruguay, cette réduction des écarts s'explique par l'amélioration des scores chez les élèves les moins performants, sans amélioration significative (voire avec une dégradation concomitante, dans le cas de la Tunisie) des scores chez les élèves les plus performants. À Hong-Kong (Chine) et au Royaume-Uni, la performance est restée stable à l'extrémité inférieure de la répartition (le 10^e centile), mais a significativement diminué à l'extrémité supérieure (le 90^e centile). En Irlande et en Russie, ni la tendance à la hausse chez les élèves les moins performants, ni la tendance à la baisse chez les élèves les plus performants ne sont significatives, mais la différence entre les deux tendances, qui est significative, est le signe que l'écart se comble entre les extrémités inférieure et supérieure de la répartition. En Islande, la tendance est à la baisse dans le 90^e et le 10^e centile, mais est nettement plus sensible dans le 10^e centile (voir le graphique I.2.27 et les tableaux I.2.4c et I.2.4f).



Graphique I.2.28 ■ Comparaison des pays/économies sur les différentes sous-échelles de compétence scientifique

	Performance moyenne en sciences (échelle globale de culture scientifique)	Performance moyenne sur chaque sous-échelle de compétence scientifique			Points forts relatifs en sciences : performance moyenne sur la sous-échelle de compétence scientifique... ¹		
		Expliquer des phénomènes de manière scientifique	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques	Interpréter des données et des faits de manière scientifique	... expliquer des phénomènes de manière scientifique (ep) supérieure à celle sur la sous-échelle...	... évaluer et concevoir des investigations scientifiques (ec) supérieure à celle sur la sous-échelle...	... interpréter des données et des faits de manière scientifique (id) supérieure à celle sur la sous-échelle...
Singapour	556	553	560	556		ep id	
Japon	538	539	536	541			ec
Estonie	534	533	535	537			
Taipei chinois	532	536	525	533	ec		ec
Finlande	531	534	529	529	id		
Macao (Chine)	529	528	525	532			ep ec
Canada	528	530	530	525	id	id	
Hong-Kong (Chine)	523	524	524	521			
P-S-J-G (Chine)	518	520	517	516			
Corée	516	510	515	523		ep	ep ec
Nouvelle-Zélande	513	511	517	512		ep id	
Slovénie	513	515	511	512	ec		
Australie	510	510	512	508			
Royaume-Uni	509	509	508	509			
Allemagne	509	511	506	509	ec		ec
Pays-Bas	509	509	511	506	id	id	
Suisse	506	505	507	506			
Irlande	503	505	500	500	ec id		
Belgique	502	499	507	503		ep id	ep
Danemark	502	502	504	500			
Pologne	501	501	502	501			
Portugal	501	498	502	503		ep	ep
Norvège	498	502	493	498	ec id		ec
États-Unis	496	492	503	497		ep id	ep
Autriche	495	499	488	493	ec id		ec
France	495	488	498	501		ep	ep
Suède	493	498	491	490	ec id		
Moyenne OCDE	493	493	493	493			ec
République tchèque	493	496	486	493	ec		ec
Espagne	493	494	489	493	ec		ec
Lettonie	490	488	489	494			ep ec
Russie	487	486	484	489			ec
Luxembourg	483	482	479	486	ec		ep ec
Italie	481	481	477	482			ec
Hongrie	477	478	474	476			
Lituanie	475	478	478	471	id	id	
Croatie	475	476	473	476			
Islande	473	468	476	478		ep	ep
Israël	467	463	471	467		ep id	ep
République slovaque	461	464	457	459	ec id		
Grèce	455	454	453	454			
Chili	447	446	443	447	ec		
Bulgarie	446	449	440	445	ec id		
Émirats arabes unis	437	437	431	437	ec		ec
Uruguay	435	434	433	436			
Chypre*	433	432	430	434			ec
Turquie	425	426	428	423		id	
Thaïlande	421	419	423	422			
Costa Rica	420	420	422	415	id	id	
Qatar	418	417	414	418			ec
Colombie	416	412	420	416		ep id	ep
Mexique	416	414	415	415			
Monténégro	411	411	408	410			
Brésil	401	403	398	398	id		
Pérou	397	392	399	398		ep	ep
Tunisie	386	385	379	390	ec		ep ec
République dominicaine	332	332	324	330	ec		ec


* Voir la note 1 sous le graphique I.2.13.

1. Les points forts relatifs sont indiqués dans une couleur plus foncée ; les cellules vides indiquent les cas où le score sur la sous-échelle de compétence n'est pas significativement supérieur à celui sur les autres sous-échelles, y compris les cas où il est inférieur. Les sous-échelles de compétence sont représentées par les abréviations suivantes : ep – expliquer des phénomènes de manière scientifique ; ec – évaluer et concevoir des investigations scientifiques ; et id – interpréter des données et des faits de manière scientifique.

Remarque : Seuls sont inclus les pays et économies où l'administration de l'évaluation PISA 2015 s'est faite sur ordinateur.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

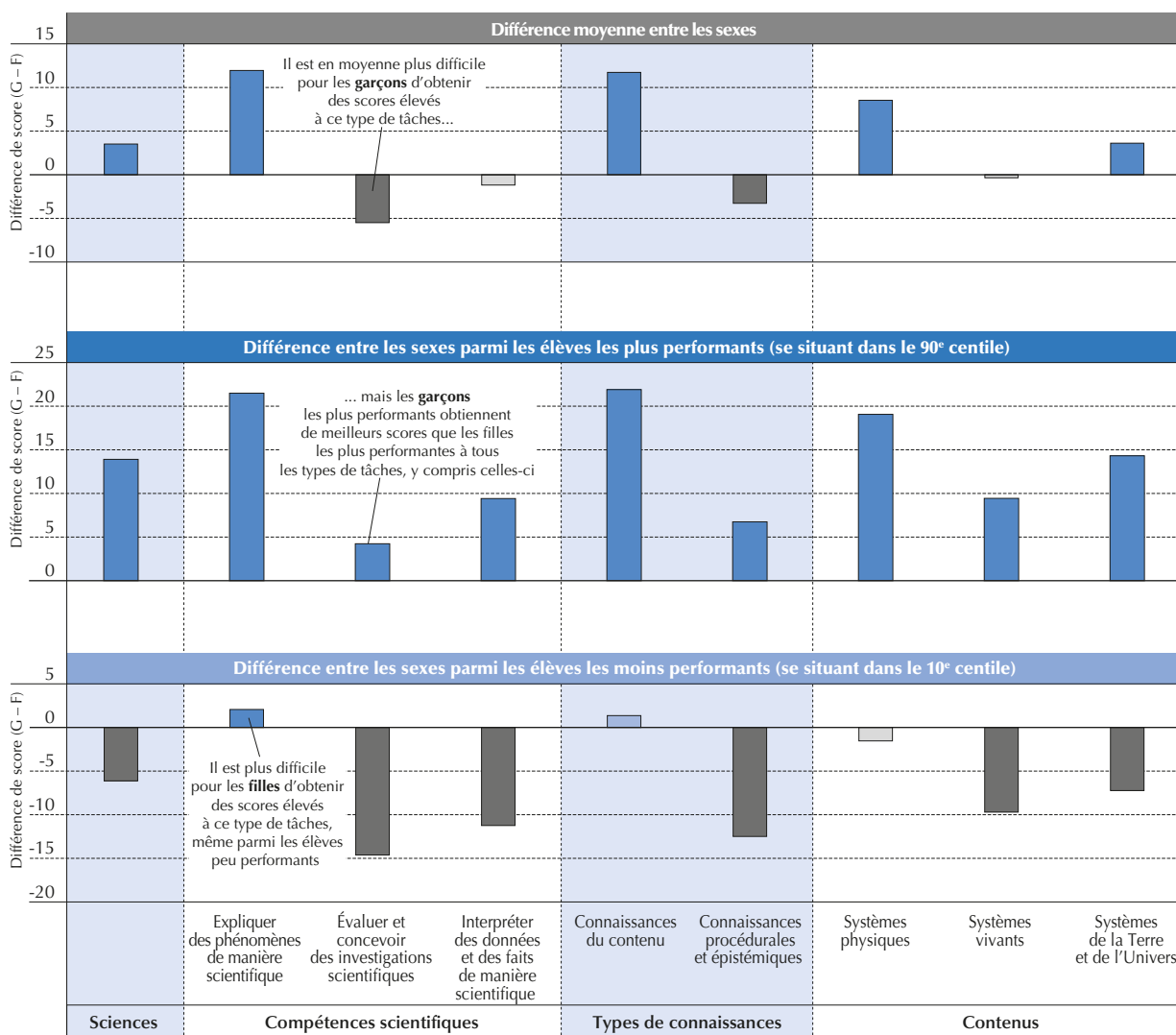
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432201>



Forces et faiblesses relatives des pays et économies sur les sous-échelles de compétence scientifique

Comme nous l'avons vu ci-dessus, chaque item des épreuves de sciences administrées lors de l'évaluation PISA 2015 se classe dans une catégorie de compétence, même si les élèves doivent souvent utiliser plus d'une compétence pour y répondre correctement. Les élèves doivent essentiellement expliquer des phénomènes de manière scientifique dans près de la moitié des items ; interpréter des données et des faits de manière scientifique dans environ 30 % des items ; et évaluer et concevoir des investigations scientifiques dans un quart des items. Parfois, la même unité contient des items qui font appel à des compétences différentes. C'est le cas, par exemple, dans l'unité *LA MIGRATION DES OISEAUX* (voir l'annexe C1) qui a été rendue publique : les élèves doivent expliquer un phénomène de manière scientifique dans la première question, évaluer et concevoir une investigation scientifique dans la deuxième question, et interpréter des données et des faits de manière scientifique dans la dernière question.

Graphique I.2.29 ■ **Points forts et points faibles des garçons et des filles en sciences**
Différence de score entre les garçons et les filles, moyenne OCDE



Remarques : Toutes les différences entre les sexes sont statistiquement significatives parmi les élèves les plus performants. Les différences statistiquement significatives entre les sexes parmi les élèves de niveau intermédiaire et les élèves les moins performants sont indiquées dans une couleur plus foncée (voir l'annexe A3).

Les différences entre les sexes en faveur des filles sont indiquées en gris.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableaux I.2.7, I.2.16d, I.2.17d, I.2.18d, I.2.19d, I.2.20d, I.2.21d, I.2.22d et I.2.23d.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432213>



Le graphique I.2.28 indique le score moyen des pays et économies sur l'échelle principale de culture scientifique, ainsi que sur chaque sous-échelle de compétence. Il précise aussi si les différences sont significatives sur les sous-échelles, ce qui permet de déduire les forces et les faiblesses des pays et économies. Par exemple, Singapour est le pays le plus performant en sciences et dans chaque compétence scientifique, mais son score moyen est relativement plus élevé sur la sous-échelle « Évaluer et concevoir des investigations scientifiques » que sur les deux autres sous-échelles de compétence (« Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et « Interpréter des données et des faits de manière scientifique »).

Par contraste, au Taipei chinois, au quatrième rang dans la liste, c'est lorsqu'il s'agit d'expliquer des phénomènes de manière scientifique et d'interpréter des données et des faits de manière scientifique que les élèves sont relativement plus performants. En Corée, le point fort des élèves est avant tout d'interpréter des données et des faits de manière scientifique, puis d'évaluer et de concevoir des investigations scientifiques ; leur point faible relatif est d'expliquer des phénomènes de manière scientifique.

Parmi les autres pays et économies, la Belgique, les États-Unis et Israël se distinguent par la capacité de leurs élèves à évaluer et concevoir des investigations scientifiques, qui est supérieure à leur capacité à expliquer des phénomènes de manière scientifique. Expliquer des phénomènes de manière scientifique est aussi le point faible de la France, mais évaluer et concevoir des investigations scientifiques, et interpréter des données et des faits de manière scientifique, sont ses points forts.

L'analyse plus approfondie des différences de performance entre les sexes sur les trois sous-échelles de compétence révèle que dans la plupart des pays, les filles réussissent moins que les garçons à expliquer des phénomènes de manière scientifique (l'écart entre les sexes représente 12 points, en moyenne, dans les pays de l'OCDE) (voir le tableau I.2.16d). Dans l'ensemble, le point fort des garçons par rapport aux filles est leur capacité de se remémorer et d'appliquer leurs connaissances scientifiques, et d'identifier ou de générer des modèles pour expliquer une situation et faire des prévisions. Garçons et filles font jeu égal lorsqu'on leur demande d'interpréter des données et des faits de manière scientifique (voir le tableau I.2.18d). Dans la plupart des pays, le point fort des filles par rapport aux garçons est leur capacité d'évaluer et de concevoir des investigations scientifiques (voir le tableau I.2.17d et le graphique I.2.29).

Forces et faiblesses relatives des pays et économies sur les sous-échelles de connaissances scientifiques

La culture scientifique impose de connaître et de comprendre les faits, théories explicatives et concepts majeurs à la base du savoir scientifique, c'est-à-dire le monde naturel et les artefacts technologiques (connaissances du contenu), les procédures selon lesquelles le savoir scientifique est produit (connaissances procédurales), et les éléments qui justifient ces procédures et les principes qui les sous-tendent (connaissances épistémiques).

Tous les items des épreuves PISA de sciences administrées en 2015 ont été classés dans l'une de ces catégories de connaissances, mais les deux dernières catégories ont été réunies pour constituer la sous-échelle « Connaissances procédurales et épistémiques ». En effet, les items relatifs aux connaissances épistémiques ne sont pas assez nombreux pour étayer la conception d'une échelle distincte qui présente les propriétés souhaitées. La moitié environ des items ont essentiellement évalué les connaissances du contenu des élèves. Dans l'autre moitié des items, trois quarts ont évalué leurs connaissances procédurales et le quart restant (un dixième des items), leurs connaissances épistémiques.

Le graphique I.2.30 indique les scores moyens des pays et économies sur l'échelle principale de culture scientifique et sur les deux sous-échelles de connaissances scientifiques. Un signe foncé dans la partie droite du graphique précise si le score moyen est significativement plus élevé sur une sous-échelle que sur l'autre. Par exemple, parmi les pays dont le score est proche de la moyenne de l'OCDE, les élèves sont plus performants lorsque les questions font appel à leurs connaissances procédurales et épistémiques aux États-Unis et en France, mais lorsqu'elles font appel à leurs connaissances du contenu en Autriche, en Norvège, en République tchèque et en Suède. En dépit de leurs différences sur les sous-échelles de connaissances, ces quatre pays ont obtenu sur l'échelle principale de culture scientifique des scores moyens qui ne s'écartent pas les uns des autres dans une mesure statistiquement significative.

Les différences en faveur des garçons sont plus marquées lorsque les questions font appel à des connaissances du contenu plutôt qu'à des connaissances procédurales ou épistémiques (voir le graphique I.2.29). En moyenne, dans les pays de l'OCDE, la différence de score entre les sexes s'établit à 4 points seulement en sciences (voir le tableau I.2.7) ; mais les garçons devancent les filles de 12 points sur la sous-échelle de connaissances du contenu (voir le tableau I.2.19d), tandis que les filles les devancent de 3 points sur la sous-échelle de connaissances procédurales et épistémiques (voir le tableau I.2.20d). Ce constat donne à penser que les filles s'intéressent plus à la façon dont les scientifiques font leurs recherches et élaborent leurs théories, et que les garçons s'intéressent plus aux explications de la science sur les phénomènes naturels et technologiques.

Graphique I.2.30 ■ Comparaison des pays/économies sur les différentes sous-échelles de connaissances scientifiques

	Performance moyenne en sciences (échelle globale de culture scientifique)	Performance moyenne sur chaque sous-échelle de connaissances scientifiques		Points forts relatifs en sciences : performance moyenne sur la sous-échelle de connaissances scientifiques... ¹	
		Connaissances du contenu	Connaissances procédurales et épistémiques	... connaissances du contenu (co) supérieure à celle sur la sous-échelle...	... connaissances procédurales et épistémiques (pe) supérieure à celle sur la sous-échelle...
Singapour	556	553	558		co
Japon	538	539	538		
Estonie	534	534	535		
Taipei chinois	532	538	528	pe	
Finlande	531	534	528	pe	
Macao (Chine)	529	527	531		co
Canada	528	528	528		
Hong-Kong (Chine)	523	526	521	pe	
P-S-J-G (Chine)	518	520	516	pe	
Corée	516	513	519		co
Nouvelle-Zélande	513	512	514		
Slovénie	513	515	512	pe	
Australie	510	508	511		
Royaume-Uni	509	508	510		
Allemagne	509	512	507	pe	
Pays-Bas	509	507	509		
Suisse	506	506	505		
Irlande	503	504	501	pe	
Belgique	502	498	506		co
Danemark	502	502	502		
Pologne	501	502	501		
Portugal	501	500	502		
Norvège	498	502	496	pe	
États-Unis	496	490	501		co
Autriche	495	501	490	pe	
France	495	489	499		co
Suède	493	498	491	pe	
Moyenne OCDE	493	493	493		
République tchèque	493	499	488	pe	
Espagne	493	494	492		
Lettonie	490	489	492		co
Russie	487	488	485		
Luxembourg	483	483	482		
Italie	481	483	479	pe	
Hongrie	477	480	474	pe	
Lituanie	475	478	474	pe	
Croatie	475	476	475		
Islande	473	468	477		co
Israël	467	462	470		co
République slovaque	461	463	458	pe	
Grèce	455	455	454		
Chili	447	448	446		
Bulgarie	446	447	445		
Émirats arabes unis	437	437	435		
Uruguay	435	434	436		
Chypre*	433	430	434		co
Turquie	425	425	425		
Thaïlande	421	420	422		
Costa Rica	420	421	417	pe	
Qatar	418	416	418		
Colombie	416	413	417		co
Mexique	416	414	416		
Monténégro	411	409	411		
Brésil	401	400	401		
Pérou	397	392	399		co
Tunisie	386	386	386		
République dominicaine	332	331	330		


* Voir la note 1 sous le graphique I.2.13.

1. Les points forts relatifs sont indiqués dans une couleur plus foncée ; les cellules vides indiquent les cas où le score sur la sous-échelle de compétence n'est pas significativement supérieur à celui sur les autres sous-échelles, y compris les cas où il est inférieur. Les sous-échelles de connaissance sont représentées par les abréviations suivantes : co – connaissances du contenu ; et pe – connaissances procédurales et épistémiques.

Remarque : Seuls sont inclus les pays et économies où l'administration de l'évaluation PISA 2015 s'est faite sur ordinateur.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432228>



Forces et faiblesses relatives des pays et économies sur les sous-échelles de catégories de contenu

Les items constituant les épreuves PISA de sciences administrées en 2015 portent sur des sujets empruntés aux disciplines scientifiques majeures que sont la physique, la chimie, la biologie et les sciences de la Terre et de l'Univers. Tous les items ont été répartis entre trois catégories de contenu pour garantir une représentation équilibrée des différents domaines de la science :

- La catégorie des « systèmes physiques » comprend tous les items faisant par exemple appel à des connaissances sur la structure et les propriétés, notamment chimiques, de la matière, les réactions chimiques, les forces et mouvements, les champs magnétiques, l'énergie et sa transformation et les interactions entre l'énergie et la matière.
- La catégorie des « systèmes vivants » comprend tous les items faisant par exemple appel à des connaissances sur les cellules et ses structures (l'ADN, etc.), le concept d'organisme, la biologie humaine, les populations (les espèces et leur évolution), les écosystèmes et la biosphère.
- La catégorie des « systèmes de la Terre et de l'Univers » comprend tous les items faisant par exemple appel à des connaissances sur la structure des systèmes terrestres (l'atmosphère, etc.), les changements dans les systèmes terrestres (la tectonique des plaques, etc.), l'histoire de la Terre, le système solaire et l'histoire de l'Univers.

Les unités de l'évaluation PISA 2015 se répartissent à raison d'un tiers environ entre les trois catégories de contenu. Ce sont les items, et non les unités, qui sont classés dans les catégories de connaissances. En effet, ils sont classés en fonction des connaissances auxquelles ils font appel, et pas du thème général sur lequel porte le stimulus de l'unité dont ils relèvent. Par exemple, dans l'unité *FERME AQUATIQUE DURABLE*, les premières questions se classent dans la catégorie des « systèmes vivants », tandis que la dernière se classe dans la catégorie des « systèmes physiques ».

Les pays et économies ont tendance à privilégier des thèmes différents dans leurs programmes scolaires et les sujets associés aux trois catégories PISA de contenu scientifique sont susceptibles d'être plus ou moins familiers aux élèves, selon leurs centres d'intérêt ou la mesure dans laquelle ils sont concernés par certains phénomènes (les séismes, la pollution de l'air, la maladie, etc.).

Le graphique I.2.31 montre le score moyen des pays et économies sur l'échelle principale de culture scientifique et sur les trois sous-échelles de catégories de contenu. Un signe foncé dans la partie droite du graphique identifie les différences de score qui sont statistiquement significatives entre les sous-échelles de catégories de contenu, et indique les catégories de contenu de prédilection des élèves.

Dans l'ensemble, les différences entre les pays et économies sont similaires à celles qui s'observent sur l'échelle principale de culture scientifique, et les scores moyens ne varient que de quelques points entre les sous-échelles. Toutefois, de nombreux pays dont le score est inférieur à la moyenne de l'OCDE sont relativement plus performants dans la catégorie des « systèmes vivants ». Cette force relative par rapport aux deux autres catégories de contenu s'observe particulièrement au Brésil, au Pérou et au Qatar. Dans ces pays, le score moyen sur la sous-échelle « Systèmes vivants » est supérieur de 8 points au moins à celui des deux autres sous-échelles de catégories de contenu.

Les différences entre les sexes qui s'observent dans les catégories de contenu sont dans l'ensemble similaires à celles qui s'observent en culture scientifique, mais elles sont plus ténues que celles qui s'observent entre les catégories de compétence et de type de connaissances (voir le graphique I.2.29). En moyenne, dans les pays de l'OCDE, les garçons devancent les filles de 9 points sur la sous-échelle « Systèmes physiques » (voir le tableau I.2.21d) et de 4 points sur la sous-échelle « Systèmes de la Terre et de l'Univers » (voir le tableau I.2.23d). En moyenne, garçons et filles font jeu égal sur la sous-échelle « Systèmes vivants » (voir le tableau I.2.22d).

CONVICTIONS ÉPISTÉMIQUES DES ÉLÈVES À PROPOS DE LA SCIENCE

La culture scientifique, telle qu'elle est définie dans l'enquête PISA, concerne non seulement la connaissance du monde naturel et des artefacts technologiques (connaissances du contenu), mais aussi des procédures selon lesquelles le savoir scientifique est produit par les scientifiques, et inclut aussi la compréhension de l'objet de la démarche scientifique et de la nature des thèses scientifiques (connaissances procédurales et épistémiques) (OCDE, 2016b). L'évaluation PISA a déterminé si les élèves étaient capables d'utiliser leurs connaissances sur les moyens et les objectifs de la science pour interpréter les thèses scientifiques par le biais d'items classés dans la catégorie des connaissances épistémiques, tels que ceux de l'unité *ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE*.

Graphique I.2.31 ■ Comparaison des pays/économies sur les différentes sous-échelles de contenu scientifique

	Performance moyenne en sciences (échelle globale de culture scientifique)	Performance moyenne sur chaque sous-échelle de contenu scientifique			Points forts relatifs en sciences : performance moyenne sur la sous-échelle de contenu scientifique... ¹		
		Systèmes physiques	Systèmes vivants	Systèmes de la Terre et de l'Univers	... systèmes physiques (ph) supérieure à celle sur la sous-échelle...	... systèmes vivants (vi) supérieure à celle sur la sous-échelle...	... systèmes de la Terre et de l'Univers (tu) supérieure à celle sur la sous-échelle...
Singapour	556	555	558	554		ph tu	
Japon	538	538	538	541			
Estonie	534	535	532	539	vi		ph vi
Taipei chinois	532	531	532	534			
Finlande	531	534	527	534	vi		vi
Macao (Chine)	529	533	524	533	vi		vi
Canada	528	527	528	529			
Hong-Kong (Chine)	523	523	523	523			
P-S-J-G (Chine)	518	520	517	516			
Corée	516	517	511	521	vi		ph vi
Nouvelle-Zélande	513	515	512	513			
Slovénie	513	514	512	514			
Australie	510	511	510	509			
Royaume-Uni	509	509	509	510			
Allemagne	509	505	509	512		ph	ph
Pays-Bas	509	511	503	513	vi		vi
Suisse	506	503	506	508			ph
Irlande	503	507	500	502	vi tu		
Belgique	502	499	503	503		ph	ph
Danemark	502	508	496	505	vi		vi
Pologne	501	503	501	501			
Portugal	501	499	503	500		ph	
Norvège	498	503	494	499	vi		vi
États-Unis	496	494	498	496		ph	
Autriche	495	497	492	497	vi		vi
France	495	492	496	496		ph	ph
Suède	493	500	488	495	vi tu		vi
Moyenne OCDE	493	493	492	494	vi		vi
République tchèque	493	492	493	493			
Espagne	493	487	493	496		ph	ph
Lettonie	490	490	489	493			ph vi
Russie	487	488	483	489	vi		vi
Luxembourg	483	478	485	483		ph	ph
Italie	481	479	479	485			ph vi
Hongrie	477	481	473	477	vi		
Lituanie	475	478	476	471	tu	tu	
Croatie	475	472	476	477		ph	ph
Islande	473	472	476	469	tu	ph tu	
Israël	467	469	469	457	tu	tu	
République slovaque	461	466	458	458	vi tu		
Grèce	455	452	456	453		ph tu	
Chili	447	439	452	446		ph tu	ph
Bulgarie	446	445	443	448			vi
Émirats arabes unis	437	434	438	435			
Uruguay	435	432	438	434		ph	
Chypre*	433	433	433	430		tu	
Turquie	425	429	424	421	vi tu		
Thaïlande	421	423	422	416	tu	tu	
Costa Rica	420	417	420	418		ph	
Qatar	418	415	423	409	tu	ph tu	
Colombie	416	414	419	411		ph tu	
Mexique	416	411	415	419		ph	ph
Monténégro	411	407	413	410		ph	
Brésil	401	396	404	395		ph tu	
Pérou	397	389	402	393		ph tu	
Tunisie	386	379	390	387		ph	ph
République dominicaine	332	332	332	324	tu	tu	


* Voir la note 1 sous le graphique I.2.13.

1. Les points forts relatifs sont indiqués dans une couleur plus foncée ; les cellules vides indiquent les cas où le score sur la sous-échelle de compétence n'est pas significativement supérieur à celui sur les autres sous-échelles, y compris les cas où il est inférieur. Les sous-échelles de contenu sont représentées par les abréviations suivantes : ph – systèmes physiques ; vi – systèmes vivants ; et tu – systèmes de la Terre et de l'Univers.

Remarque : Seuls sont inclus les pays et économies où l'administration de l'évaluation PISA 2015 s'est faite sur ordinateur.

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de leur performance moyenne en sciences.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432235>



Dans le questionnaire contextuel, les élèves ont également répondu à des questions sur leurs convictions épistémiques à propos de la science, par exemple sur la nature du savoir scientifique et sur la validité des méthodes scientifiques utilisées pour produire des connaissances. On peut considérer que les élèves dont les convictions épistémiques concordent avec la conception actuelle de la nature de la science accordent de la valeur aux méthodes scientifiques.

Par convictions épistémiques, on entend la façon dont les individus se représentent la nature, l'organisation et la source de la connaissance, ce qu'ils tiennent pour vrai ; cela renvoie aussi à la validité des arguments (Hofer et Pintrich, 1997). On peut considérer que les élèves ont une « attitude scientifique » et qu'ils valorisent les méthodes scientifiques s'ils cherchent à apprendre et à comprendre, qu'ils remettent en cause toutes les affirmations, qu'ils recherchent des données et tentent d'en comprendre le sens, qu'ils exigent des vérifications, qu'ils respectent la logique et qu'ils prennent garde aux prémisses. C'est précisément ce qui caractérise la pensée scientifique. Il a été établi que ces convictions et dispositions étaient en lien direct avec la capacité des élèves d'apprendre en sciences et avec leurs résultats scolaires en sciences (Mason et al., 2012).

Les convictions épistémiques évoluent avec l'âge, sous l'effet de l'instruction et du développement cognitif (Kuhn, Cheney et Weinstock, 2000). En sciences, les élèves plus âgés sont plus susceptibles d'estimer que le savoir scientifique est complexe et évolutif, qu'il n'est pas du seul ressort d'autorités omniscientes, et qu'il peut être validé par des faits (Mason et al., 2012). Le fait de penser que la science est un corpus de savoir en constante évolution et que les expériences scientifiques s'imposent pour justifier les connaissances scientifiques influe aussi sur les convictions des élèves à l'égard de l'apprentissage – et est en particulier en lien avec le fait de penser que l'aptitude est un attribut incrémentiel et non fixe (Chen et Pajares, 2010).

L'enquête PISA n'a pas évalué toutes les convictions épistémiques des élèves, mais s'est attachée à déterminer ce qu'ils pensent de la validité et des limites des expériences scientifiques, et de la nature évolutive du savoir scientifique. Il a été demandé aux élèves d'indiquer dans quelle mesure ils étaient d'accord (« Tout à fait d'accord », « D'accord », « Pas d'accord » ou « Pas du tout d'accord ») avec les affirmations : « Une bonne façon de savoir si quelque chose est vrai, c'est de faire une expérience » ; « Il arrive que les concepts en sciences changent » ; « Les bonnes réponses sont basées sur des éléments de preuve issus de nombreuses expériences différentes » ; « Il est préférable de répéter des expériences plusieurs fois pour être sûr des résultats » ; « Parfois les scientifiques changent d'avis sur ce qui est considéré comme vrai en sciences » ; et « Il arrive que des concepts de sciences figurant dans des livres de sciences changent ». Ces énoncés supposent que le savoir scientifique n'est pas définitif (dans la mesure où les élèves reconnaissent que les théories scientifiques ne sont pas des vérités absolues et qu'elles évoluent au fil du temps), et portent sur la validité et les limites des méthodes empiriques comme source de connaissance.

Niveaux moyens de valeur accordée aux méthodes scientifiques d'investigation

En moyenne, dans les pays de l'OCDE, 84 % des élèves se sont dits d'accord ou tout à fait d'accord avec l'affirmation « Une bonne façon de savoir si quelque chose est vrai, c'est de faire une expérience » ; 81 %, avec l'affirmation « Il arrive que les concepts en sciences changent » ; 86 %, avec l'affirmation « Les bonnes réponses sont basées sur des éléments de preuve issus de nombreuses expériences différentes » ; 85 %, avec l'affirmation « Il est préférable de répéter des expériences plusieurs fois pour être sûr des résultats » ; 80 %, avec l'affirmation « Parfois les scientifiques changent d'avis sur ce qui est considéré comme vrai en sciences » ; et 79 %, avec l'affirmation « Il arrive que des concepts de sciences figurant dans des livres de sciences changent » (voir le graphique I.2.32).

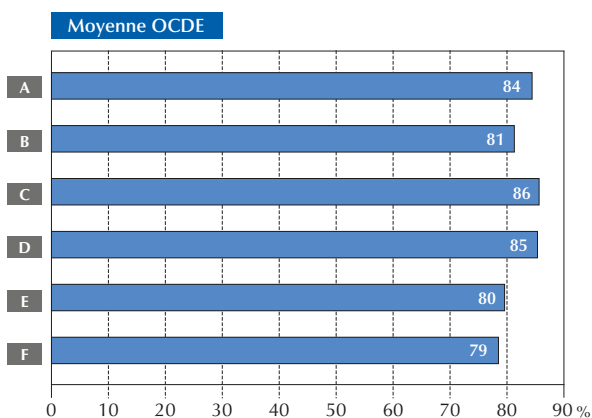
Ces pourcentages élevés montrent la grande valeur accordée aux méthodes scientifiques d'investigation, mais ils varient fortement entre les pays et économies. Plus de 93 % des élèves estiment que « Les bonnes réponses sont basées sur des éléments de preuve issus de nombreuses expériences différentes » en Irlande, à Singapour et au Taipei chinois, mais moins de 77 % en pensent autant en Albanie, en Algérie, en Autriche, au Monténégro et en Turquie (où plus de 23 % des élèves sont en désaccord avec cette affirmation) (voir le tableau I.2.12a). Plus de neuf élèves sur dix sont d'accord avec l'affirmation « Il arrive que les concepts en sciences changent » – et comprennent donc que la science est un corpus de savoir évolutif – en Australie, aux États-Unis, en Irlande, en Nouvelle-Zélande, au Portugal, au Royaume-Uni et au Taipei chinois, mais plus d'un sur trois est en désaccord avec cette affirmation en Autriche, en Indonésie, au Liban, en Roumanie et en Tunisie.



Graphique I.2.32 ■ Convictions épistémiques des élèves

Pourcentage d'élèves se déclarant « d'accord » ou « tout à fait d'accord » avec les affirmations suivantes

- A** Une bonne façon de savoir si quelque chose est vrai, c'est de faire une expérience
B Il arrive que les concepts en <sciences> changent
C Les bonnes réponses sont basées sur des éléments de preuve issus de nombreuses expériences différentes
D Il est préférable de répéter des expériences plusieurs fois pour être sûr des résultats
E Parfois les scientifiques changent d'avis sur ce qui est considéré comme vrai en <sciences>
F Il arrive que des concepts de <sciences> figurant dans des livres de sciences changent



	A	B	C	D	E	F
OCDE						
Australie	89	92	92	93	87	86
Autriche	73	63	76	77	67	67
Belgique	88	82	88	86	82	79
Canada	89	89	91	92	88	87
Chili	80	77	81	83	75	71
République tchèque	82	79	84	83	81	77
Danemark	88	85	89	87	89	81
Estonie	88	85	89	89	83	85
Finlande	84	84	87	87	78	81
France	88	83	86	84	81	80
Allemagne	78	71	79	76	65	66
Grèce	80	70	85	84	75	70
Hongrie	78	71	81	80	68	70
Islande	87	88	90	90	87	85
Irlande	93	92	93	94	82	82
Israël	86	84	86	86	81	78
Italie	86	80	84	87	77	76
Japon	81	82	85	81	76	77
Corée	86	89	87	88	88	86
Lettonie	81	79	81	77	79	78
Luxembourg	80	68	80	78	68	68
Mexique	84	76	83	80	75	77
Pays-Bas	85	81	85	85	77	72
Nouvelle-Zélande	90	91	91	93	86	84
Norvège	84	83	87	85	84	80
Pologne	86	78	85	85	80	83
Portugal	90	91	91	93	89	90
République slovaque	75	75	78	77	75	73
Slovénie	89	87	89	90	81	78
Espagne	85	82	87	88	81	81
Suède	86	86	87	88	86	84
Suisse	81	70	81	80	71	71
Turquie	73	72	76	76	72	71
Royaume-Uni	90	92	91	93	87	87
États-Unis	90	92	91	92	86	87

	A	B	C	D	E	F
Partenaires						
Albanie	85	78	75	85	75	89
Algérie	79	71	75	78	64	65
CABA (Argentine)	84	85	84	87	80	75
Brésil	85	84	88	88	82	79
Bulgarie	81	77	82	80	77	77
P-5-J-G (Chine)	89	83	91	87	82	82
Taïpei chinois	88	94	94	94	93	94
Colombie	81	77	82	84	75	72
Costa Rica	79	75	81	83	78	77
Croatie	89	87	89	85	83	83
République dominicaine	78	77	80	80	74	71
ERYM	78	78	81	84	75	77
Géorgie	86	86	86	86	82	78
Hong-Kong (Chine)	85	89	90	90	88	86
Indonésie	92	62	84	90	69	58
Jordanie	75	75	79	81	72	71
Kosovo	84	80	85	87	74	77
Liban	79	65	81	81	68	67
Lituanie	81	79	81	79	77	77
Macao (Chine)	88	88	91	82	86	85
Malte	85	86	89	89	76	77
Moldavie	82	83	87	85	80	74
Monténégro	71	74	77	79	75	75
Pérou	82	79	82	84	76	75
Qatar	80	78	82	83	77	76
Roumanie	76	66	82	79	67	63
Russie	79	79	83	82	81	78
Singapour	91	89	94	95	88	87
Thaïlande	89	88	89	89	87	87
Trinité-et-Tobago	86	80	87	88	75	75
Tunisie	78	66	80	82	69	69
Émirats arabes unis	84	82	85	87	80	80
Uruguay	79	80	80	82	77	77
Viet Nam	82	82	88	83	78	78

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.12a.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432243>



La prudence est de mise lors de l'interprétation des différences d'indice et de pourcentage entre les pays et économies, car il n'est pas possible d'étudier l'équivalence linguistique et culturelle des items avec autant de rigueur dans les questionnaires que dans les épreuves cognitives. Comme le nombre d'items interrogeant les élèves sur leurs attitudes est limité, un seul item dont l'énoncé n'est pas compris de la même façon dans toutes les langues peut avoir un impact disproportionné sur le classement des pays et économies selon l'indice dérivé des items d'attitude. La non-réponse à tout ou partie du questionnaire (qui est distinct des épreuves cognitives) peut affecter les comparaisons internationales. Toutefois, l'incertitude au sujet de l'équivalence interculturelle des échelles dérivées du questionnaire a moins d'impact sur les comparaisons au sein même des pays (entre les garçons et les filles, par exemple) ou sur les comparaisons des associations entre les échelles dérivées des questionnaires et celles dérivées des épreuves cognitives (voir l'encadré I.2.4).

Encadré I.2.4 **Comparaison des échelles dérivées des questionnaires entre les pays**

La plupart des indicateurs relatifs aux convictions, attitudes et comportements sont dérivés des déclarations des élèves. Une certaine marge d'erreur n'est pas à exclure, car il est demandé aux élèves d'évaluer rétrospectivement leur comportement passé. Des différences culturelles d'attitudes peuvent influencer sur les résultats nationaux des indices de convictions, de comportements et d'attitudes dérivés des déclarations des élèves (Bempechat, Jimenez et Boulay, 2002). La littérature est unanime : les biais de réponse, liés à la désirabilité sociale, à l'assentiment et au choix de la réponse extrême, sont plus courants dans les pays pauvres que dans les pays riches ; ils le sont aussi, au sein même des pays, chez les élèves dont la famille est défavorisée et moins instruite (Buckley, 2009).

Lors de l'évaluation PISA 2015, de nouvelles méthodes de mise à l'échelle ont été utilisées pour améliorer la validité des indices dérivés du questionnaire, en particulier dans les comparaisons internationales. L'indice de correspondance de chacun des items intervenant dans chaque échelle a été calculé dans chaque pays en fonction de l'appartenance au groupe linguistique durant la procédure d'estimation. Cet indice donne des informations à propos du fonctionnement différentiel des items (differential item functioning, DIF) entre les groupes et peut être utilisé pour évaluer la comparabilité globale des échelles entre les pays et les groupes linguistiques.

Le biais de non-réponse peut aussi affecter les analyses portant sur les items du questionnaire. Les statistiques sur le niveau de compétence des élèves en sciences, en compréhension de l'écrit et en mathématiques sont calculées sur la base de l'ensemble de l'échantillon PISA, tandis que les caractéristiques mesurées dans les questionnaires sont déclarées « manquantes » dans la base de données PISA si les élèves n'ont pas répondu à la question correspondante ou s'ils n'ont répondu à aucune question du questionnaire. Les analyses présentées dans ce rapport reposent sur l'hypothèse que ce biais de non-réponse peut être ignoré. Toutefois, si le taux de non-réponse est élevé parmi les élèves (supérieur à 5 % de l'échantillon) et varie considérablement entre les pays, le biais de sélection dans l'échantillon utilisé dans les analyses peut compromettre la comparabilité internationale des statistiques (par exemple, les moyennes simples ou les corrélations avec la performance). L'annexe A1 indique le pourcentage d'observations dont les données ne sont pas manquantes pour chaque variable du questionnaire utilisée dans ce volume.

Encadré I.2.5 **Interprétation des indices dérivés du questionnaire PISA**

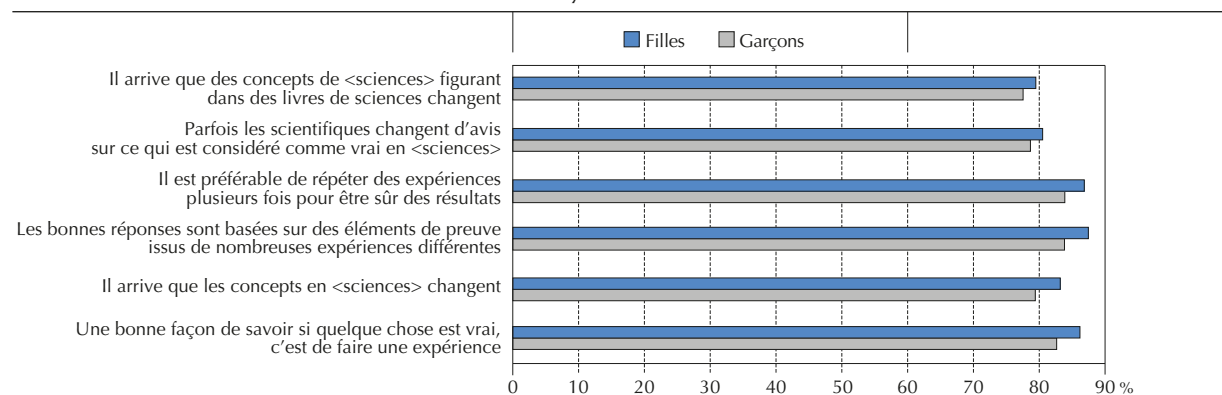
Les indices utilisés pour caractériser les convictions et les attitudes des élèves à propos de la science ont été construits de sorte que la première fois, la valeur d'indice de l'élève moyen de l'OCDE était égale à 0 et que la valeur d'indice de deux tiers environ de l'effectif d'élèves de l'OCDE se situait entre -1 et 1 (soit un écart-type de 1). Par voie de conséquence, les valeurs négatives n'impliquent pas que les élèves ont répondu par la négative aux questions relatives à l'indice, mais qu'ils y ont répondu moins positivement que ne l'ont fait, en moyenne, les élèves des pays de l'OCDE. De même, des valeurs positives indiquent que les élèves ont répondu plus favorablement que l'élève moyen de l'OCDE (voir l'annexe A1 pour une description détaillée de la construction des indices).

Dans l'ensemble, les convictions épistémiques des élèves varient peu entre les sexes (voir le graphique I.2.33). Lorsqu'il y a des différences, la tendance qui s'observe le plus souvent est que les filles sont plus nombreuses que les garçons à valoriser les approches empiriques comme source de connaissance et à reconnaître que les idées scientifiques peuvent changer. C'est en Jordanie que la différence est la plus marquée entre les sexes : 86 % des filles sont d'accord avec



l'affirmation « Une bonne façon de savoir si quelque chose est vrai, c'est de faire une expérience », contre 62 % seulement des garçons (voir le tableau I.2.12c). Des différences importantes s'observent aussi en faveur des filles en ERYM, en Géorgie, en Lituanie et en Slovénie.

Graphique I.2.33 ■ **Différence de convictions épistémiques entre les élèves selon leur sexe**
Pourcentage d'élèves se déclarant « d'accord » ou « tout à fait d'accord » avec les affirmations suivantes, moyenne OCDE



Remarque : Toutes les différences entre les garçons et les filles sont statistiquement significatives (voir l'annexe A3).

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.12c.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432254>

Comme le graphique I.2.34 le montre, plus les élèves sont convaincus que les idées scientifiques changent au fil du temps et que les expériences sont utiles pour déterminer si quelque chose est vrai, plus ils ont obtenu des scores élevés aux épreuves PISA de sciences. Les résultats de l'évaluation PISA 2015 ne permettent pas d'établir un lien causal direct entre les convictions épistémiques des élèves et leur score aux épreuves PISA de sciences, mais il en ressort clairement que les deux variables sont étroitement associées.

Dans le graphique I.2.34, les segments en bleu représentent la différence estimée de performance en sciences associée à la variation d'une unité de l'indice des convictions épistémiques à propos de la science. Cette différence correspond approximativement à celle qui s'observe entre un élève « tout à fait d'accord » avec les affirmations « Une bonne façon de savoir si quelque chose est vrai, c'est de faire une expérience » et « Il est préférable de répéter des expériences plusieurs fois pour être sûr des résultats », et « d'accord » avec toutes les autres affirmations, et un élève « pas d'accord » avec l'affirmation « Il arrive que des concepts de sciences figurant dans des livres de sciences changent » et « d'accord » avec toutes les autres affirmations. La valeur de l'indice du premier élève s'établit à 0.49 et est supérieure d'un demi-écart-type à la moyenne de l'OCDE ; et celle du second élève, à -0.51.

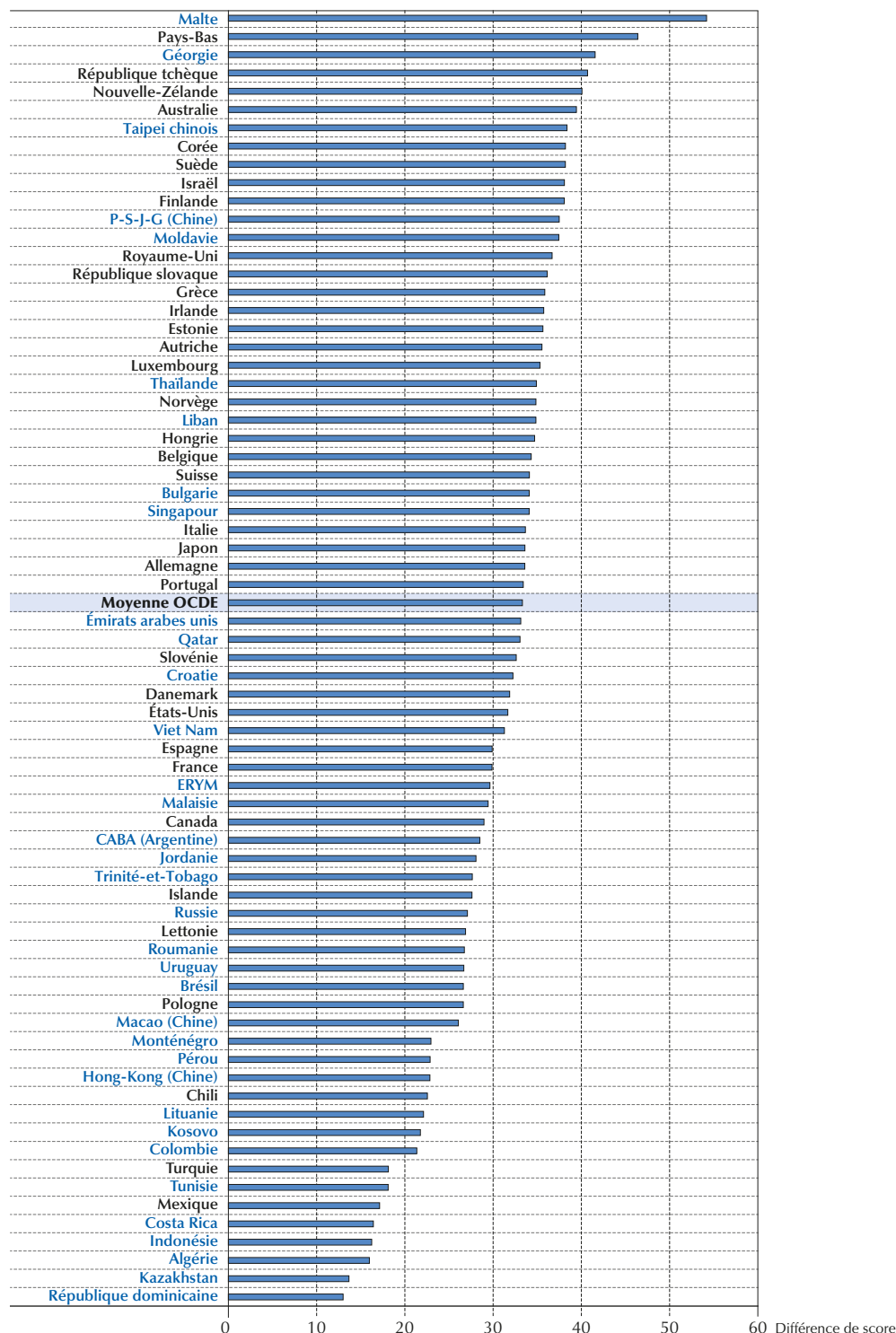
En moyenne, dans les pays de l'OCDE, les élèves ont obtenu des scores plus élevés aux épreuves PISA de sciences s'ils estiment plus que le savoir scientifique évolue et s'accumule, et s'ils valorisent plus les approches scientifiques empiriques. Une augmentation d'une unité de l'indice correspond à une différence de 33 points sur l'échelle de culture scientifique – soit l'équivalent d'environ une année de scolarité. Le fait que tous les segments en bleu indiquent des valeurs positives montre que dans tous les pays et économies, les degrés d'assentiment plus élevés avec les affirmations reflétant les convictions épistémiques sont associés à des scores plus élevés. Inversement, les élèves plus performants sont plus susceptibles que les élèves moins performants d'être d'accord avec les affirmations utilisées dans cet indice.

La variation des convictions épistémiques des élèves à propos de la science explique environ 12 % de la variation de leur performance en sciences – un pourcentage de variation similaire à celui associé au milieu socio-économique des élèves (voir le chapitre 6). Cette association est positive et significative dans tous les pays, mais nettement moins intense en Algérie, au Costa Rica, en Indonésie, au Kazakhstan, au Mexique, en République dominicaine et en Tunisie. Dans ces pays et économies, moins de 6 % de la variation de la performance en sciences peut s'expliquer par des différences entre les élèves de convictions épistémiques à propos de la science ; et la variation d'une unité de l'indice des convictions épistémiques à propos de la science entraîne une différence de score de moins de 20 points (voir le tableau I.2.12b).



Graphique I.2.34 ■ **Relation entre la valeur accordée par les élèves aux méthodes scientifiques et leur performance en sciences**

Différence de score en sciences associée à l'augmentation d'une unité de l'indice des convictions épistémiques



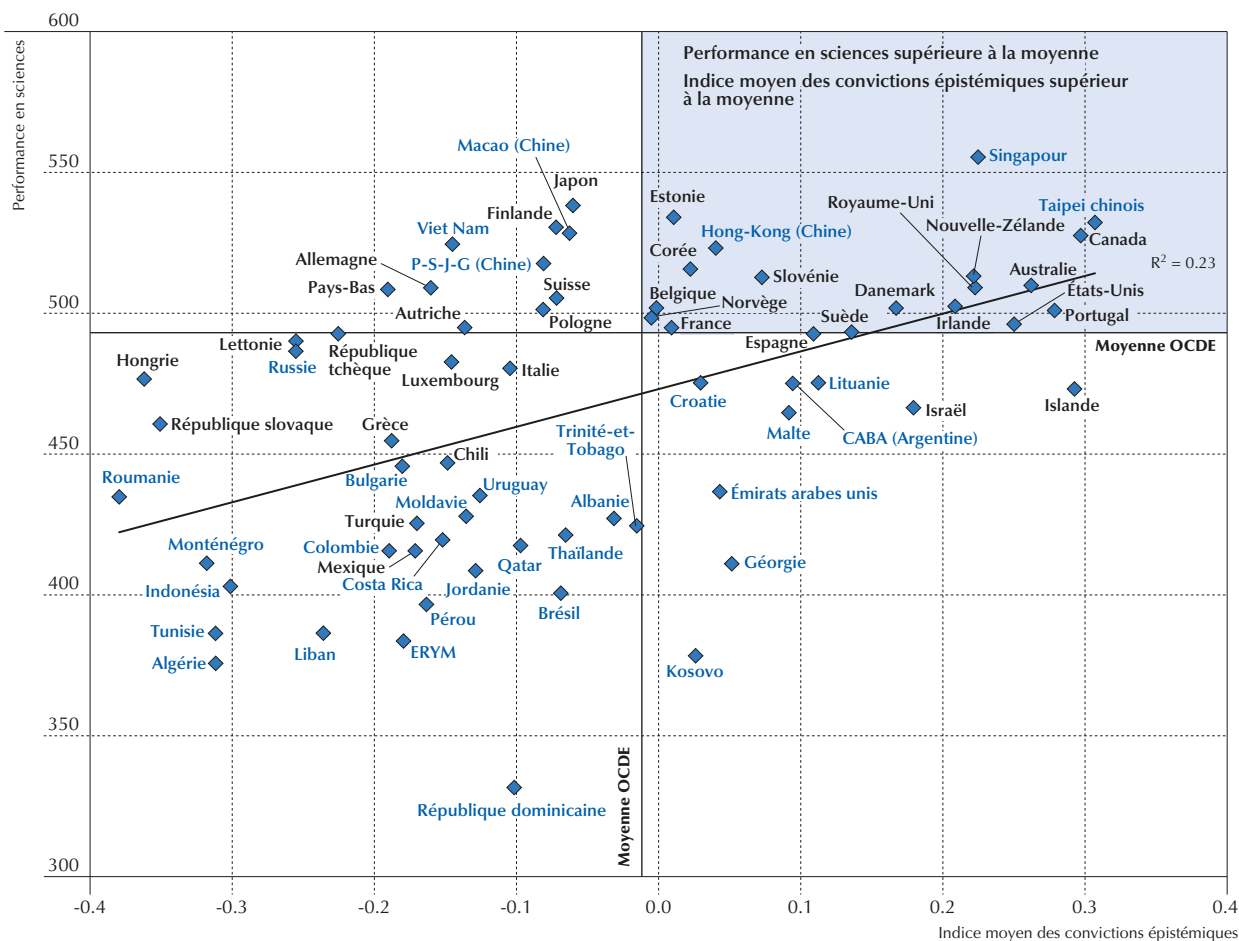
Remarque : Toutes les différences sont statistiquement significatives (voir l'annexe A3).

Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de la différence moyenne de score en sciences associée à l'augmentation d'une unité de l'indice des convictions épistémiques.

Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau I.2.12d.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933432261>

Graphique I.2.35 ■ Association au niveau Système entre la performance en sciences et la valeur accordée par les élèves aux méthodes scientifiques



Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableaux I.2.3 et I.2.12a.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888933432270>

À l'échelle nationale, l'indice moyen des convictions épistémiques est en corrélation positive modérée avec la performance en sciences (le coefficient s'établit à 0.5.) Le graphique I.2.35 montre que dans les pays où la performance moyenne en sciences est moins élevée, les élèves sont moins susceptibles d'estimer que le savoir scientifique évolue et de valoriser les approches scientifiques de l'investigation. Parallèlement, dans les pays où la performance moyenne en sciences est plus élevée, les convictions moyennes des élèves à propos de la nature du savoir scientifique et de sa production varient davantage. Ce constat suggère une association plausible découlant d'une relation de cause à effet, mais la nature transversale des données et l'incertitude liée à l'équivalence interculturelle des échelles dérivées du questionnaire ne permettent pas de tirer des conclusions probantes sur les mécanismes de causalité à l'œuvre.



Notes

1. Les items qui requièrent essentiellement des connaissances procédurales ou épistémiques sont également classés selon le système auquel ces connaissances se rapportent.
2. Les résultats de trois pays ne sont toutefois pas totalement comparables à cause de problèmes de couverture d'échantillon (Argentine), de taux de réponse (Malaisie) et de couverture du construit (Kazakhstan) (voir l'annexe A4). C'est pourquoi les résultats de ces trois pays ne sont pas inclus dans la plupart des graphiques.
3. La difficulté des items a été définie lors de l'enquête PISA 2000 pour établir les niveaux de compétence : elle correspond à une probabilité de 62 % d'y répondre correctement (Adams et Wu [éd.], 2003, chapitre 16).
4. Les sous-échelles PISA de culture scientifique ne sont pas directement comparables entre 2015 et 2006, car elles ont été élaborées sur la base d'une autre façon d'organiser le domaine d'évaluation.
5. Lors de l'évaluation PISA 2006, le score moyen des pays de l'OCDE (au nombre de 30 à l'époque) a été fixé à 500 points. Le Chili, l'Estonie, Israël et la Slovaquie sont membres de l'OCDE depuis 2010, et la Lettonie, depuis le 1er juillet 2016. Dans ce rapport, les résultats de ces cinq pays sont inclus dans la moyenne de l'OCDE dans toutes les évaluations PISA auxquels ils ont participé. Le score moyen de la zone OCDE en culture scientifique en 2006 a été recalculé compte tenu de l'adhésion de ces nouveaux pays ; il est de 498 points.
6. Le PIB par habitant est celui de 2015 en prix courants, après ajustement en fonction des différences de pouvoir d'achat entre les pays de l'OCDE.
7. Il convient toutefois de garder présent à l'esprit le fait que les pays inclus dans la comparaison sont peu nombreux et, donc, que la ligne tendancielle dépend dans une grande mesure des caractéristiques de ces pays.
8. Les dépenses par élève sont estimées comme suit : les dépenses publiques et privées de 2015 au titre de chacun des niveaux d'enseignement jusqu'à l'âge de 15 ans sont multipliées par la durée théorique des études à ces niveaux. Les dépenses cumulées des pays sont estimées comme suit : soit $n(0)$, $n(1)$ et $n(2)$ le nombre typique d'années d'études suivies par un élève entre l'âge de 6 et de 15 ans respectivement dans l'enseignement primaire et dans le premier et le deuxième cycle de l'enseignement secondaire ; soit $E(0)$, $E(1)$ et $E(2)$ les dépenses par élève converties en équivalents USD sur la base des parités de pouvoir d'achat respectivement dans l'enseignement primaire et dans le premier et le deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Les dépenses cumulées sont calculées comme suit : les dépenses annuelles actuelles E sont multipliées par la durée typique des études n à chaque niveau d'enseignement i , à l'aide de la formule ci-dessous :

$$CE = \sum_{i=0}^2 n(i) * E(i)$$
9. Des hypothèses similaires avaient été formulées lors des premières comparaisons internationales du niveau de compétence des élèves. Les auteurs de la première First International Science Study (FISS) ont fait l'hypothèse audacieuse, mais pas injustifiable dans l'ensemble, que les sujets qui n'avaient pas passé les épreuves car ils n'étaient plus scolarisés dans l'enseignement secondaire auraient obtenu des scores inférieurs au 25^e centile puisqu'ils n'avaient pas suivi de cours de sciences (Comber et Keeves, 1973, p. 179). Dans un autre exercice, les auteurs de la First International Mathematics Study (FIMS) ont comparé des sous-groupes d'élèves de chaque échantillon national, dans une proportion égale à celle du groupe d'âge dans le pays où le taux de couverture était le moins élevé. Dans les pays où le taux de couverture était plus élevé, ils n'ont utilisé que le sommet de la répartition (Husén 1967, p. 120-127).
10. En Autriche, un litige entre des syndicats d'enseignants et le ministère de l'Éducation a donné lieu en 2009 à un boycott des épreuves PISA qui n'a été levé qu'après la première semaine de test, ce qui a contraint l'OCDE à exclure de la base de données les cas identifiables. Bien que, une fois ces cas supprimés, les données autrichiennes de l'évaluation PISA 2009 aient respecté les normes techniques, la défiance pour les enquêtes sur l'éducation a affecté les conditions dans lesquelles l'évaluation PISA a été menée, ce qui a pu avoir un impact sur la motivation des élèves à répondre aux épreuves. Par conséquent, la comparabilité des données de 2009 avec celles des évaluations précédentes ne peut être garantie et les données de l'Autriche sont exclues des comparaisons dans le temps.
11. Note de la Turquie : En Turquie, l'affectation des élèves dans les établissements du secondaire se fait en fonction de leurs résultats à un examen national administré en 8^e année. Quelque 97 % des élèves retenus dans l'échantillon PISA 2015 étaient scolarisés en 9^e année ou à un niveau supérieur (21 % en 9^e année, 73 % en 10^e année et 3 % en 11^e année) et avaient réussi l'examen national. Les résultats à l'examen de 8^e année obtenus par les élèves de l'échantillon PISA scolarisés en 9^e année ou à un niveau supérieur ne concordent pas avec la répartition escomptée des résultats pour une population représentative de candidats examinés. Les trois déciles supérieurs et les deux déciles inférieurs des candidats examinés sont en particulier sous-représentés dans l'échantillon PISA.
12. La signification de la différence entre les tendances observées et ajustées n'a pas été formellement testée. Comme les deux tendances ont en commun une erreur d'ancrage et une erreur d'échantillonnage et de mesure en corrélation parfaite (elles sont estimées à partir des mêmes échantillons et données), et que les estimations sont sujettes à une incertitude statistique, aucune de ces sources d'incertitude n'affecte la différence entre les deux estimations.
13. En Suisse, la hausse du pourcentage pondéré d'élèves issus de l'immigration entre les précédentes évaluations PISA et les échantillons de PISA 2015 est supérieure au changement correspondant de la population cible indiqué par les statistiques officielles (remarque de la Suisse).
14. Le coefficient de corrélation est supérieur à celui auquel on pourrait s'attendre dans une régression axée exclusivement sur une erreur de mesure (indépendante). Dans une simulation, les scores moyens des pays ont été générés sur la base d'une distribution normale



(Éc.-T. = 50 – l'équivalent de l'écart-type des estimations de score moyen lors de l'évaluation PISA 2015), et de deux bruits indépendants de ces scores moyens (sur la base d'une distribution normale, Éc.-T. = 3 – l'équivalent de l'erreur d'échantillonnage dans les scores moyens PISA). Une étude menée selon la méthode de Monte Carlo sur 10 000 simulations montre que le coefficient de corrélation de l'un des deux bruits avec la différence entre les deux bruits s'établit en moyenne à 0.04 (à un intervalle de confiance de 95 % : entre -0.30 et 0.22).

15. Les scores sont rapportés de la même façon sur les sous-échelles que sur l'échelle principale de culture scientifique. Cela permet de faire des comparaisons entre les sous-échelles de la même catégorie. Les comparaisons entre les sous-échelles de catégories différentes – par exemple entre une sous-échelle de compétence et une sous-échelle de connaissance – ou entre les sous-échelles et l'échelle principale sont toutefois déconseillées, car il n'est pas possible d'estimer l'incertitude associée à ces comparaisons à partir des données.

Références

Adams, R. et M. Wu (éd.) (2003), *Programme for International Student Assessment (PISA): PISA 2000 Technical Report*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264199521-en>.

Bempechat, J., N.V. Jimenez et B.A. Boulay (2002), « Cultural-cognitive issues in academic achievement: New directions for cross-national research », in A.C. Porter et A. Gamoran (éd.), *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*, pp. 117-149, National Academic Press, Washington, D.C.

Buckley, J. (2009), « Cross-national response styles in international educational assessments: Evidence from PISA 2006 », Department of Humanities and Social Sciences in the Professions, Steinhardt School of Culture, Education, and Human Development, New York University, New York, NY.

Chen, J.A. et F. Pajares (2010), « Implicit theories of ability of grade 6 science students: Relation to epistemological beliefs and academic motivation and achievement in science », *Contemporary Educational Psychology*, vol. 35/1, pp. 75-87, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2009.10.003>.

Comber, L.C. et J.P. Keeves (1973), *Science Education in Nineteen Countries*, Wiley & Sons, New York, NY.

Davidov, E., P. Schmidt et J. Billiet (éd.) (2011), *Cross-Cultural Analysis: Methods and Applications*, Routledge, New York, NY.

Hanushek, E.A. et L. Woessmann (2008), « The role of cognitive skills in economic development », *Journal of Economic Literature*, vol. 46/3, pp. 607-668, <http://dx.doi.org/10.1257/jel.46.3.607>.

Hofer, B.K. et P.R. Pintrich (1997), « The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning », *Review of Educational Research*, vol. 67/1, pp. 88-140, <http://dx.doi.org/10.3102/00346543067001088>.

Husén, T. (éd.) (1967), *International Study of Achievement in Mathematics: A Comparison of Twelve Countries* (Vols. I and II), Wiley & Sons, New York, NY.

Janssen, R. (2011), « Using a differential item functioning approach to investigate measurement invariance », in E. Davidov, P. Schmidt et J. Billiet (éd.), *Cross-Cultural Analysis: Methods and Applications*, pp. 415-432, Routledge, New York, NY.

Keskaik, S. et F. Salles (2013), « Les élèves de 15 ans en France selon PISA 2012 en culture mathématique : Baisse des performances et augmentation des inégalités depuis 2003 », *Note d'information* 13.31, MEN-DEP, Paris, France.

Kuhn, D., R. Cheney et M. Weinstock (2000), « The Development of Epistemological Understanding », *Cognitive Development*, vol. 15/3, pp. 309-328, [http://dx.doi.org/10.1016/S0885-2014\(00\)00030-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0885-2014(00)00030-7).

Mason, L. et al. (2012), « Besides knowledge: A cross-sectional study on the relations between epistemic beliefs, achievement goals, self-beliefs, and achievement in science », *Instructional Science*, vol. 41/1, pp. 49-79, <http://dx.doi.org/10.1007/s11251-012-9210-0>.

Meredith, W. (1993), « Measurement invariance, factor analysis and factorial invariance », *Psychometrika*, vol. 58/4, pp. 525-543, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02294825>.

OCDE (à paraître), *PISA 2015 Technical Report*, PISA, Éditions OCDE, Paris.

OCDE (2016a), *Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How To Help Them Succeed*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en> (synthèse disponible en français, www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-Les-eleves-en-difficulte.pdf).

OCDE (2016b), « Cadre d'évaluation de la culture scientifique dans l'enquête PISA 2015 », in *Cadre d'évaluation et d'analyse de l'enquête PISA 2015 : Compétences en sciences, en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en matières financières*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264259478-fr>.

OCDE (2013), *Résultats du PISA 2012 : Les clés de la réussite des établissements d'enseignement (Volume IV) : Ressources, politiques et pratiques*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264205369-fr>.

OCDE (2012), *Apprendre au-delà de l'âge de quinze ans : Une décennie après l'enquête PISA*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264176980-fr>.



OCDE (2010), *Résultats du PISA 2009 : Les clés de la réussite des établissements d'enseignement : Ressources, politiques et pratiques (Volume IV)*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091573-fr>.

OCDE (2009), *Take the Test: Sample Questions from OECD's PISA Assessments*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264050815-en>.

OCDE (2007), *PISA 2006 : Les compétences en sciences, un atout pour réussir : Volume 1 Analyse des résultats*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264040137-fr>.

OCDE, E. Hanushek et L. Woessmann (2015), *Universal Basic Skills: What Countries Stand to Gain*, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264234833-en>.

Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) (2004), *Universal primary completion in Latin America: Are we really so near the goal? Regional Report on Education-related Millennium Development Goal*, Bureau régional de l'UNESCO pour l'éducation en Amérique latine et dans les Caraïbes, Santiago, Chili, <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001389/138995eb.pdf>.

Osborne, J., S. Simon et S. Collins (2003), « Attitudes towards science: A review of the literature and its implications », *International Journal of Science Education*, vol. 25/9, pp. 1049-1079, <http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000032199>.

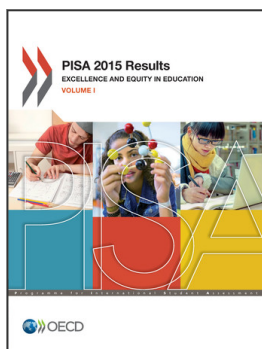
Prenzel, M. et al. (éd.) (2006), *PISA 2003: Untersuchungen Zur Kompetenzentwicklung Im Verlauf Eines Schuljahres*, Waxmann Verlag GmbH, Münster, Allemagne.

Schibeci, R.A. (1984), « Attitudes to science: An update », *Studies in Science Education*, vol. 11/1, pp. 26-59, <http://dx.doi.org/10.1080/03057268408559913>.

Spaull, N. et S. Taylor (2015), « Access to what? Creating a composite measure of educational quantity and educational quality for 11 African countries », *Comparative Education Review*, vol. 59/1, pp. 133-165, <http://dx.doi.org/10.1086/679295>.

Taylor, S. et N. Spaull (2015), « Measuring access to learning over a period of increased access to schooling: the case of southern and Eastern Africa since 2000 », *International Journal of Educational Development*, vol. 41, pp. 47-59, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2014.12.001>.

Woessmann, L. (2016), « The importance of school systems: Evidence from international differences in student achievement », *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 30/3, pp. 3-31, <http://dx.doi.org/10.1257/jep.30.3.3>.



Extrait de :
PISA 2015 Results (Volume I)
Excellence and Equity in Education

Accéder à cette publication :
<https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2016), « La performance des jeunes de 15 ans en sciences », dans *PISA 2015 Results (Volume I) : Excellence and Equity in Education*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264267534-6-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.